

**UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO - “Prof. José de Souza Herdy”
UNIGRANRIO - ESCOLA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

INGRID LORRANA CESAR DE OLIVEIRA

**MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO ATRAVÉS DE UMA ABORDAGEM
DMAIC: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE INSTRUMENTOS
HOSPITALARES SITUADA NO RIO DE JANEIRO**

Duque de Caxias – RJ

2020

INGRID LORRANA CESAR DE OLIVEIRA

**MELHORIA NO PROCESSO PRODUTIVO ATRAVÉS DE UMA ABORDAGEM
DMAIC: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE INSTRUMENTOS
HOSPITALARES SITUADA NO RIO DE JANEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade do Grande Rio, como requisito
parcial à obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção, sob a orientação do Prof.
Mariana Navega.

Duque de Caxias - RJ

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UNIGRANRIO - NÚCLEO DE COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECAS

- O48m Oliveira, Ingrid Lorrana Cesar de.
 Melhoria no processo produtivo através de uma abordagem DMAIC:
 estudo de caso em uma indústria de instrumentos hospitalares situada no
 Rio de Janeiro / Ingrid Lorrana Cesar de Oliveira. – Duque de Caxias, 2020.
 80 f. : il. ; 30 cm.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia de
 Produção) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”,
 Escola de Ciência e Tecnologia, 2020.
 “Orientadora: Prof.^a Mariana Navega”.
 Referências: f. 73-77.
1. Engenharia de produção. 2. Produtividade. 3. Instrumentos e aparelhos
 médicos. 4. Gestão da qualidade. 5. Coronavírus. I. Souza, Mariana Navega
 Custodio de. II. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”. III.
 Título.

CDD - 658.5

“Com ele está a sabedoria e a força,
conselho e entendimento tem.”

Jó 12:13

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, que me deu sabedoria, paciência, domínio próprio e me guia para enfrentar todos os desafios.

Aos meus pais, Antônio Salustiano de Oliveira e Silvania Ramos de Cesar, que fizeram o possível e o impossível para que eu conseguisse concluir a Universidade e nunca desistiram ou desacreditaram de mim.

A minha irmã Hendy Oliveira da Silva, que nos momentos que quis jogar tudo pro alto, nos momentos de surto e grande medo esteve do meu lado me dando os melhores conselhos e me apoiando em absolutamente tudo, de que quando não tive condições de seguir se absteve do seu tempo para me ajudar a concluir um sonho.

Ao meu irmão, Melquisedeque de Oliveira e cunhado Felipe Paulo que foram os intermediadores para eu iniciar esse sonho.

Aos meus irmãos na fé, que sempre estiveram orando e me dando palavras de apoio.

Ao meu amigo e chefe, Renan Nascimento que foi paciente e compreensivo em todos os momentos.

Aos meus amigos, em especial, Andressa Siqueira, Allan Chaves, Rayssa Landvoigt, Rodrigo Peçanha e Thiago Santiago, que não viram dificuldade e nem distância para me apoiarem e estudarem comigo para que eu conseguisse vencer o último desafio de escrever esse projeto.

A professora Mariana Navega, que me ajudou, incentivou e orientou.

Ao professor Marcos Santos, por mostrar que somos capazes de conquistar grandes coisas e nos mostrar um caminho novo.

Aos professores, incríveis que tive na minha graduação que confiaram e acreditaram em mim, e no momento que achei que iria perder tudo me apoiaram, nunca esquecerei disso, dos conselhos do Rubens Lopes, da força que o professor Leonardo Aragão me deu, das ligações e apoio de uma grande amiga e professora Maria Cristina, das histórias do professor Argolo, das implicâncias do Rubens Walker, das melhores dicas de apresentação do professor Fabrício. Tenho grande admiração e levarei para o resto da vida todo ensinamento que recebi.

Ao meu amigo Adilson que fez uma vaquinha para pagar meu período.

Aos meus amigos da atlética, que me fizeram criar um amor que não consigo explicar por essa instituição.

A empresa Júnior que me fez amadurecer como profissional e me mostrou o caminho da liderança.

A tudo que vivi, tudo que alcancei, não teria conseguido sem vocês.

RESUMO

O presente trabalho aborda a melhoria no processo de produção de uma indústria de instrumentos hospitalares, que teve um elevado e inesperado aumento de demanda devido ao cenário que o Brasil e o mundo se encontram, em respectiva crise de saúde e, também, econômica, desencadeadas pelo surto do novo coronavírus Sars-Cov-2, causador da pandemia COVID-19. O problema, desta forma versa sobre a incapacidade de acompanhar o crescimento de demanda gerado pela crise sanitária vivenciada e a partir de tal problema o objetivo é melhorar o processo de produção da indústria objeto de estudo de forma que a mesma consiga aumentar a capacidade de produtiva e, desta forma, atender o aumento da demanda. Como metodologia, foi utilizado o DMAIC, possibilitando a criação de parâmetros para uma análise estruturada, que permitiu encontrar as causas potenciais que impediam o aumento da produtividade, e a melhoria no processo produtivo. Desta forma, o método possibilitou que o processo alcançasse com êxito o resultado, possibilitando o aumento da capacidade em 68%, representando 88% da meta estabelecida da meta estabelecida no início do estudo, de forma simples e eficaz.

Palavras-chaves: Produtividade. Metodologia DMAIC. COVID-19.

ABSTRACT

The present work addresses the improvement in the production process of a hospital instrument industry, which had a high and unexpected increase in demand due to the scenario that Brazil and the world are in, in their respective health and economic crisis, triggered by the outbreak of the new coronavirus Sars-Cov-2, which caused the pandemic COVID-19. The problem, in this way, is about the inability to keep up with the growth in demand generated by the health crisis experienced and from this problem the objective is to improve the production process of the industry under study so that it can increase the productive capacity and, in this way, meet the increased demand. As a methodology, DMAIC was used, enabling the creation of parameters for a well-founded analysis, which allowed finding the potential causes that prevented the increase in productivity, and the improvement in the production process. In this way, the method made it possible for the process to successfully achieve the result, making it possible to increase capacity by 68%, representing 88% of the established goal at the beginning of the study, in a simple and effective way.

Keywords: Productivity. DMAIC methodology. COVID-19.

LISTA DE ABREVIACÕES

5W2H - What (O que será feito), Why (Por que será feito), Where (Onde será feito), When (Quando será feito), Who (Por quem será feito), How (Como será feito), How Much (Quanto custará fazer).

ABIPLAST – Associação Brasileira da Indústria do Plástico

CTQ - Critical to Quality - Características Críticas para a Qualidade

DMAIC - Definir, Medir, Analisar, Controlar e Melhorar (Define, Measure, Analyze, Improve e Control)

DOE - Design Of Experiments

FGV – Fundação Getúlio Vargas

IMVP - International Motor Vehicle Program

JIT – Just In Time

KPI - Key Performance Indicator

LIC – Limite Inferior de Controle

LM – Limite Central

LSC – Limite Superior de Controle

MRP - Manufacturing Resource Planning

MIT - Massachusetts Institute of Technology

NF – Nota Fiscal

OCAP - Out of Control Action Plan

OMS - Organização Mundial da Saúde

OP – Ordem de Produção

PET – Polietileno tereftalato

PEAD - Polietileno de alta densidade

PEADB - Polietileno de baixa densidade

PDCA – Planejar, Fazer, Checar e Agir (Plan, Do, Check, Act)

PP – Polipropileno

PS - Poliestireno

PVC - Poli(cloreto de Vinila)

QFD - Quality Function Deployment – Desdobramento da Função Qualidade

SIPOC - Supplier (fornecedores), Input (entradas), Process (processo), Output (saídas) e Customer (clientes).

SMEND - Single Minute Exchange of Die

TPS - Toyota Production System

TQM - Total Quality Management

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Os ciclos da produção e do consumo	28
Figura 2: Distribuição normal.....	32
Figura 3: Histograma	34
Figura 4: Processo de análise e solução de problemas	36
Figura 5: Gráfico de Pareto	37
Figura 6: Diagrama de Ishikawa.....	40
Figura 7: Extensão para oxigênio (OX).....	47
Figura 8: Extensão para centro cirúrgico (CC).....	48
Figura 9: Estrutura Analítica do Produto.....	48
Figura 10: Fluxo de produção em duas etapas distintas	49
Figura 11: Configuração do setor de transformação de Polímeros	50
Figura 12: Setor de montagem Hospitalar	50
Figura 13: Almoxarifado de matéria prima	51
Figura 14: Almoxarifado de componentes	52
Figura 15: Processo de montagem - Extensão Hospitalar	53
Figura 16: Fase definir.....	55
Figura 17: Fase Measure	58
Figura 18: Árvore de desdobramento	59
Figura 19: Fase Analyze	61
Figura 20: Diagrama de cinco porquês.....	62
Figura 21: Seladora para embalagem de Grau Cirúrgico	62
Figura 22: Costa embalagem primária - papel.....	63
Figura 23: Frente embalagem primária – plástico	63
Figura 24: Setor de montagem - Linha Extensão Hospitalar.....	64
Figura 25: Setor de Montagem - Linha Extensão Hospitalar	65
Figura 26: Estação de trabalho	65
Figura 27: Fase improve	67
Figura 28: Lista com soluções propostas.....	68
Figura 29: Fase Control	68
Figura 30: Seladora para embalagem de Grau Cirúrgico - Pistão invertido.....	69
Figura 31: Proposta de leiaute	71

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Barômetro Econômico Global – Barômetro Líder Global:	15
Gráfico 2: Demonstrativo de saída - Demonstrativo de produção	16
Gráfico 3: Série temporal do comportamento das reclamações recebidas	16
Gráfico 4: Documentos por ano	21
Gráfico 5: Gráfico de Pareto.....	53
Gráfico 6: Estratificação dos focos do problema.....	54
Gráfico 7: Análise da Estatística do Processo	57
Gráfico 8: Gráfico de Pareto.....	60
Gráfico 9: Gráfico de Ishikawa	66
Gráfico 10: Produtividade Extensão Hospitalar	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Plano metodológico	20
Tabela 2: Principais aditivos usados na fabricação de plásticos e sua função	24
Tabela 3: Distribuição de empresas do setor de transformados	25
Tabela 4: Seis Sigmas - taxa de erro.....	30
Tabela 5: As fases de um projeto Seis Sigmas	31
Tabela 6: Tipos de cartas de controle	33
Tabela 7: Importância da cronoanálise nos setores	38
Tabela 8: Processos e atividades relacionados ao processo produtivo.	44
Tabela 9: Divisões de montagem.....	45
Tabela 10: Produtividade Esperada (valor nominal)	55
Tabela 11: Produtividade (Média).....	56
Tabela 12: Produtividade Realizada x Produtividade Esperada.....	56
Tabela 13: Tempo de cronometragem – Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m	60
Tabela 14: Matriz de priorização.....	66
Tabela 15: Seladora para embalagem de Grau Cirúrgico - Pistão invertido . Error! Bookmark not defined.	

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	12
1.2. PROBLEMA.....	13
1.3. OBJETIVO	17
1.3.1. Objetivo geral	17
1.3.2. Objetivos Específicos	17
1.4. JUSTIFICATIVA	18
1.5. DELIMITAÇÃO.....	18
1.6. METODOLOGIA.....	18
1.6.1. Quanto aos fins	19
1.6.2. Quanto aos meios	19
1.6.3. Definição do universo e amostra	19
1.6.4. Seleção dos sujeitos	19
1.6.5. Coleta e tratamento de dados.....	20
1.6.6. Plano de ação para alcance dos objetivos.....	20
1.7. BIBLIOMETRIA.....	21
1.8. ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1. MERCADO DE PLÁSTICO	23
2.2. LEAN MANUFACTURING.....	26
2.3. SEIS SIGMAS	29
2.4. LEAN SEIS SIGMAS	30
2.4.1. Define (Definir)	31
2.4.2. Measure (Medir)	35
2.4.3. Analyse (Analisar).....	38
2.4.4. Improve (Melhorar)	40
2.4.5. Control (Controlar).....	41
3. DESENVOLVIMENTO	43
3.1. INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE CASO	43
3.1.1. Identificação dos processos	43
3.1.2. O produto.....	47
3.1.3. Divisão de montagem	52
3.2. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	54
3.2.1. Define (definir).....	55

3.2.2. Measure (medir)	57
3.2.3. Analyze (analisar).....	61
3.2.4. Improve (melhorar).....	67
3.2.5. Control.....	68
3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
3.4. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	71
REFERÊNCIAS	73
ANEXO A – PLANO DE AÇÃO – MELHORIA EXTENSÃO HOSPITALAR	78

1. INTRODUÇÃO

1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO

Durante toda a história a indústria sofreu grandes revoluções e marcos, causando grandes transformações socioeconômicas. No final do século XVIII por exemplo, aconteceu o advento da primeira Revolução Industrial (1770-1800), grande marco onde antes os produtos eram customizados, substituídos posteriormente pela padronização (RODRIGUES, 2014, p. 1).

Em /consequência à revolução industrial no século XIX surgiu a produção em massa dominando o setor produtivo por décadas. Ao mesmo tempo, a Europa confiava mais nas habilidades humanas levantando alguns questionamentos sobre o processo produtivo dando início a gestão dos processos produtivos de Frederick W. Taylor com o objetivo de otimizar resultados, por meio de padronização do tempo, operadores e da otimização dos equipamentos. Encontrando a melhor maneira de organizar qualquer tarefa (RODRIGUES, 2014, p.2).

Embora alguns dos efeitos da produção em massa já estivessem sendo sentidos nos EUA em meados do século XIX, as contribuições de Frederick W. Taylor (1911) e Henry Ford (1913) desenvolveram ainda mais os traços do que chamaremos de “paradigma da produção em massa”, Significando o conjunto de valores e técnicas firmes que caracterizam a produção em massa (em oposição ao próprio processo de produção). De certo modo, essas crenças anunciaram o início do século XX no mundo industrial (BELCHER, 1987).

Durante a Segunda Guerra Mundial, a indústria americana teve um desempenho admirável ao mudar o sistema inteiro de produção, apesar da ausência de milhões de homens que foram chamados para servir na guerra, chegando a produzir 4,8 milhões de automóveis em 1937 (KENNEDY, 1999).

Em 1945, o Ocidente se encontrava em crise devido a participação na Segunda Guerra Mundial, impedindo a sua evolução. Com o medo da falência da indústria automobilista do Japão, Toyoda Kiichiro chegou a dizer: “Alcançaremos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobrevivera.” (TAIICHI, 1997, p. 25). A partir desse ponto chegaram na lógica que eliminando o desperdício a produtividade aumentaria dando início o sistema de Produção Enxuta (1959-1960), começando da necessidade nasceu a filosofia conhecida como Lean Manufacturing, resultando no crescimento das indústrias do Ocidente (RODRIGUES, 2014, p.5)

Entre 1965 e 1973, a taxa de crescimento da produtividade industrial caiu para 2,4% nos Estados Unidos, em comparação com a taxa média de 3,2% em 1948 a 1965 (BELCHER, 1987). Essa queda ocorreu devido à crise de petróleo em 1973. No final da década de 70

algumas empresas japonesas continuaram em respectivo crescimento, mesmo diante da crise do petróleo despertando a atenção dos concorrentes. (RODRIGUES, 2014, p.5)

A década de 80 marcou o final do século XX, uma época dominada por fabricantes americanos, mestres incontestáveis do sistema de produção em massa. Este sistema foi ultrapassado em vários setores dinâmicos pela Produção Enxuta (DUGAY et al, 1997).

Na percepção de Castro (2001) de 1989 até a primeira metade da década de 90, a reestruturação industrial manifestou-se por meio da:

- Implementação de estratégias de focalização mediante o enxugamento do catálogo de vendas, seleção de produtos com mais chances de sobreviver numa economia mais competitiva, e fechamento de instalações fabris;
- Adoção de novas práticas de gestão da qualidade;
- Desverticalização da produção e multiplicação de minifábricas e células de produção, de modo a atender a demanda com maior rapidez.

Essas mudanças revolucionaram não só na economia, com o aumento da produtividade, mas a vida quotidiana das pessoas. Acredita-se que a produção em massa deixou de ser o paradigma dominante na gestão industrial com o surgimento da Produção Enxuta.

Assim como a linha de montagem de Henry Ford (1913) e a gestão do processo produtivo de Frederick W. Taylor marcaram o início do século XX no mundo socioeconômico industrial, as indústrias do século XXI, devem adotar soluções que permitem uma produção e distribuição mais descentralizadas e flexíveis, reduzindo economias que dominaram a era da produção em massa.

Novos desafios estão sendo colocados à trajetória da indústria, trazendo grandes transformações socioeconômicas. Diante desse contexto, cabe as indústrias se reposicionarem para lidar com as mudanças aparentes, é uma questão de sobrevivência.

1.2.PROBLEMA

A problemática deste presente estudo de caso é sobre uma indústria de base familiar, no caso de dois irmãos, que atua no ramo de instrumentos hospitalares. Uma indústria, que está no mercado desde a década de 70 e possui um avançado parque industrial com centro de pesquisa destinado ao aprimoramento constante dos processos de produção e desenvolvimento de produtos que atendam aos mais rigorosos critérios de qualidade, segurança e tecnologia.

A indústria estudada é responsável por produzir e montar seus produtos na categoria instrumentos hospitalares utilizando em quase 90% de seus produtos um tipo de polímero termoplástico chamado de Poli (Cloro de Vinila) mais conhecido como PVC¹.

No momento de elaboração deste trabalho o Brasil e o mundo, encontram-se em respectiva crise de saúde e, também, econômica, desencadeadas pelo surto do novo coronavírus Sars-Cov-2², causador da pandemia COVID-19, na qual têm matado milhares por toda a terra. Pode-se dizer que o ser humano enfrenta um dos momentos mais difíceis do século, se não o pior (OPAS, 2020).

A pandemia COVID-19 aparenta estar no início em boa parte do mundo, de acordo com o balanço da AFP, realizada na data de 23/03/2020, a partir de dados oficiais no primeiro trimestre do ano já foram registradas 15.189 mortes. Segundo o Ministério da Saúde (2020) o vírus é de alta contaminação, a transmissão acontece de uma pessoa doente para outra ou por contato próximo por meio de:

- O toque do aperto de mão é a principal forma de contágio
- Gotículas de saliva
- Espirro
- Tosse
- Catarro
- Objetos ou superfícies contaminadas como celulares, mesas, maçanetas,

brinquedos e teclados de computador etc.

Podendo se alastrar rapidamente, causando picos de pessoas infectadas nos hospitais por todo o mundo, fazendo com que os hospitais fiquem superlotados.

Em razão da crise epidemiológica, é aconselhável que as pessoas evitem contato físico. Devido a expansão do vírus e as aglomerações, a Organização Mundial da Saúde OMS aconselha que a população fique em distanciamento social até a situação se resolver, impactando fortemente a oferta e demanda por bens e serviços resultando na desaceleração do PIB mundial. (ABBERGER et al, 2020)

O Instituto Econômico Suíço KOKF e a Fundação Getúlio Vargas (2020) apontam que o Barômetro Líder Global e o Barômetro Coincidente Global caíram acentuadamente, refletindo o impacto da pandemia do COVID-19 na economia mundial.

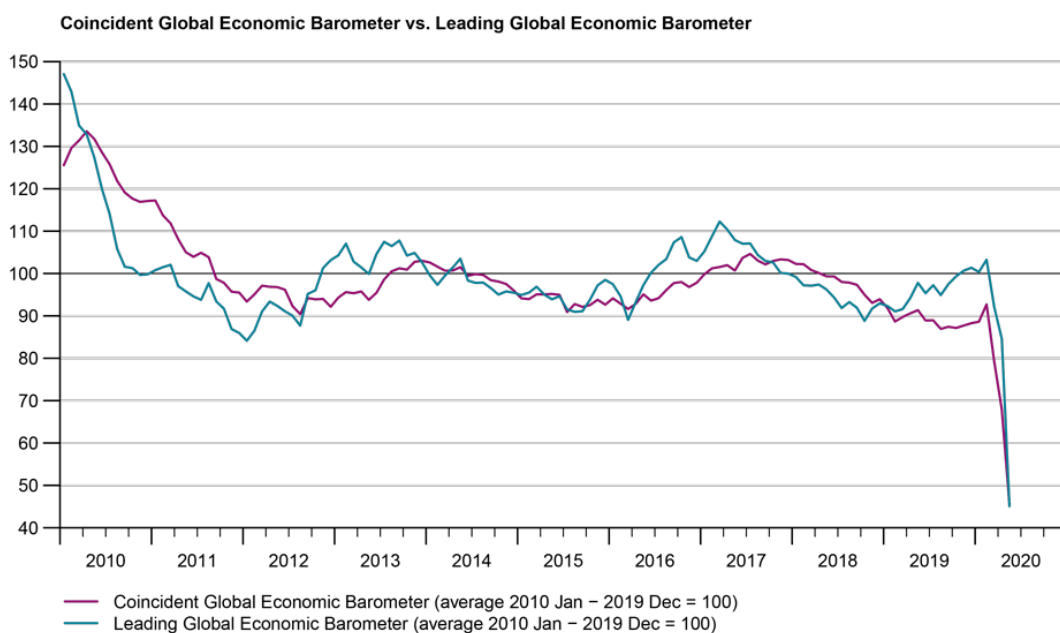
1 Poli(cloro de vinila) – PVC é um polímero termoplástico que obtém uma vasta variação desde o rígido ao extremamente flexível se tornando assim o mais versátil dentre os outros. (Zaioncz, 2004)

² Novo coronavírus Sars-Cov-2 – É de uma família de vírus que causam infecções respiratórias. O novo agente do coronavírus foi descoberto em 31/12/19 após casos registrados na China. Provoca a doença chamada de coronavírus (COVID-19). (Ministério da Saúde, 2020)

Os Barômetros Econômicos Globais são um sistema de indicadores compostos que permite a análise oportuna do desenvolvimento econômico global, eles representam uma colaboração entre o Instituto Econômico Suíço KOF da ETH Zurique, na Suíça, e a Fundação Getúlio Vargas (FGV), com sede no Rio de Janeiro, Brasil. O Barômetro Coincidente reflete o estado atual da atividade econômica, enquanto o Barômetro Líder fornece um sinal cíclico cerca de seis meses à frente dos desenvolvimentos econômicos atuais. A série de referência utilizada é a taxa de crescimento anual do produto interno bruto (PIB) global, em que os PIBs nacionais individuais são agregados à paridade do poder de compra para formar o PIB global. (ABBERGER et al, 2020)

A segunda queda consecutiva nos dois barômetros mostra que as economias de todas as regiões foram seriamente abaladas pela pandemia, demonstrado no gráfico 1 abaixo:

Gráfico 1: Barômetro Econômico Global – Barômetro Líder Global:



Fonte: Instituto Econômico Suíço KOF, ETH Zurique, Suíça e Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, Brasil (2020)

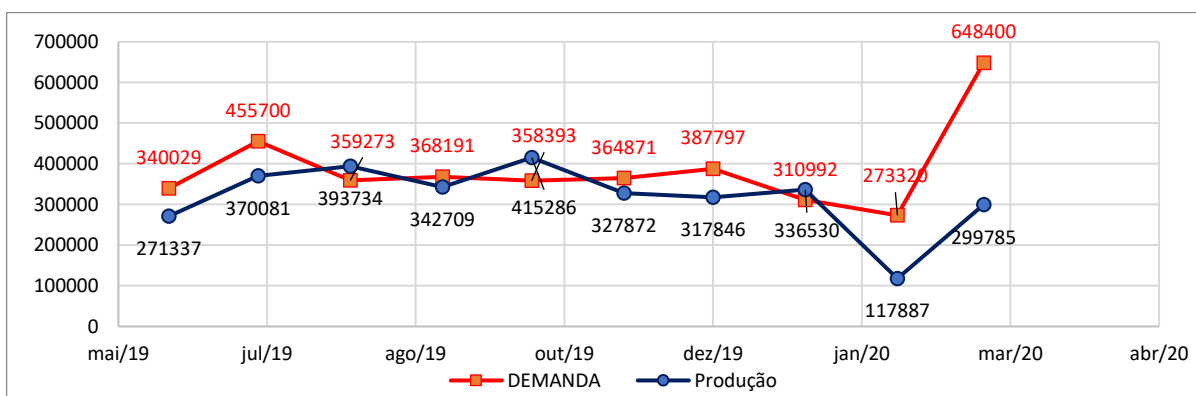
Este é o nível mais baixo desde o início da série em 1991 e sinaliza um aprofundamento da desaceleração do PIB mundial. A queda nos dois indicadores está espalhada por todos os continentes e sinaliza uma retração da economia mundial no início do segundo trimestre, que já parece ser mais grave do que a crise de 2008-2009.

Em termos de setores econômicos, a maior contribuição para a queda veio do conjunto de variáveis que refletem a evolução agregada das economias (Desenvolvimento Econômico

Geral), seguido pelo setor comercial (atacado e varejo), indústria e serviços. (ABBERGER et al, 2020)

De diferente modo, a indústria estudada teve aumento de demanda de 137,23% dos pedidos em menos de um mês com a chegada do COVID-19 ao Brasil. Conforme a comparação do Demonstrativo de saída com o Demonstrativo de produção representado no gráfico 2 abaixo:

Gráfico 2: Demonstrativo de saída - Demonstrativo de produção

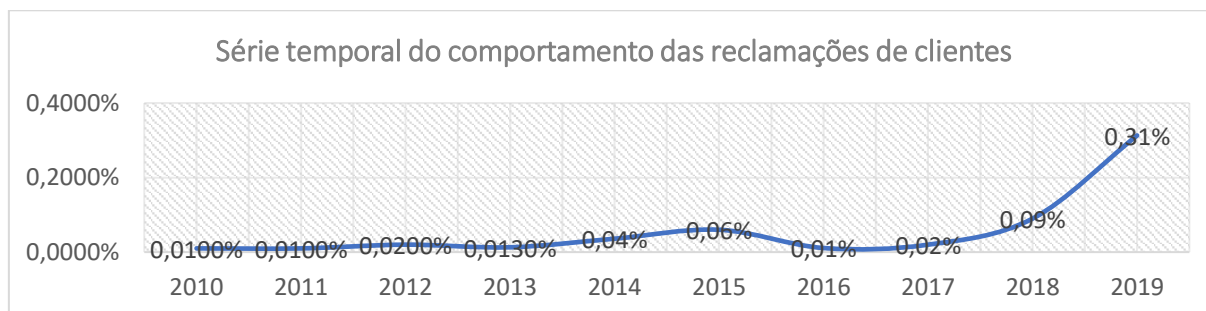


Fonte: Elaborada pela autora (2020)

Essa é a demanda mais alta que a empresa teve até o presente momento, ultrapassando a capacidade produtiva de toda a cadeia de valor. Entende-se que com os contínuos desenvolvimentos do vírus epidemiológico, a demanda tende a crescer.

Além da demanda, teve um aumento de 3,33% no último ano no índice de reclamação dos seus consumidores finais que são os hospitais, em relação a média dos oito anos anteriores. Reportando a vigilância sanitária ANVISA³. Conforme demonstra a gráfico 3, abaixo.

Gráfico 3: Série temporal do comportamento das reclamações recebidas



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

³ ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Torna-se imprescindível que os tomadores de decisão procurem reavaliar a eficiência de seus processos de modo a caracterizar e eliminar possíveis perdas no processo produtivo que possam impedir a melhoria do processo.

Sabe-se que a qualidade dos produtos entregue deve ser o mais próximo possível de 100% devido ao alto risco que ele apresenta ao paciente, podendo levar a óbito.

Com base nisto, foi analisado o comportamento da série temporal referente as reclamações dos produtos expedidos, os indicadores mensais de desempenho produtivo e notou-se uma tendência de crescimento nas reclamações, uma variação irregular atípica nos índices de retrabalho no setor de montagem e movimentações em excesso durante todo o processo. Visto que todo o processo é de grande complexidade e que existem diversos problemas inesperados que estão sempre ameaçando o processo produtivo como um todo e a qualidade do produto.

Com base nas informações do Brasil e do mundo, é considerado que as expectativas de crescimento de pacientes no UTI e a importância que os produtos cheguem no prazo e de modo que seja apto para uso. Os tomadores de decisão analisaram que existem fatores que podem impedir que a empresa maximize seus ganhos e entenderam a necessidade de conhecer o processo e anular qualquer atividade que não agrega valor para o cliente final, mesmo diante dessa complexidade toda. Mediante o exposto, o problema foco deste estudo é o não atendimento da demanda atual e, com isso, a problemática do estudo foi elaborada através do seguinte questionamento:

- Como melhorar o desempenho da indústria de instrumentos hospitalares, visando melhor atender o aumento da demanda devido ao Covid-19?

1.3.OBJETIVO

1.3.1. *Objetivo geral*

Aumentar a capacidade de produção de forma a atender a atual, maior, demanda a partir de estudo e melhoramento do processo produtivo sem perder a qualidade no atendimento aos clientes

1.3.2. *Objetivos Específicos*

Apresentam-se da seguinte forma:

- A identificação de oportunidades de melhoria a nível do fluxo de produção, do processo produtivo;
- Aplicação de metodologias e ferramentas que permitam alcançar os objetivos;

- Análise crítica dos resultados obtidos.

1.4.JUSTIFICATIVA

O tema escolhido é importante para comunidade científica de Engenharia de Produção, pois conhecer como se aplica a metodologia Lean Seis Sigmas, favorecerá para conseguir aumentar a eficiência de processo. Sabendo que o processo produtivo é um dos maiores custos que a empresa pode ter, controlar e otimizar com a ajuda de uma metodologia de melhoria, no qual é possível diminuir a variabilidade do processo, eliminação de ações que não agregam valor para o cliente final, auxilia na gestão e contribui para o crescimento da empresa.

Juntamente com isso, constatou-se que, em consequência dos desafios do presente momento, para alguns adotar medidas de melhorias em meio a um cenário de crise epidemiológica e de recessão econômica, pode parecer inviável devido ao não planejamento para lidar com esse tipo de situações não favoráveis a organização. Mas, é o momento adequado para reavaliação do processo produtivo. Com isso, o estudo irá propor uma solução para que possa atender a demanda sem perder a qualidade do atendimento.

O tema abordado neste estudo apresenta grande relevância a autora, pois através disso, conseguiu aplicar ferramentas importantes no mundo da Engenharia de Produção, que estabelece um diferencial entender sobre o método e aprender mais sobre os riscos da má gestão do processo produtivo.

Para a sociedade, é válido, pois se a empresa é produtiva, consegue produzir mais com menos, consequentemente tem mais produtos nos hospitais, diminuindo o tempo indesejado de espera para utilização do produto médico hospitalar.

1.5.DELIMITAÇÃO

O projeto está focado nas causas que não permite a maximização do processo produtivo do produto em estudo, na qual não favorece o presente momento da indústria de instrumentos hospitalares. O trabalho está constituído pela metodologia Lean Seis Sigmas.

1.6.METODOLOGIA

Segundo (FACHIN, 2017) no contexto geral o conhecimento científico prende-se a fatos, pois tem uma referência empírica, que dar estruturação os problemas apoiando as próprias afirmações. Diante deste contexto o conhecimento pode ser classificado com um tipo de conhecimento que trabalha diretamente baseado em fatos (objetivos), pois ele descreve e nos

explica a realidade. Contudo a metodologia do seguinte estudo é classificada como uma pesquisa científica de natureza quantitativa.

1.6.1. Quanto aos fins

Diante do ponto de vista de GIL (1991, p. 46), a pesquisa pode ser definida como exploratória que têm por finalidade esclarecer conceitos e modifica-los da sua ideia original, por ser um tipo de pesquisa que desenvolve um novo tipo de conceito é de menor rigidez no seu planejamento contanto com o levantamento bibliográfico da base teórica de cada parte estudada e descritiva que têm por objetivo de proporcionar uma nova visão de um determinado problema necessitando das características de uma determinada população, usando das técnicas de coleta de dados.

1.6.2. Quanto aos meios

O fator de mais importância para a identificação de um delineamento é o procedimento que será adotado para que possa saber de que forma a coleta de dados será realizada (GIL, 1991). Na visão de (YIN, 2015), o estudo de caso é um estudo que investiga uma situação atual dentro do contexto presente. Tendo por objetivo explorar situações reais, descrevê-las e explicar as variáveis causais de um determinado fenômeno em situações complexas.

1.6.3. Definição do universo e amostra

As pesquisas sociais abrangem um universo de elementos de tanta proporção que se torna impossível considerar sua totalidade na percepção de (GIL, 1991, p. 108) O universo do presente estudo é o setor de montagem Hospitalar.

Na percepção de MAROTTI, Juliana et al (2008), amostra pode ser definida como “um subconjunto da população “. Diante desta definição a amostra abordada no estudo de caso desenvolvido é a Fabricação do produto Extensão Hospitalar da indústria estudada.

1.6.4. Seleção dos sujeitos

As informações foram coletadas a partir da vivência trabalhando no setor produtivo, além de conversas realizadas com o gerente de produção, a gerente da qualidade, encarregados e funcionários responsável pela produção.

1.6.5. Coleta e tratamento de dados

Nas palavras de Werkema (2016), “a estatística é a ciência que trata da coleta, do processamento e da disposição dos dados”. Pois, dão auxílio a tomada de decisão de forma confiável durante a análise de um problema. A etapa de coleta de dados exige habilidades específicas do profissional, treinamento, preparação, elaboração de um roteiro e determinar o plano de ação para a solução da oportunidade de melhoria detectada.

O estudo será realizado em uma indústria de instrumentos hospitalares. Os dados coletados e utilizados nessa pesquisa serão dados para melhorar os resultados do processo produtivo, através do sistema informatizado e recolhidos no ambiente de trabalho. A coleta de informações será extraída através de conversas com os colaboradores e todos os envolvidos no projeto, bem como do histórico de caderno de ata e informações obtidas através da vivência no setor hospitalar.

1.6.6. Plano de ação para alcance dos objetivos

Como estratégia de pesquisa propriedade industrial transformadora de plástico. Escolheu-se por plano de ação que segue a sequência das etapas do ciclo DMAIC. A tabela 1 demonstra como são as etapas do procedimento metodológico.

Tabela 1: Plano metodológico

Etapas	Ações
Define (definir)	D1 - Definição do problema D2 - Definição da meta D3 - Mensuração das perdas decorrente do problema D4 - Definição da equipe do Projeto D5 - Levantamento das restrições e suposições
Mensure (medir)	M1 - Definição dos critérios de estratificação M2 - Avaliação e justificativa da confiabilidade dos dados M3 - Levantamento dos dados para estratificação M4 - Análise de estratificação M5 - Análise de variação dos focos M6 - Definição de metas específicas M7 - Aprovação das metas específicas pelos donos de cada foco.
Analyze (analisar)	A1 - Levantamento de causas A2 - Priorização das causas A3 - Definição das causas fundamentais a serem tratadas no improve.
Improve (melhorar)	I1 - Levantamento das soluções para cada causa I2 - Priorização das soluções (se houver mais de uma solução para a mesma causa) I3 - Avaliação da necessidade de testes pilotos e planejamento dos testes I4 - Plano de ação 5W2H

	I5 - Implantação das ações e acompanhamento I6 - Verificação do alcance das metas específicas.
Control (controlar)	C1 - Verificação do alcance da meta do projeto C2 - Reflexão sobre o aprendizado e recomendações.

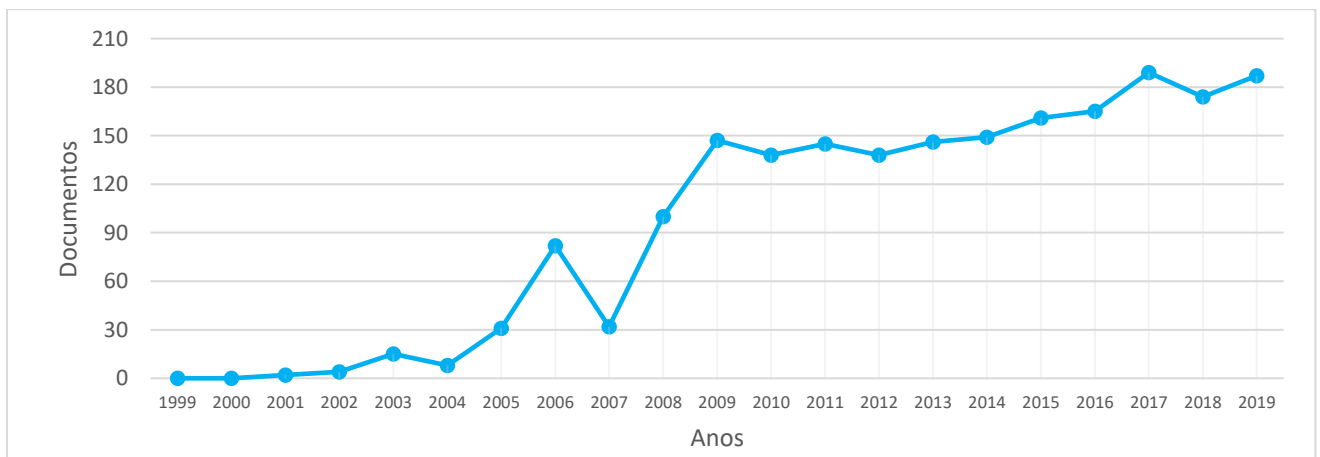
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

1.7.BIBLIOMETRIA

Pritchard foi quem citou pela primeira vez o termo Bibliometria no final dos anos 60. A bibliometria afim de analisar a produção de obras em tem como característica a aplicação de ciências matemáticas e estatísticas, determinado campo de atuação verificando o quanto tem motivado cientistas e acadêmicos a tratar deste assunto em um espaço de tempo. (AMATUCCI; CHUEKE, 2015)

A pesquisa bibliométrica foi realizada por meio de uma plataforma online chamada Periódicos Capes com a pretensão de apresentar a tendência do tema abordado. Para a construção do gráfico foi utilizada as seguintes palavras chaves: “Lean Manufacturing” AND “Six Sigmas”, segundo a pesquisa realizada, existem 2013 publicações ligadas a esse tema, sejam elas artigos, livros, imagens e áudio visual, em 14 idiomas disponíveis. O gráfico 4 sugere tendência de crescimento quantitativo de publicações no decorrer de 20 anos.

Gráfico 4: Documentos por ano



Fonte: Periódicos CAPES de 1999 a 2019 – Elaborado pela autora (2020)

No ano de 2001 foi constatado o início de pesquisas de artigos sobre Lean Six Sigma na ferramenta Periódicos CAPES, houve uma grande crescente na pesquisa a partir de 2008, atingindo em 2019 com 187 documentos.

Com o grande número de artigos e livros encontrados sobre Lean Seis sigmas o embasamento seguido no presente estudo fundamenta-se em livros e artigos e no conhecimento adquirido durante a graduação.

1.8. ESTRUTURA DO TRABALHO

Os capítulos deste trabalho estão estruturados da seguinte maneira:

Capítulo I – Introdução: Tem como objetivo apresentar o tema e a estrutura do trabalho, expondo o problema, os objetivos propostos, suas justificativas e a metodologia empregada no presente estudo.

Capítulo II – Referencial teórico – A finalidade deste capítulo é apresentar a base teórica do trabalho, conceituando a melhoria contínua e as ferramentas aplicadas no estudo de caso.

Capítulo III – Desenvolvimento: Este capítulo relata a situação atual do processo produtivo, apresenta a empresa de onde foi realizada o estudo, descreve, apresenta todos os resultados obtidos, conclui o trabalho e apresenta propostas de melhoria do processo produtivo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para que fosse atingido o propósito do estudo, é necessário entender e explorar tópicos sobre o mercado de plástico, Lean Manufacturing e Lean Seis Sigmas.

2.1.MERCADO DE PLÁSTICO

No início do século XX foram desenvolvidos novos tipos de materiais denominados plásticos, que aos poucos foram cada vez mais utilizados na fabricação dos mais variados objetos. Sua versatilidade é tamanha que, desde então, eles vêm provocando mudanças no consumo, e em consequência, no estilo de vida das pessoas. (PIATTI, 2002)

Esse tipo de material tem diversas formas devido as diferenças marcantes na composição química, físico-química e nas aplicações. O plástico é formado por diversas moléculas chamada polímero, que é formado pela união de moléculas menores ainda chamadas monômeros. (COUTINHO et al, 2003)

As reações existentes que causam a formação do plástico são chamadas de polimerizações. Para que a polimerização ocorra, é necessário que os monômeros possuam números de pontos reativos (passíveis de sofrer reação) igual a dois, no mínimo (COUTINHO et al, 2003)

O comportamento mecânico dos polímeros pode ser classificado como plásticos flexíveis, plásticos rígidos, elastômeros ou fibras. Em uma indústria é comum o uso de tecnologias de controle sistemático das reações de polimerização, como temperatura, pressão etc. (WASILKOSKI, 2006)

Tal controle sistemático das reações de polimerização, são divididos em dois grupos, os termoplásticos e os termorrígidos, um tipo de material leve comparado aos demais, são fáceis de processar levando baixo consumo de energia, o tornando um material versátil no que impacta no custo de fabricação. (FACHIN, 2006)

A forma de processamento mais comum nas indústrias é por meio de (ABIPLAST, 2018):

Extrusão sopro: Consiste na extrusão de uma “mangueira” comumente chamada de parison que é inserida em um molde e com a injeção de ar comprimido em seu interior forma um produto oco. É o processo utilizado na fabricação de garrafas, garrafões, frascos para alimentos, cosméticos, produtos de limpeza e tanques automotivos.

Extrusão de perfil: Utilizada para a fabricação de tubos, cabos revestidos, fios e mangueiras para a construção civil. Extrusão de monofilamentos: Para fabricação de filamentos contínuos e finos, como linhas de pesca, cerdas para escovas e vassouras e quando tramados

originam produtos como cordas, cabos, redes de pesca, telas em geral etc. Existe ainda a fabricação de fibras para a indústria têxtil.

Injeção: Esse processo confere detalhes muito específicos aos produtos como roscas, furos e encaixes perfeitos sendo muito utilizado na indústria de autopeças (como painéis de carros) fabricando produtos intermediários que servem como insumos para a indústria automotiva e também na produção de utilidades domésticas que se destinam ao consumidor final.

Rotomoldagem: Utilizada para a fabricação de produtos ocos como peças de brinquedos (cabeças e partes de bonecas) ou peças de grandes dimensões como tanques para máquinas agrícolas e caixas d'água.

Termoformação a vácuo: Processo de moldagem de peças a partir de laminados ou chapas (obtidos por extrusão). Consiste no aquecimento da chapa sendo essa submetida ao vácuo o qual elimina o ar existente entre a chapa e o molde permitindo a formação da peça final. Com esta técnica são fabricados produtos como utensílios descartáveis, bandejas, autopeças etc.

Outros processos: Uma variação muito utilizada para a fabricação dos frascos em PET é a injeção sopro, que combina em uma mesma máquina os dois processos de injeção (pré-forma) e sopro (frasco ou garrafa).

A fabricação de plástico possui a possibilidade de somar aditivos no seu processo produtivo, ampliando sua possibilidade de aplicações. Tais aditivos, dão novas características ao plástico, como: Cor, cheiro, resistências, elasticidade, dentre outros. (FACHIN, 2006). A tabela 2 abaixo apresenta os principais aditivos usados na fabricação de plásticos e sua função.

Tabela 2: Principais aditivos usados na fabricação de plásticos e sua função

Aditivo	Função
Plastificante	Aumentar flexibilidade
Estabilizante térmico	Evitar a decomposição por aquecimento
Estabilizante UV	Evitar a decomposição causada por raios UV solares
Retardador de chamas	Reduzir a inflamabilidade
Lubrificante	Reduzir a viscosidade
Carga	Aumentar a resistência ao desgaste por abrasão e reduzir o custo do material
Antioxidante	Minimizar a oxidação provocada por oxigênio e ozônio atmosféricos

Pigmentos	Conferir a cor desejada
Antiestático	Evitar eletrização por atrito
Aromatizante	Conferir odores desejados. Mascaram odores indesejados.
Biocida	Inibir a degradação por microrganismos

Fonte: (FACHIN, 2006) – Elaboração: autora (2020).

Há versatilidade da resina produzidas a partir do processo de polimerização viabilizou soluções inovadoras nos setores primário, secundário e terciário da economia. As principais resinas utilizadas por esses setores são (PLASTICO TRANSFORMA):

Polietileno tereftalato (PET) – Setor Alimentícios, eletrônico e hospitalar;

Polietileno de alta densidade (PEAD) – Automotivo e embalagens;

Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) – Embalagens, eletrônicos, agricultura e construção civil; Polipropileno (PP) – Medicina, automotivo e embalagem;

poliestireno (PS) – Indústria de cristal, material de escritórios, material agrícola, produtos eletrônicos).

Poli(cloreto de Vinila) (PVC) – Construção Civil, indústria de calçados e brinquedos infantil;

De acordo com dados da BRASKEM (2000) o Brasil é o responsável pelo consumo de cerca de 2,5% da demanda mundial de resinas de PVC.

A indústria de transformado plástico atravessa um período de transformações, tanto no processo produtivo, quanto em suas aplicações (ABIPLAST, 2018). Apesar disso, é necessário avaliar os desafios e os benefícios de forma criteriosa e sistêmica, a fim de ter soluções viáveis pensando no meio ambiente.

Tabela 3: Distribuição de empresas do setor de transformados

UF	Empresas (2017)	Participação no Brasil	Posição
São Paulo	4.675	42,0%	1º
Rio Grande do Sul	1.226	11,0%	2º
Santa Catarina	1.001	9,0%	3º
Paraná	941	8,5%	4º
Minas Gerais	783	7,0%	5º

Rio de Janeiro	552	5,0%	6º
Bahia	326	2,9%	7º
Goiás	286	2,6%	8º
Pernambuco	284	2,6%	9º
Ceará	227	2,0%	10º
Amazonas	121	1,1%	11º
Paraíba	103	0,9%	12º
Espírito Santo	92	0,8%	13º
Alagoas	81	0,7%	14º
Mato Grosso	65	0,6%	15º
Rio Grande do Norte	64	0,6%	16º
Mato Grosso do Sul	58	0,5%	17º
Distrito Federal	56	0,5%	18º
Pará	51	0,3%	19º
Piauí	31	0,3%	20º
Sergipe	30	0,3%	21º
Maranhão	27	0,2%	22º
Rondônia	25	0,2%	23º
Tocantins	12	0,1%	24º
Acre	9	0,1%	25º
Roraima	1	0,0%	26º
Amapá	0	0,0%	27º

Fonte: ABIPLAST (2018), Elaborada pela autora (2020)

Com base nas informações da ABIPLAST (2018), no Brasil possui 11.127 empresas do setor de transformados plásticos. Conforme apresentado na tabela 3 acima. O Rio de Janeiro encontrasse em 6º lugar no ranking de distribuição no setor de transformados plásticos.

2.2.LEAN MANUFACTURING

Começando da necessidade, em 15 de agosto de 1945 o Japão perdeu a segunda guerra mundial, os forçando a pensar, foi quando surgiu a ideia que marcou o início do Sistema Toyota

de Produção (TPS), que se eliminasse o desperdício, a produtividade poderia decuplicar. (OHNO, 1997 p. 25)

O termo “manufatura enxuta” ou “produção enxuta” foi usado pela primeira vez por pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) ligados ao *International Motor Vehicle Program* (IMVP) que desenvolveram um trabalho de pesquisa onde tinha critérios específicos para organizações do setor automobilístico nos Estados Unidos, no Japão, na Europa e na Coreia do sul. Publicada no ano de 1990 no livro *A Máquina que Mudou o Mundo* escrita por James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross. (RODRIGUES, 2014 p.5)

Tal pesquisa que constatou boas práticas na gestão e eficiência no processo de manufatura e diversas dessas práticas foram consideradas as responsáveis pelo sucesso de algumas plantas localizadas no território asiático, destacando-se as japonesas. (RODRIGUES, 2014)

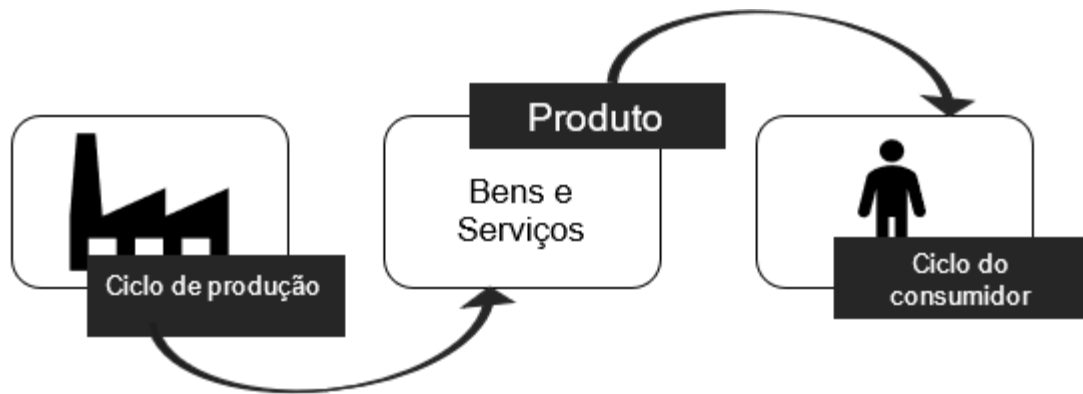
Dando origem ao nome “produção enxuta” ou “manufatura enxuta” Eles explicaram que a manufatura enxuta é muito mais que uma técnica; é uma maneira de pensar e uma abordagem de sistema completo que cria uma cultura na qual todos na organização aprimoram continuamente as operações. (OHNO, 1997)

O objetivo de um sistema de manufatura enxuta é eliminar todos os resíduos da organização. Um sistema *lean* é representado como dois pilares: o primeiro é '*jidoka*'⁴ e o segundo é '*just-in-time*'. O principal objetivo de um sistema de manufatura enxuta é produzir produtos de maior qualidade ao menor custo possível e no menor tempo possível, eliminando desperdícios (DENNIS, 2007).

Foi denominado como Lean Manufacturing o modelo de gestão e de produção mais eficaz e sua sistematização com o foco integrado nos ciclos da produção e do consumo, considerando o produto o elo, como descreve a figura 1 abaixo. O termo *lean* começou ser usado por um pesquisador do IMVP, John Krafcik. (RODRIGUES, 2014 p. 11)

⁴ Jidoka – É a simplificação do termo *ninben no aru jidoka*, tendo por significado: Automação com a mente humana (MONDEN, 1984)

Figura 1: Os ciclos da produção e do consumo



Fonte: (Rodrigues, 2014)

O Pensamento Lean por James Womack e Daniel Jones no livro *A máquina que mudou o mundo* é baseada em cinco princípios: valor, cadeia de valor, fluxo da cadeia de valor, produção puxada e busca da perfeição (WOMACK e JONES, 2004). Cada um dos cinco princípios do Lean Manufacturing desempenha uma função.

Valor: é o princípio principal que norteia os demais princípios. O valor é definido pelo cliente e a organização tem como propósito desempenhá-lo. Levando em conta que tudo que não gere valor para um cliente em determinado processo ou serviço é considerado muda, associado diretamente a perdas e desperdícios.

Cadeia de valor: todas as etapas ao atendimento do valor do cliente.

Fluxo na cadeia de valor: ter no processo apenas etapas que gere valor para o cliente.

Produção puxada: definição da produção através do cliente.

Buscar a perfeição: Kaizen⁵.

No desejo de produzir num fluxo contínuo que não dependia de uma longa produção fluindo para que fosse eficiente. É baseado em torno do reconhecimento que apenas uma pequena fração do tempo total e o esforço para processar o produto adicionado ao valor e ao cliente. Desde a concepção da linha de montagem e o desenvolvimento da TPS, a eficiência tem sido um objetivo central da manufatura. (LIKER, 1997)

Isso foi claramente o oposto que o mundo ocidental estava fazendo onde tinha uma produção em massa baseado em torno do planejamento de recursos de materiais (MRP) e de sistemas computacionais complexos estavam se desenvolvendo ao lado das filosofias de

⁵ Kaizen é um termo criado pelos japoneses e utilizado com frequência no ocidente para representar pequenas mudanças, mas contínuas, melhorias em práticas já existentes.

produção em massa originalmente desenvolvidas por Henry Ford, que focava em grande volume de produção de produtos padronizados com troca mínima de produtos.

Taiichi Ohno começou a trabalhar no TPS na década de 1940 e continuou seu desenvolvimento até o final da década de 1980, livre dos avanços nos computadores que permitiram que a produção em massa fosse mais "aprimorada" pelos sistemas MRP. Na década de 1970, a base de fornecimento da Toyota era "*Lean*"; pela década de 1980 sua distribuição base também era "*Lean*". (RODRIGUES, 2014 p.6)

Algumas ferramentas e técnicas que o sistema “Lean” incluem:

- Kanban – um sinal visual para auxiliar o fluxo puxando o produto através do processo de manufatura requisitado pelo cliente.
- 5S – técnica visual de arrumação que devolve o controle para o chão de fábrica.
- Controle Visual – método visual de medição de desempenho no chão de fábrica que é propriedade do time de operações.
- Poke-yoke⁶ – técnica de “prova de erros”.
- SMED (única troca de dados) – técnica de redução de troca.

Grande parte das metodologias de processos tiveram sua origem no período da revolução industrial, a partir do momento em que as fábricas perceberam a necessidade de controlar os processos de produção, além da realização da avaliação e melhoria. Após a expansão das indústrias, os processos foram aperfeiçoados para filosofias e culturas da organização.

2.3. SEIS SIGMAS

O conceito sigma (σ) nasceu em 1980 como meio de desenvolver uma métrica universal com o intuito de mensurar o desempenho dos processos (HARVY; SCHROEDER, 2000) Seis Sigma é definido por See (2000) como "um sistema que liga ideias, tendências e ferramentas, o qual o foco no cliente torna-se a prioridade principal. ” O Seis Sigmas tem por objetivo principal na medição da variação dos processos para descobrir suas causas desenvolvendo meios eficientes para controlar e reduzir. (USEVICIUS, 2004)

Anteriormente, o Seis Sigma utilizava uma abordagem tradicional, baseada no ciclo de melhoria contínua PDCA e de ferramentas (WERKEMA, 2000).

⁶ Poka-Yoke – “Yoke, que tem origem em yoker e significa prevenir; e poka, que significa erros de desatenção motivados por ações não adequadas de operadores.” (RODRIGUES, 2014)

Werkema (2000) tentaram determinar quais elementos fazem a efetividade do Seis Sigma. Com suas funções e foco em métricas, o processo de melhoria baseada no Seis Sigma é visto como uma contribuição nova e eficaz para a gestão da qualidade. A sigla que conceitua esse processo de melhoria é geralmente conhecida como DMAIC, que significa Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar.

O DMAIC tem uma função similar ao método PDCA, ambos são métodos de resolução de problemas. Originalmente descrito como um método de redução de variação, o DMAIC é aplicado na prática genérica de solução de problemas e na abordagem de melhoria (MCADAM & LAFFERTY, 2004)

O Seis Sigma e o método DMAIC foi desenvolvido com base no campo de engenharia de qualidade, unindo ideias estatísticas do controle de qualidade, gerenciamento de qualidade total e controle de qualidade offline de Taguchi.

A utilização do Seis Sigma significa que uma empresa que atende a um milhão de pedidos por ano e tem apenas uma oportunidade de erro por pedido com correção. 3-sigma (99,95%) terá 66.738 erros, enquanto uma empresa 6-sigma (99.9997%), que sofreria 3,4 erros, sendo demonstrado na tabela 4.

Tabela 4: Seis Sigmas - taxa de erro

1 σ	690.000 por milhão de oportunidades (taxa de erro de 69%)
2 σ	308.000 por milhão de oportunidades (30,8%)
3 σ	66.800 por milhão de oportunidades (6,7%)
4 σ	6,210 por milhão de oportunidades (0,62%)
5 σ	230 por milhão de oportunidades (0,02%)
6 σ	3,4 por milhão de oportunidade (0,001%)

Fonte: iSixSigma Staff, 2002

Park et al. (2006) asseguram que melhorar os processos de não manufatura (ou processos de serviços não primários para empresas de serviços) é uma das áreas mais fracas do sistema de qualidade de quase todas as empresas. Gijo (2014) identifica que não basta apenas a melhoria na qualidade dos processos, mas também garantir que os ganhos obtidos sejam sustentáveis.

2.4. LEAN SEIS SIGMAS

O termo Lean Seis Sigmas, surgiu do anseio de unir as boas práticas de produção com ferramentas técnicas e métodos utilizado no Seis Sigma. A metodologia Seis Sigmas é associada

ações que buscam melhoria para o processo com projetos, denominado Projeto Seis Sigmas. (RODRIGUES, 2014, p.37)

Um projeto Seis Sigmas é separado em cinco fases: D (define – definir); M (measure – medir); A (analyze – analisar); I (improve – melhorar); e C (control – controlar), cada fase tem uma função no processo de melhoria. Representada na tabela 5.

Tabela 5: As fases de um projeto Seis Sigmas

FASES	DMAIC	
Iniciação	D	Definir os processos e os objetivos com base na expectativa do cliente.
Planejamento	M	Medir o desempenho do processo.
Execução	A	Analisar o desempenho e as causas dos problemas.
Finalização	I	Melhorar o processo, eliminando os problemas.
Controle	C	Controlar o desempenho.

Fonte (RODRIGUES, 2012)

A constituição de equipes para o desenvolvimento de projetos é um elemento da infraestrutura do Seis Sigma, que contribui imensamente para o alcance das metas estratégicas empresariais. O desenvolvimento desses projetos é realizado com base em um método estruturado denominado DMAIC.

2.4.1. Define (Definir)

Esta etapa inicia-se com a definição do time bem como o seu papel, o escopo do projeto, o cronograma, a meta e o impacto financeiro estimado (MIM, 2014).

O desenvolvimento inicia-se reconhecendo e definindo o processo, o problema a ser desenvolvido e/ou resolvido. Há uma diferença nos processos de produção de produtos com serviços e operações, pois os processos funcionais devem ser divididos. Nesta etapa ocorre a definição dos parâmetros críticos do processo (KUAN, 2012).

Um dos primeiros passos para a aplicação do DMAIC é identificar e mapear processo relevante, sendo necessário descobrir qual o problema ou a oportunidade de melhoria em seus processos. É importante que a definição das metas seja com clareza, principalmente para a montagem do escopo.

É importante o levantamento dos problemas e forma quantitativa, utilizando indicadores necessários para o processo. Para uma aplicação correta dos indicadores, é necessário entender

o propósito e o que é esperado do processo, informando também qual a melhoria de KPI é esperada.

Para a elaboração do DMAIC é importante que as equipes multidisciplinares sejam formadas, compostas por pessoas que pertencem à áreas distintas ou fazem parte de diferentes partes do processo. Desta forma, o grupo pode oferecer diferentes perspectivas diante do problema.

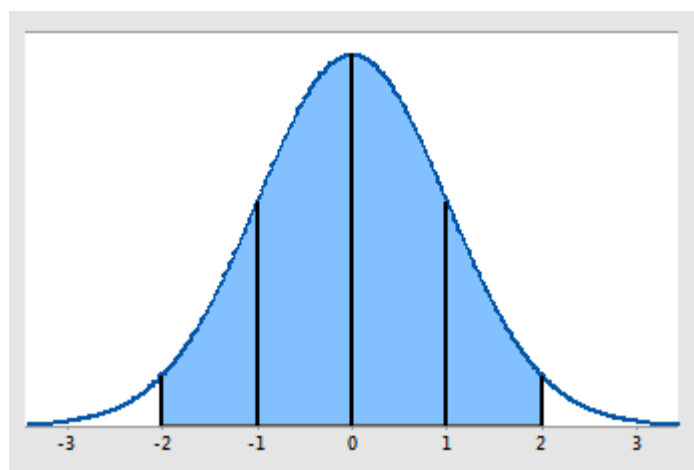
2.4.1.1. Carta de Controle

A carta de controle, também pode ser denominada de carta de Shewhart, por ter sido desenvolvida pelo estatístico norte-americano Walter Shewhart na década de 1920. Os gráficos (cartas) de controle são ferramentas para o monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo.

Na visão de Werkema (2005) a distribuição normal é um modelo estatístico que fornece uma base teórica para o estudo do padrão de ocorrência dos elementos de várias populações de interesse.

Diversas características da qualidade de interesse, principalmente aquelas associadas a processos produtivos e de serviços, seguem, pelo menos de forma aproximada, uma distribuição normal.

Figura 2: Distribuição normal



Fonte: Minitab (2020)

A carta de controle foi desenvolvida com o objetivo de ser simples e fácil, para que todas as classes do “chão de fábrica” possam compreender. Ela é formada pelo limite inferior de controle (LIC), limite superior de controle (LSC) e linha média ou central (LM), onde os

pontos são formados pelas médias das medidas das características de qualidade. (RODRIGUES, 2015).

Para controlar um processo usando gráficos de controle, o monitoramento é realizado por variáveis de entrada, com isso o fluxo do processo é interrompido para resolução quando essa variável ficar fora de controle.

Um ciclo simples de aplicação das cartas deve conter as entradas e saídas do processo, sendo possível a observação e avaliação dos dados. Tais ações podem ser mudanças nas operações (treinamento para operadores e mudanças nos materiais de entrada) ou mudanças nos elementos do processo (equipamentos, comunicação e projeto do processo) (JOHNSON et al., 2004).

As causas de variações podem ser solucionadas por meio de mudanças que devem ser incorporadas a cerca da determinação dos limites de controle.

Para a verificação de estabilidade do processo podem ser utilizadas diversas cartas ilustradas na tabela 6.

Tabela 6: Tipos de cartas de controle

Controle de variáveis	Controle de atributos
Carta x (média aritmética)	Carta p
Carta x (indivíduos)	Carta np
Carta s (desvio-padrão)	Carta c
Carta R	Carta u

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

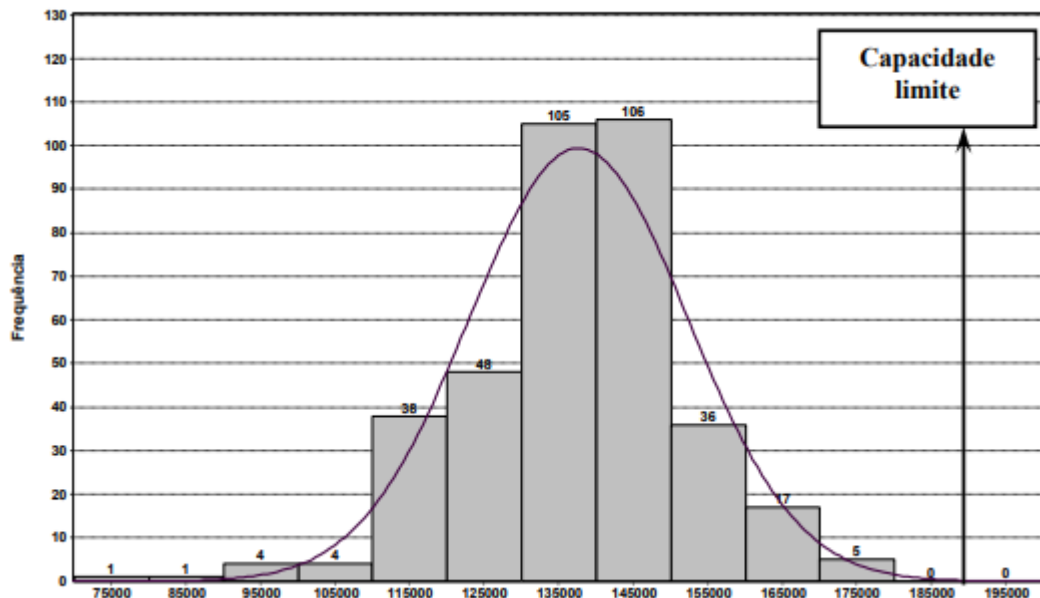
2.4.1.2. Histograma

Várias situações de dados levantadas podem ser avaliadas, com a utilização do histograma. Através do LIS (limite inferior) e LSE (limite superior), pode-se avaliar o funcionamento do sistema de produtivo. O LS em um sistema de produção pode estar associado à capacidade máxima de produção do sistema, ou seja, a vazão limite de produção. (KORUKOWA, 2002)

Outra utilidade do histograma é a possibilidade de verificar a tendência à normalidade dos dados. Esta verificação, conforme Schissatti (1998), permite avaliar a possibilidade de aplicação do CEP (Controle Estatístico do Processo).

Nas palavras de Kume (1997), “nestes casos o valor médio está no meio da amplitude dos dados, com decrescimento gradual para os extremos e com forma tendendo a serem simétricas”.

Figura 3: Histograma



Fonte: (KORUKOWA, 2002)

Para Lynch e Cloutier (2003), ao final da etapa *Define* será possível:

- a) Ter um entendimento para discussão do problema;
- b) Identificar as variáveis de entrada e saída do processo;
- c) Verificar responsabilidades, etapas do processo e estabelecer objetivos;
- d) Organizar o grupo de trabalho;
- e) Obter um entendimento do mérito do projeto;
- f) Definir bem o enunciado do problema, entender o que será melhorado e como será medido;
- g) Listar os processos e produtos;
- h) Levantar dados históricos do processo;
- i) Mapear o processo e delimitar o escopo de melhoria;
- j) Confeccionar a carta do projeto;
- k) Fazer um cronograma para o projeto.

2.4.2. Measure (Medir)

Esta etapa tem como objetivo a verificação do desempenho do processo atual, com uma análise estatística. Para a coleta de dados, pesquisas qualitativas e quantitativas são realizadas por meio de indicadores, questionários, entrevistas e arquivos de linha, esses dados são visualizados com facilidade em histogramas, gráficos de tendência, gráficos de Pareto etc. (ESCANFERLA 2015).

A etapa de medição tem como objetivo o levantamento de desempenho dos processos atuais, podendo identificar quais as carências dos processos e subprocessos.

Para Lynch e Cloutier (2003) a etapa reúne ações relacionadas a mensuração do desempenho dos processos, determinando suas variabilidades fazendo com que, ao final, seja possível:

- a) Documentar o processo existente, através do mapeamento de processos;
- b) Estabelecer as técnicas para a coleta de dados;
- c) Coletar dados necessários para a análise;
- d) Verificar se o sistema de medição é adequado;
- e) Estabelecer a situação atual das características de qualidade e das variáveis do processo;
- f) Fazer estudo de capacidade e determinar o nível sigma do processo;
- g) Apresentar dados graficamente.

A etapa de Medição tem como principais ferramentas:

- a) **Árvore de Desdobramento:** Uma ferramenta simples que auxilia na identificação das formas de estratificar o problema é a árvore de desdobramento.
- b) **Diagrama de Pareto:** Método estatístico que ajuda na tomada de decisões, permitindo a preferência de problemas, classificando-os como pouco vitais e bastante triviais;
- c) **Cartas de controle:** Ajudam a identificar as variações por causas especiais no meio do ruído gerado pelo sistema de causas comuns.

Kuan (2012) enfatiza que é nesta etapa que os fatores críticos para a qualidade, em variável de processo, são definidos.

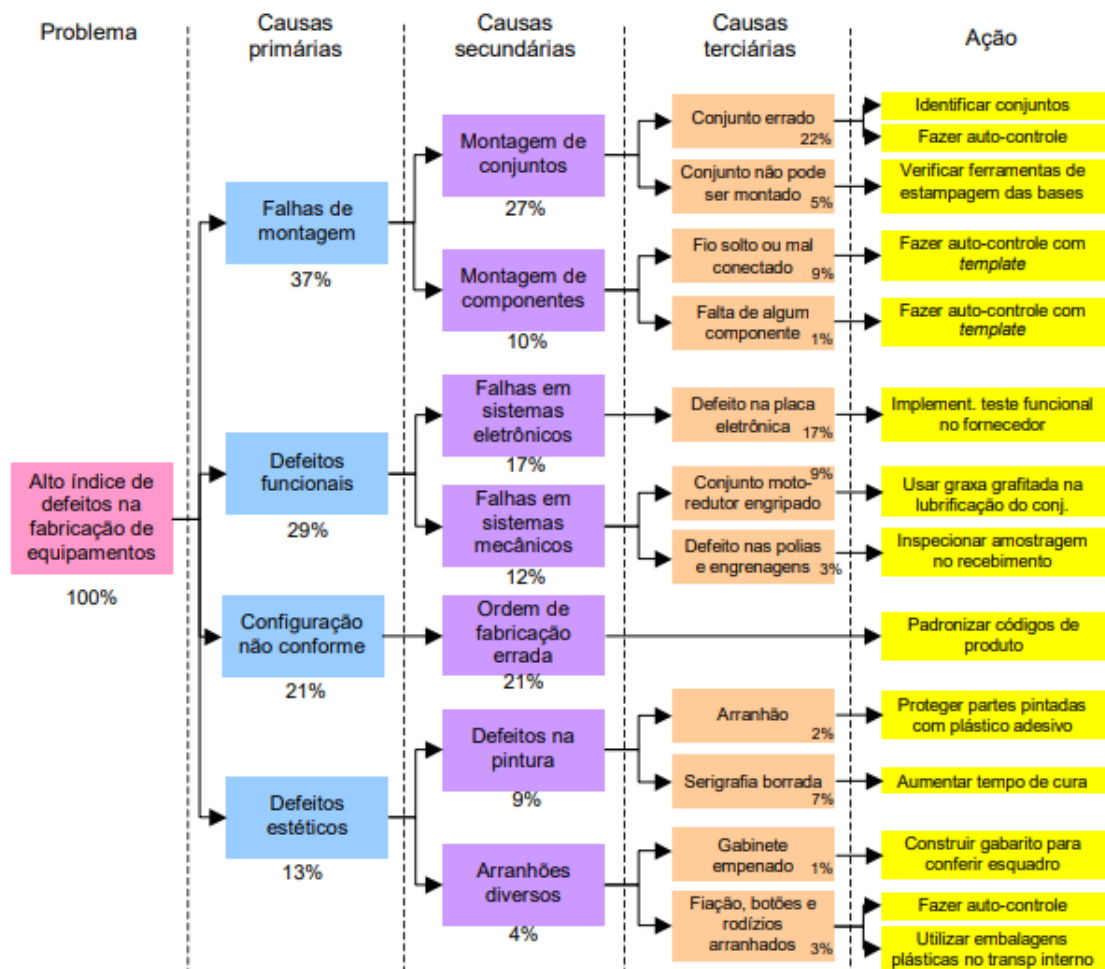
2.4.2.1. Árvore de Desdobramento

Na percepção de Oribe (2004) “O diagrama de Árvore é uma forma de identificar as causas de um problema (*Cause and Effect Tree Diagram*).Tendo utilidade para o desdobramento em tarefas e ações de um objetivo a ser atingido (*Function Tree Diagram*) ou

para o desdobramento de desejos, transformando-os em especificações (*Quality Tree Diagram*) exatamente como feito no QFD – *Quality Function Deployment*.

Comparando com o Diagrama de Causa e Efeito, percebe-se que o Diagrama não desdobra as causas secundárias e não permite identificar a seqüência de acontecimentos que antecedem a ocorrência do problema. Tendo por resultado, tendência a escolher a causa raiz, nomeando, e não descobrindo a causa. ORIBE (2004). Representado pela figura 4.

Figura 4: Processo de análise e solução de problemas



Fonte: ORIBE (2004)

2.4.2.2. Diagrama de Pareto

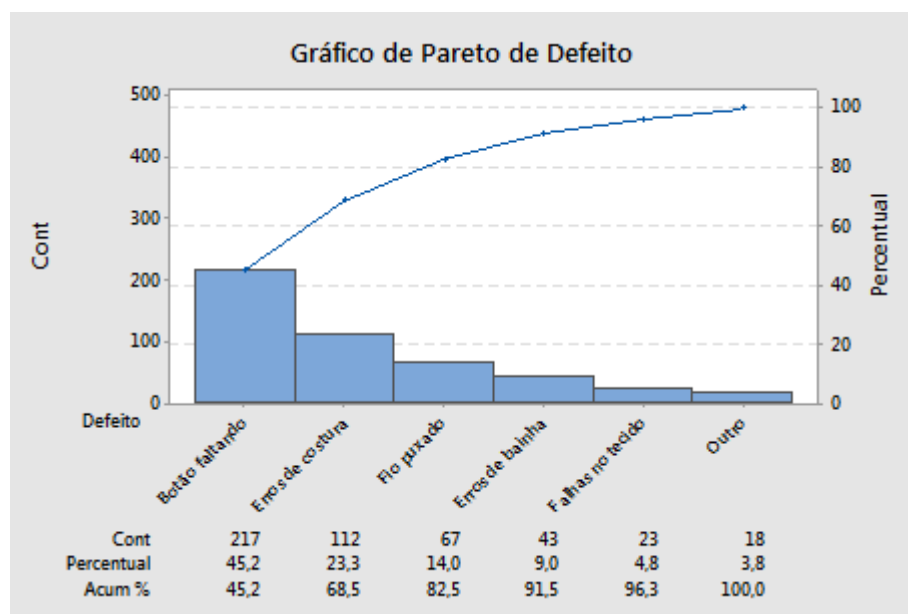
O Diagrama de Pareto é uma representação gráfica de dados obtidos em um determinado problema, que tem o objetivo de ajudar na identificação dos aspectos prioritários que devem ser trabalhados (TOLEDO, 2013).

Britto (2016) diz que o diagrama de Pareto é uma ferramenta que, a partir de um gráfico de barras, que ordena de forma decrescente as frequências das ocorrências.

Para Oliveira (2017), o gráfico de Pareto é uma forma gráfica de barras com elementos que são colocados em ordem decrescente, onde é possível identificar fatores que contribuem para um problema

Marshall et al (2010) afirmam que a maior parte dos problemas estão relacionados a poucos, mas de grande e principais causas. O gráfico de Pareto, na figura 5 apresenta os pontos defeituosos que devem ser priorizados para que seja resolvido, com o objetivo de otimizar o processo.

Figura 5: Gráfico de Pareto



Fonte: Minitab (2019)

O Diagrama de Pareto demonstra a importância relacionadas as variáveis de um problema, indicando o quanto cada uma das variáveis representa, percentualmente, em relação ao problema demonstrando as ocorrências por categorias. (SANTOS, 2003)

2.4.2.3. Cronoanálise

Do ponto de vista de Oliveira (2009), a cronoanálise é um método na qual é utilizado para fazer a cronometragem através de análises do tempo em que um colaborador leva para concluir uma etapa do processo produtivo, permitindo um tempo de tolerância para fadiga.

A cronoanálise enfatiza a divisão das operações e a real capacidade do operador e executar as etapas do processo, enquanto Gilbreth, os movimentos e os aspectos ligados à fadiga e à economia dos movimentos desnecessários (SUGAI, 2003).

Para Oliveira (2009), “a cronometragem é uma ferramenta que evidencia os pontos importantes para uma amostragem de tempos”:

- Real capacidade do operador para a cronometragem;
- Número de medições exigidas para uma análise confiável;
- Avaliação de tolerância em porcentagem para cada operação.

A tabela 7 abaixo mostra a importância da cronoanálise em três setores: industrial, profissional e na vida prática.

Tabela 7: Importância da cronoanálise nos setores

Na indústria	Profissionalmente	Na vida prática
Em todos os campos	Satisfação Profissional	Aguça o senso analítico
Engenharia de Produtos	Visão global	Aviva o raciocínio
Engenharia de projetos	Mudanças constantes	Rapidez nas decisões
Planejamento	Aperfeiçoamentos	Previsões
Produção	Saber o que é importante	Confiança e segurança
Programação	Confiança e segurança de decisões	Saber o que lhe convém
Administração	Objetividade	Padrão de vida

Fonte: Bortoli (2013) apud Toledo Jr.; Kiratomi, 1997 p.20

2.4.3. Analyse (Analisar)

A etapa de análise tem como objetivo gerar uma lista priorizada das variáveis que influenciam nos indicadores de processo, sendo necessário a estudar os dados coletados com a utilização de ferramentas estatísticas que auxiliam na realização das análises.

A etapa de análise tem como objetivo gerar uma lista priorizada das variáveis que influenciam nos indicadores de processo, sendo necessário a estudar os dados coletados com a utilização de ferramentas estatísticas que auxiliam na realização das análises (JAGLAN, 2012).

O foco é determinar a causa raiz do problema, além de comparar e priorizar oportunidades de melhoria com antecedência (MIM, 2014). Para Escanferla (2015), é relevante a ciência do conjunto de ações para estruturar um plano de ação que atue na causa real, e não somente no efeito, tornando a melhoria sustentável.

Carvalho (2013) diz que nesta fase, é quase imprescindível a utilização de software estatístico, pois facilita imensamente os cálculos e gráficos necessários.

É necessário descobrir as causas, geradoras de defeitos e as fontes de variações no processo, as não conformidades do processo.

As principais ferramentas utilizadas nessa etapa são:

- a) FMEA: uma ferramenta que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo.
- b) Mapa de processo: desenho gráfico mais detalhada do processo. Onde se encontram as etapas, e dados do que agrega ou não valor;
- c) Diagrama de Causa e Efeito: essa ferramenta consiste em um estudo de causas para um delimitado efeito por meio de um *brainstorming*⁷. Ela também é conhecida como Diagrama de Ishikawa.
- d) Boxplot: representação gráfica feita utilizando as alusões de valor mínimo e máximo, mediana e outliers, primeiro e terceiro quartil.
- e) 5 Porquês: É uma técnica utilizada para identificar a causa raiz de um defeito ou problema. Esta ferramenta garante uma análise mais aprofundada que o Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa).
- f) Matriz de Priorização: Uma matriz que ajuda uma empresa a identificar quais problemas em suas operações e negócios devem ser priorizados.
- g) Análise de Regressão: Método de estudo da relação entre variáveis com a finalidade de descobrir qual das variáveis ditas como causas do problema são realmente importantes.

2.4.3.1. 5 Porquês

Com base na realização de perguntas nas quais é colocado em questão o motivo de determinado problema, sempre questionando a causa anterior. Segundo Serrat (2009), O número de cinco questionamentos é variável, pois é possível encontrar a causa raiz antes ou até mesmo com mais perguntas.

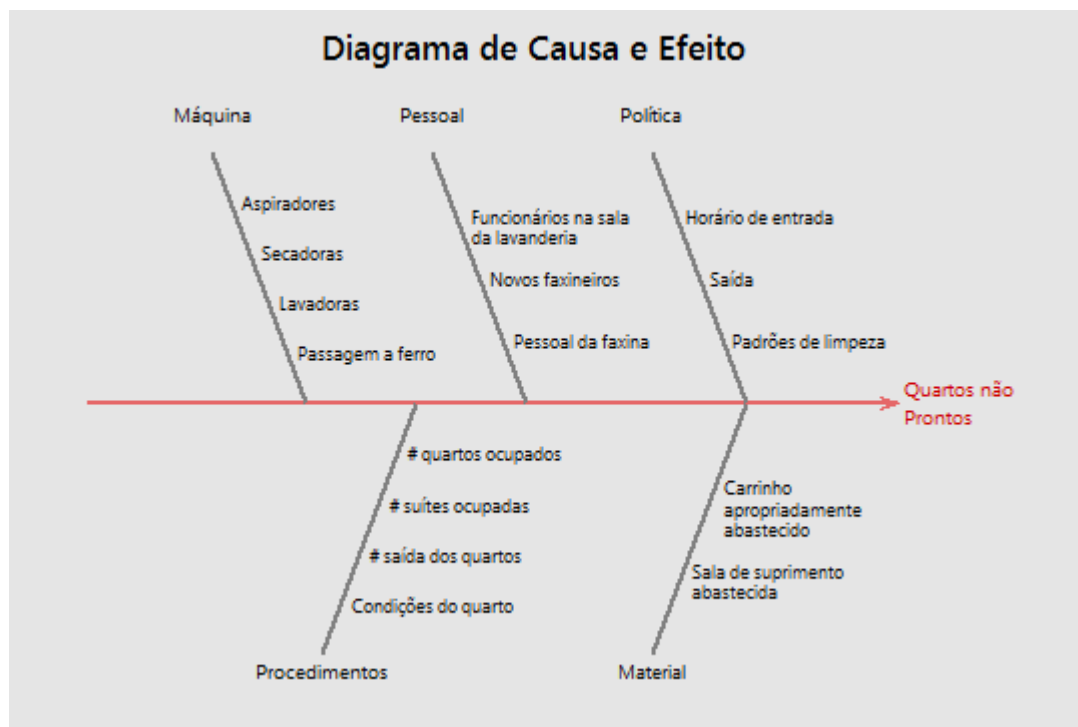
Desenvolvida por Ohno (1997), tem por objetivo determinar o que aconteceu, por que aconteceu e descobrir o que fazer para reduzir a possibilidade de acontecer novamente. Eventualmente as causas dos problemas são levantadas em reuniões de *Brainstorming*. Na qual são levadas em consideração as causas mais prováveis, e participantes propõem soluções.

⁷ *Brainstorming* – Tempestade de ideias

2.4.3.2. Diagrama de Ishikawa – Diagrama de Causa e Efeito

Criado na década de 60, por Kaoru Ishikawa, o Diagrama de Causa e Efeito, denominado por muitos como Diagrama de Ishikawa é uma representação gráfica que auxilia a verificar, examinar e manifestar possíveis causas de um processo, ocorrência ou problema (PEINADO, 2007).

Figura 6: Diagrama de Ishikawa



Fonte: iSixSigma Staff, 2002

Bezerra (2017) diz que o diagrama de Ishikawa é um gráfico no formato de uma espinha de peixe, com o objetivo de descobrir as possibilidades das causas e razões de problemas que ocorrem.

Roth (2011) define o diagrama de espinha de peixe como uma metodologia de análise e representação de fatores que influenciam (causas) em um determinado problema (efeito).

2.4.4. *Improve (Melhorar)*

Etapa de realização da melhoria do processo já existente, onde se faz necessidade que, os dados obtidos na fase anterior tenham sido convertidos em elementos do processo e a partir destes dados, empregará alterações necessárias com o objetivo de cumprimento da meta pré-estabelecida.

Esta etapa tem como característica principal, o objetivo de gerar aperfeiçoamentos e a redução dos índices do problema, através da utilização de experimentos estatísticos (MIM, 2014). É nesta fase que deve-se executar o Plano de Ação.

As melhorias se materializam nas variáveis vitais do processo, através da quantificação dos efeitos nas Características Críticas para a Qualidade (CTQs - *Critical to Quality*), chegando nas metas financeiras e de desempenho. São ferramentas importantes para a etapa de melhoria:

DOE (Design Of Experiments): Planejamento de experimentos. Procedimento onde realiza-se alterações em fatores controláveis de um processo ou produto para identificar quais os fatores que mais influenciam em seu comportamento e como utilizá-los a seu favor.

Kaizen: Um método, como uma espécie de reunião com duração de 3 a 5 dias, conduzido por uma equipe formada com pessoas de diferentes setores e funções com objetivo da resolução de problemas e melhoria contínua.

5S: Uma técnica utilizada a partir do significado do nome, que possui como base os cinco “senso” de limpeza e organização da cultura nipônica. Os termos em japonês são: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu* e *Shitsuke*, que, ao serem traduzidos são definidos como: Senso de Utilização, Senso de Organização, Senso de Limpeza, Senso de Saúde e Senso de Autodisciplina.

Plano de Ação (5W2H): É uma ferramenta de gestão utilizada para planejamento e acompanhamento de atividades necessárias para atingir determinados objetivos e metas. O conceito do termo significa que uma ação determinada a partir de sete respostas às seguintes questões baseadas no processo determinado:

- a) O que deve ser feito?
- b) Por que esta ação deve ser realizada?
- c) Quem deve realizar a ação?
- d) Onde a ação deve ser executada?
- e) Quando a ação deve ser realizada?
- f) Como deve ser realizada a ação?
- g) Qual será o custo da ação a realizar?

2.4.5. Control (Controlar)

A última fase do processo DMAIC destaca que as melhorias serão sustentadas, monitorando os desempenhos das mesmas. Nesta etapa as melhorias de processos são documentadas e institucionalizadas (MIM, 2014). Em resumo, o objetivo é criar mecanismos para garantir a sustentação dos resultados obtidos.

O mecanismo de controle e monitoramento da variação do processo é mantido através de gráficos de controle estatístico (KUAN, 2012), o uso da Carta de Controle nessa fase é muito importante para entender o novo comportamento do processo.

Escanferla (2015) destaca que dependendo das mudanças implantadas, há necessidade de treinamento com as pessoas envolvidas, para que sejam aptas a desenvolverem seus trabalhos de acordo com os novos padrões. São ferramentas da fase de controle:

- a) Padronização: Com a finalidade da redução da variação do processo, a padronização das atividades a partir do consenso quanto a melhor forma de se executar uma atividade faz com que os melhores resultados sejam alcançados.
- b) *Poka-Yoke*: Tem como objetivo detectar e corrigir erros de um processo e/ou prevenir a ocorrência do erro.
- c) Carta de controle: Assim como na etapa de Definir, as Cartas de Controle são utilizadas para monitorar e controlar a variação do processo.
- d) OCAP: é um instrumento utilizado com a finalidade definir ações que identifiquem possíveis anomalias e que devem ser eliminadas para a otimização de processos

3. DESENVOLVIMENTO

Este capítulo tem por objetivo uma breve apresentação da empresa na qual se efetuou a implementação da metodologia LSS, bem com as metas, passando pela descrição do processo/produto onde o estudo terá incidência.

3.1.INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso teve início a partir de março até junho de 2020, na indústria na qual não será nomeado por questões de privacidade será nomeada durante o estudo de XYZ, localizada no Rio de Janeiro – Duque de Caxias.

Em 1979, os oxigenadores eram feitos de aço reutilizados, foi quando o fundador da empresa decidiu por produzir oxigenadores descartáveis para cirurgias cardíacas. A empresa iniciou em um Galpão, ela se chamava DMG se tornou a pioneira na comercialização desse produto, desenvolvendo a linha de montagem cardíaca. Em 1990, a DMG foi comprada e anuncia uma nova estratégia de mercado, desenvolveu a Linha Hospitalar com produtos criados a partir da necessidade de quem manuseia e para maior segurança do paciente. Durante anos a XYZ se dedicou a essas duas linhas de montagens sempre procurando inovar, porém deixaram de produzir os produtos da linha de montagem cardíaca e criaram a linha de cirurgia torácica. Em seguida são enumeradas algumas datas importantes.

1979 – Pioneira na comercialização de oxigenadores descartáveis

1990 - Criação da Linha Hospitalar

2016 – Encerramento da Linha Cardíaca, que fabricava os oxigenadores.

2018 – Criação da Linha de Cirurgia Torácica

A indústria tem em cerca de 200 funcionários na área de instrumentos hospitalares que contam com o suporte dos departamentos produtivos diretos: Manufatura (Polímeros); Qualidade; Montagem; Embalagem; Esterilização e Expedição. E departamentos produtivos indiretos: Finanças; Recursos Humanos; Contábil e Pesquisa e desenvolvimento (P&D).

3.1.1. Identificação dos processos

Para dar início ao estudo de caso foram separados os processos e o resumo das atividades existentes atualmente na XYZ. A tabela 8, apresenta o que ocorre e as atividades da XYZ com relação ao processo produtivo.

Tabela 8: Processos e atividades relacionados ao processo produtivo.

Nome do processo	Resumo da atividade
Processo de recebimento de materiais	Recebimento de material
	Identificação da situação do material (placas: verde, azul e vermelha)
	Lançamento da NF no sistema informatizado
	Realização da transferência entre locais de armazenagem
Processo de entrada de materiais para o almoxarifado	Classificação e conferência da NF com o pedido no sistema informatizado
	Lançamento dos dados da NF no sistema informatizado
	Distribuição para os setores de fabricação.
Processo de transformação de Polímeros	Recebimento de matéria prima
	Transformação dos polímeros em componentes
	Movimentação para o setor de almoxarifado de componentes
Processo de montagem	Recebimento de componentes
	Recebimento da OP via sistema informatizado
	Montar produtos de diferentes linhas conforme OP
	Transferência por um sistema de rolamento (esteira) para o setor de embalagem final.
Setor de embalagem	Recebimento da OP via sistema informatizado
	Recebimento dos produtos acabados do setor de montagem.
	Encaixotamentos dos produtos
	Transferência para esterilização
Esterilização	Transferência da carga a ser esterilizada para o pré-condicionamento

Expedição	Carregamento a câmara de esterilização
	Transferência da carga para a aeração
	Transferir para o setor de Expedição.
	Recebimento dos produtos aerados
	Separação dos produtos acabados
	Lançamento no sistema informatizado
	Recebimento de NF
	Separação dos produtos a serem expedidos
	Expedição dos produtos

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Diante a uma conversa com os tomadores de decisão da XYZ, ficou definido que o projeto de melhoria seria no processo de montagem de produtos por ser o setor na qual não está atendendo as ordens de produção programadas, segundo aos tomadores de decisão é o setor a qual necessita da melhoria em questão.

Na tabela 9, encontra-se a lista de linhas de produção responsáveis pela fabricação dos produtos hospitalares. Esses produtos são montados nas respectivas linhas abaixo no setor de montagem, o setor é responsável por montar produtos da divisão hospitalar e torácica.

Tabela 9: Divisões de montagem

Divisão Hospitalar	Divisão Torácica
Linha de Vácuo	Physiodrain
Linha de Frasco	
Linha do Kit de Monitoramento de Pressão (KMP)	
Linha de Tubos	SafeCEC
Linha do Dreno	
Linha do Zammivac	

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A divisão Hospitalar é a responsável por produzir produtos para consumo, sendo eles 100% descartáveis.

A divisão do trabalho é seguida da forma em que cada operador executa poucas e simples ações, e que o líder tem como função fiscalizar a execução dos operadores com as tarefas, uma produção completamente manual. Essa divisão é a responsável por 90% do faturamento da empresa, por abrigar os produtos que mais vende.

Cada linha é responsável pela produção de uma família de produtos, podendo haver produtos de diferentes utilidades. Conforme demonstra lista abaixo:

- **A Linha de Vácuo:** é responsável pela produção de frascos na qual tem por função coleta de secreções e expurgo, através de aspiração; Aspiração das vias aéreas através de cateter de aspiração; Sistema fechado de aspiração ou broncoscopia. De igual forma, pela aspiração gástrica ou enteral através da endoscopia ou colonoscopia.
- **A Linha de Frasco:** é responsável por coletar de amostra de secreção traqueal e/ou lavado broncoalveolar por meio de aspiração direta ou broncoscopia; Pela aspiração das vias aéreas de cateter, sistema fechado de aspiração ou broncoscopia e aspiração do conteúdo gástrico ou intestinal durante os exames de endoscopia e colonoscopia.
- **O Kit de Monitoramento de Pressão KMP:** é um produto de alta tecnologia é responsável por fazer a leitura da pressão com precisão ele tem utilidade em terapias intensivas.
- **A Linha de Tubo:** é composta por extensões que tem a responsabilidade pela condução de gases e aspiração, para procedimentos cirúrgicos de lipoaspiração, insuflador de CO₂ para videolaparoscopia e extensões que intermediam dispositivos médicos às linhas de oxigênio; Irrigadores de alto fluxo em procedimentos de abordagem artroscopia e cirurgias urológicas, acessórios para auxiliar em procedimentos que necessitam de irrigação com soluções (soro fisiológico, água destilada) em bolsas de sistema fechado e por perfuzores responsável pela perfusão de órgãos para transplante.
- **A Linha do Dreno:** é responsável por produtos que fazem a drenagem do tórax, pleural e mediastinal e aspiração em grandes cavidades, cirurgias ortopédicas e afastamento de órgãos.
- **A Linha do Zammivac:** que tem por função a aspiração por sucção contínua no pós-operatório.
- Já a divisão torácica é de mais sofisticação sendo produtos de baixa produção e de mais especialização por serem produtos de maior complexidade, composta por uma equipe de 3 funcionários, onde um lidera e executa a montagem do produto. De diferente forma, são produtos não pertencentes a uma linha de montagem, apenas a divisão.
- **O Phyodrain:** é um produto de nova tecnologia no mercado pois permite a expansão pulmonar completa sem o uso de vácuo pois tem um sistema de drenagem torácica à seco, que devido a sua exclusiva válvula antirrefluxo, que permite a drenagem de ar e/ou

líquido de forma segura e eficiente, restabelecendo a pressão negativa pleural fisiológica.

- **O SafeCEC:** é um produto cardíaco que é uma válvula unidirecional que previne o fluxo retrógrado de sangue na linha arterial em procedimentos de circulação extracorpórea.

Após análise dos produtos produzidos nas divisões de montagem torácica e hospitalar, foi possível concluir que para cada família de produtos possui uma particularidade e características diferentes, com isso os tomadores de decisão analisaram que pela urgência de situação atual da indústria o foco tem que ser do produto de mais necessidade no momento. Foi realizado um levantamento dos pedidos que vem sendo realizados e viram que o produto Extensão Hospitalar pertencente a linha de tubo era o que necessitava de melhorias em caráter imediato.

3.1.2. O produto

O estudo de caso irá incidir na fabricação da Extensão Hospitalar demonstradas nas figuras 7 e 8, pertencente a Linha de Tubo, uma vez que este tem uma elevada demanda ocasionando um elevado volume de produção. Dessa forma, serão descritos os processos produtivos do mesmo e os fluxos de materiais a eles associados.

Figura 7: Extensão para oxigênio (OX)



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

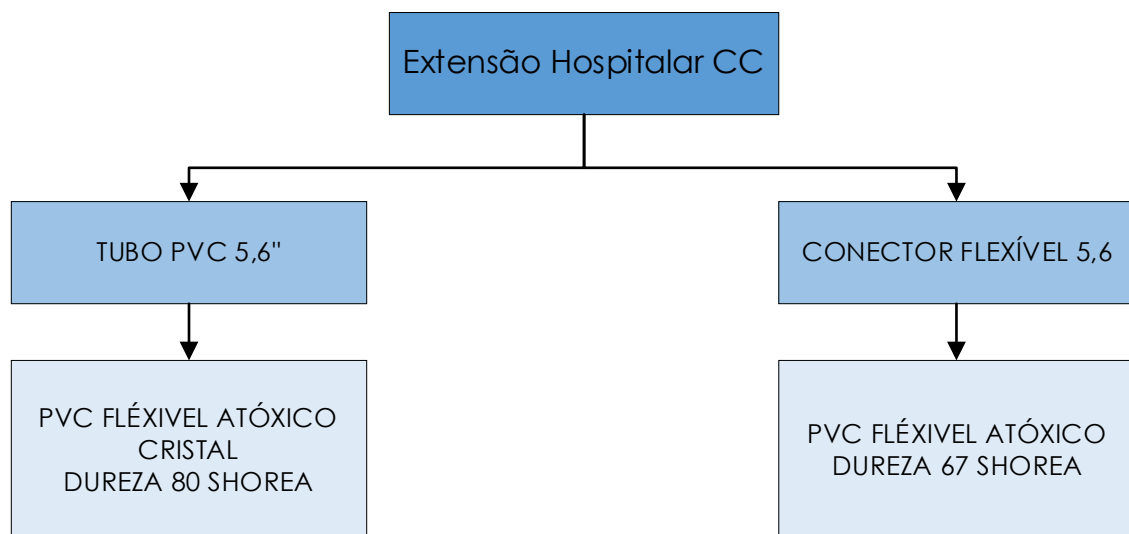
Figura 8: Extensão para centro cirúrgico (CC)



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na figura 9, encontra-se a estrutura analítica dos componentes que constituem o produto em estudo, Extensão Hospitalar.

Figura 9: Estrutura Analítica do Produto



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

3.1.2.1. O fluxo de produção

O fluxo de produção do produto Extensão Hospitalar representado na figura 13 é formado por 2 áreas de produção distintas: Transformação de Polímeros e Divisão de Montagem. Estas áreas de produção possuem almoxarifados distintos: Almoxarifado de matéria prima e Almoxarifado de componentes. Demonstrado na figura 10 abaixo, representando o fluxo produtivo através de cores, abaixo.

Figura 10: Fluxo de produção em duas etapas distintas

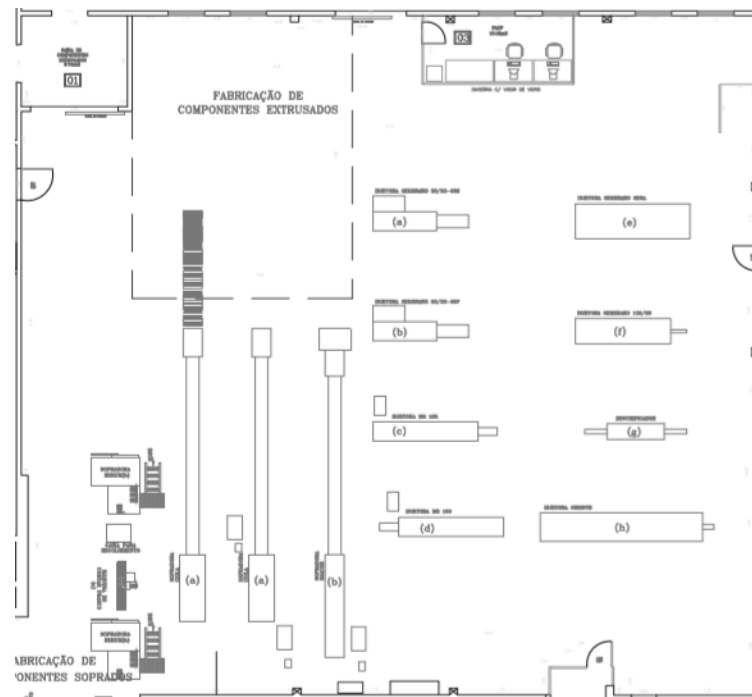


Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Como já dito o processo de produção do produto Extensão Hospitalar é formado por duas fases, desenvolvidas nas seguintes áreas:

- **Transformação de Polímeros** – Setor onde existe a transformação de polímeros em componentes através do processo de injeção, extrusão e/ou sopro por moldes. No caso do produto Extensão Hospitalar, o tubo é extrudado e o conector é injetado com um termoplástico chamado PVC. Conforme figura 11 do setor de transformação, abaixo.

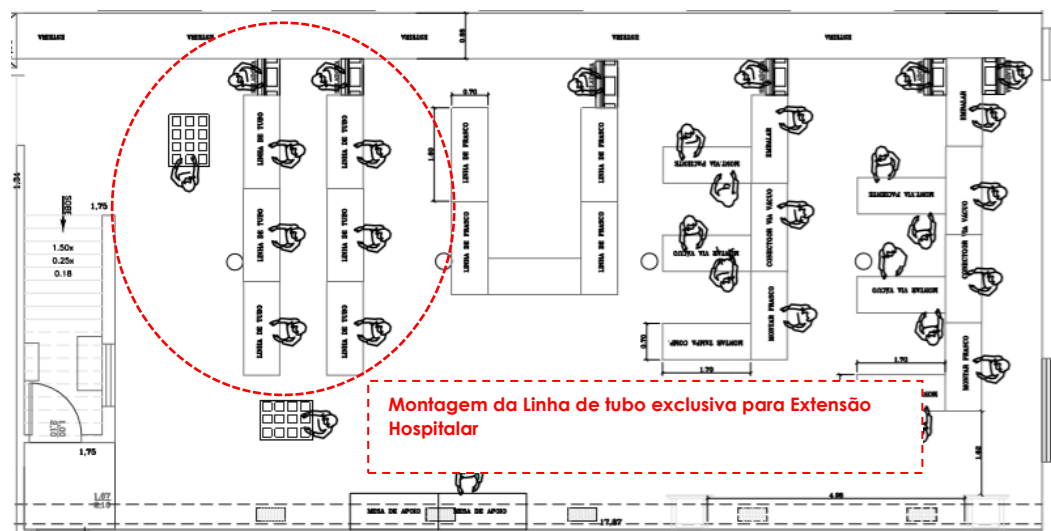
Figura 11: Configuração do setor de transformação de Polímeros



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

- Divisão de montagem** – No processo de montagem do produto Extensão Hospitalar pertencente a linha de tubos é composta por dois postos de trabalho e duas máquinas seladoras. O processo é diferente dos demais processos do setor por não seguir um fluxo de um processo em linha dentro de uma célula, ele envolve pegar os tubos, colar conectores, colocar na embalagem primária e selar. A partir daí enviado para o setor de embalagem final pela esteira na qual não estudamos o processo. Conforme figura 12 do setor de montagem, abaixo.

Figura 12: Setor de montagem Hospitalar

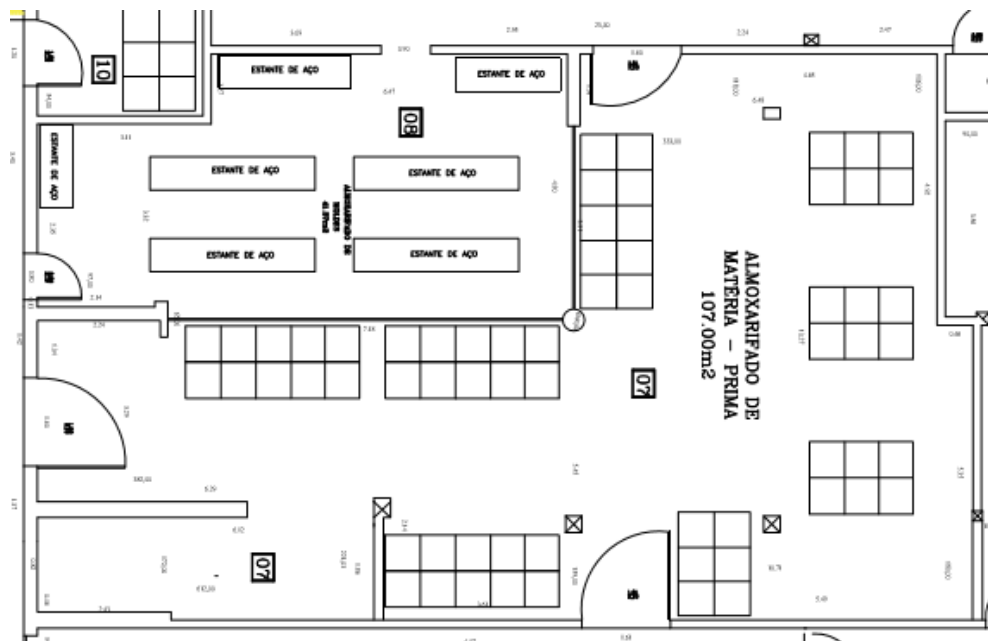


Fonte: Elaborado pela autora (2020)

As áreas citadas acima, têm correlação os seguintes almoxarifados, demonstrados nas figuras 13 e 14.

- **Almoxarifado de matéria prima:** Almoxarifado das matérias-primas chamadas Polímeros como o PVC, PEBD, PEBA, PP entre outros.
- **Almoxarifado de componentes:** Almoxarifado de componentes dos produtos extrudados, injetados e soprados no setor de polímeros tanto quanto os importados. Armazenados por lotes de fabricação em ruas.

Figura 13: Almoxarifado de matéria prima

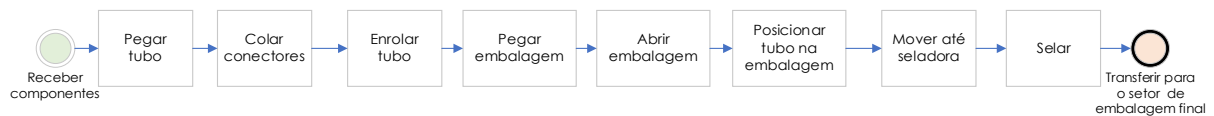


Fonte: Elaborada pela autora (2020)

O setor é constituído por dois pavimentos onde as linhas de montagens são distribuídas, como já dito, cada umas dessas linhas são responsáveis por produtos de famílias de montagem distintas, os processos ocorrem de forma diferente, se mantendo apenas o fluxo de entrada e saída de material de forma padronizada.

O processo de montagem da Extensão Hospitalar se localiza no 1º pavimento do setor de montagem. O processo é realizado por um operador por ser um processo simples, onde um colaborador consegue executar a maior parte do processo, ele enrola, cola, embala e aguarda alguém pegar para ser selado, conforme demonstrado na figura 15 abaixo.

Figura 15: Processo de montagem - Extensão Hospitalar



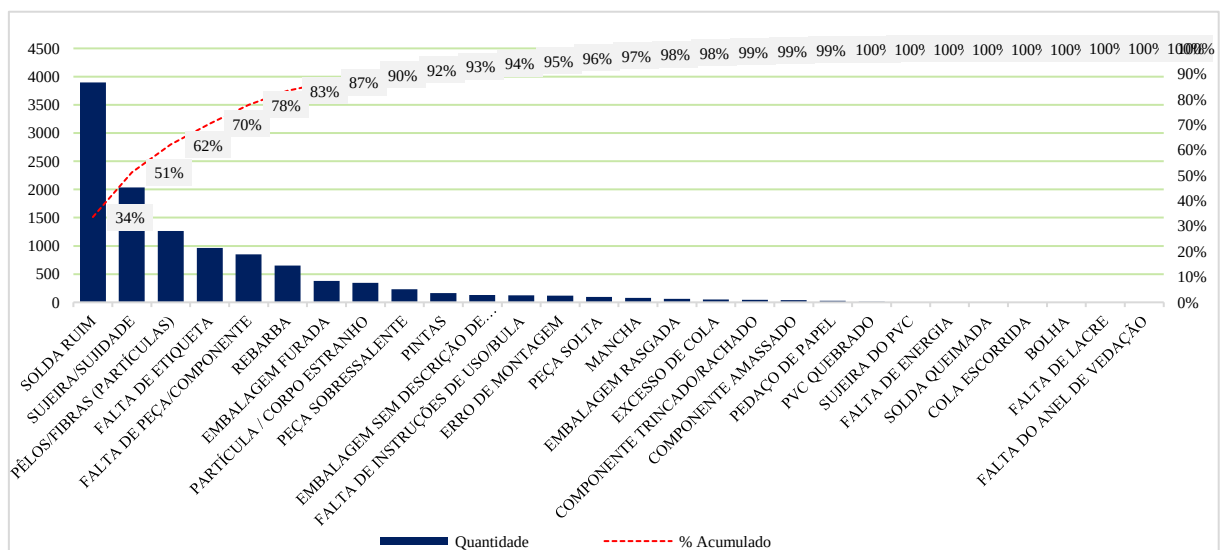
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

É um processo parado em uma única posição, composta por 6 recursos fazendo a mesma coisa, e 2 recursos recolhendo para selar em um turno de trabalho de 10 horas de segunda a quinta e 9 horas as sextas, completando as 49 horas semanais por colaborador.

3.1.3.1. Retrabalhos mais comuns

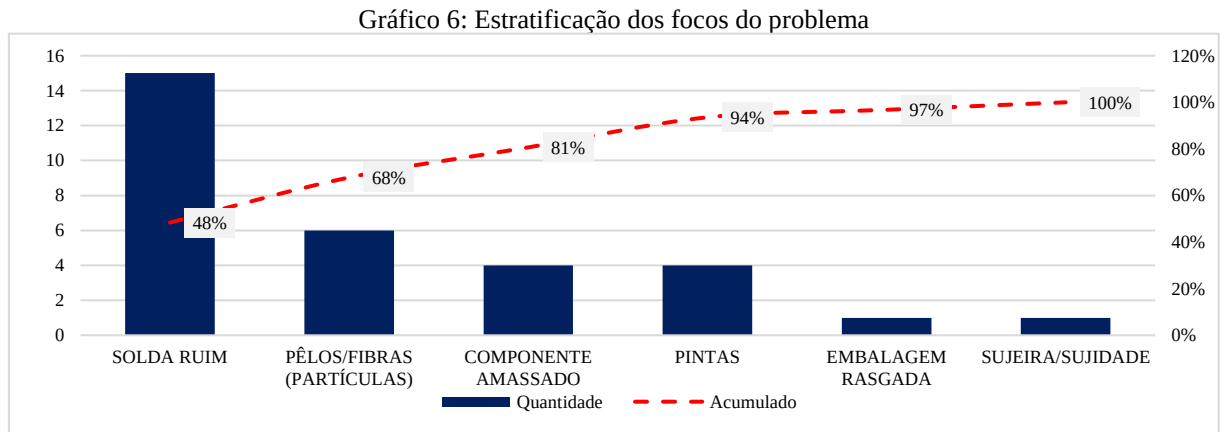
Num processo de montagem, são diversos os retrabalhos que o produto pode apresentar. Esses defeitos podem ter origem em inúmeras causas.

Gráfico 5: Gráfico de Pareto



Fonte: Elaborada pela autora (2020)

Para ter um maior entendimento dos tipos de retrabalho que podem gerar desperdícios no processo de montagem da Extensão Hospitalar foi realizado uma estratificação dos focos dos problemas do gráfico de Pareto 5 acima referente ao mês de março, demonstrado no gráfico 6 abaixo:



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Com base no gráfico acima foi realizado um levantamento através de pesquisa e conhecimento adquirido na linha de montagem para melhor entender o impacto de cada defeito encontrado.

- Solda Ruim – Embalagem primária não solda direito, apresenta bolha na soldagem, soldado de mal jeito;
- Pelos/fibras – Componente apresenta uma fibra branca minúscula;
- Componente amassado – PVC amassa dentro da embalagem, correndo o risco de colaba;
- Pintas – Pintas apresentadas nos tubos;
- Embalagem Rasgada – rasgos na parte de trás da embalagem;
- Sujeira/Sujidade – Algum tipo de macha em alguma parte da embalagem/componente.

3.2.IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

O uso da ferramenta DMAIC tem como foco principal a melhoria do processo de montagem da Extensão Hospitalar, através do aumento da produtividade mantendo a qualidade do produto. Ao longo das fases de implementação da metodologia serão aplicadas ferramentas que irão auxiliar no objetivo em questão.

3.2.1. Define (definir)

Na fase *Define* (definir) é fundamental saber com clareza o escopo do projeto, qual o objetivo e a equipe que participara na sua realização. Conforme demonstrado na figura 16 abaixo:

Figura 16: Fase definir



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

O contexto do projeto é a melhoria do processo de montagem da Extensão Hospitalar, através da redução de atividades que não agregam valor para o cliente final. O problema caracterizado foi a “baixa capacidade do processo produtivo do produto Extensão Hospitalar”. Com base nisso, foram estudados os possíveis agentes que afetam diretamente na capacidade do processo produtivo.

Para atender a demanda a gerência estabeleceu uma produtividade mínima diária para cada especificação de Extensões Hospitalares, representadas na tabela 10, abaixo. Podendo variar em 10% tanto para cima (LSE) quanto para baixo (LIE).

Tabela 10: Produtividade Esperada (valor nominal)

Cód	Descrição	Produtividade Esperada
9532	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 2,0m	150
9543	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 3,0m	166
9544	Ext. Hospitalar CC 6,4 mm - 3,0m	57

9553	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 6,0m	76
9563	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 4,0m	41
9565	Ext. Hospitalar OX 4,7mm - 1,5m	182
9566	Ext. Hospitalar OX 4,7mm - 2,0m	165

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Iniciando pela coleta de dados, uma amostra de 30 dias produtivos entre 01/mar a 31/mar, foi analisada a produtividade e com base nos dados levantados foi possível analisar a média da produtividade das extensões montadas. Demonstrada na tabela 11 abaixo:

Tabela 11: Produtividade (Média)

Cód	Descrição	Produtividade Realizada
9532	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 2,0m	120
9543	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 3,0m	86
9544	Ext. Hospitalar CC 6,4 mm - 3,0m	57
9553	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 6,0m	76
9563	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 4,0m	41
9565	Ext. Hospitalar OX 4,7mm - 1,5m	167
9566	Ext. Hospitalar OX 4,7mm - 2,0m	150

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Após recolher esses dados, foram comparados com a meta estabelecida pela gerência, a produtividade realizada x esperada, conforme demonstra a tabela 12 abaixo.

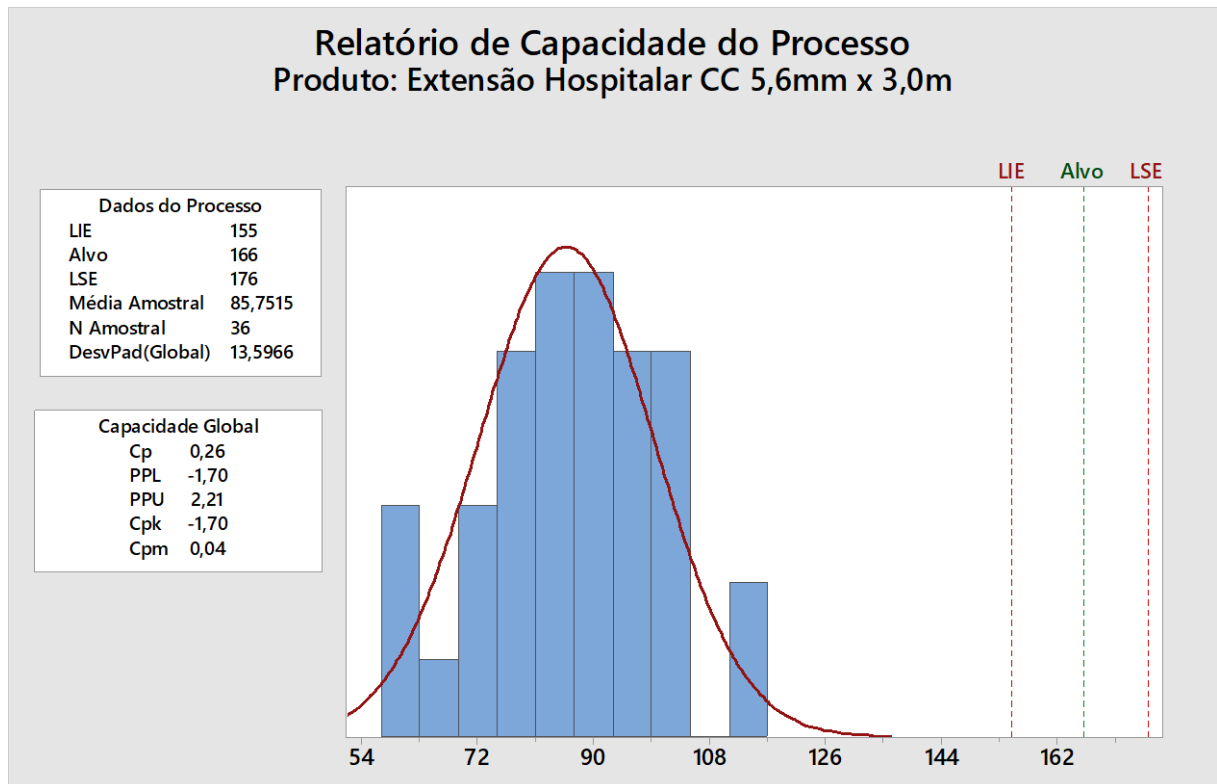
Tabela 12: Produtividade Realizada x Produtividade Esperada

Cód	Descrição	Produtividade Realizada	Produtividade Esperada	%
9532	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 2,0m	120	150	80%
9543	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 3,0m	86	166	52%
9544	Ext. Hospitalar CC 6,4 mm - 3,0m	57	57	100%
9553	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 6,0m	76	76	100%
9563	Ext. Hospitalar CC 5,6mm - 4,0m	41	41	100%
9565	Ext. Hospitalar OX 4,7mm - 1,5m	167	182	92%
9566	Ext. Hospitalar OX 4,7mm - 2,0m	150	165	91%

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Foi possível notar que, a Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m é a que tem o menor desempenho, sendo de 52% da produtividade solicitada pela gerência. Assim foi realizado um gráfico de capacidade do processo, representado no gráfico 7 para avaliar se o processo é capaz de atender a especificação da gerência.

Gráfico 7: Análise da Estatística do Processo



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

De acordo com o gráfico 7, os índices apontam um processo desequilibrado com um Cp igual a 0,26, que representa uma alta variabilidade do processo. Entende-se que o processo é incapaz, com um Cpk no valor de -1,70, obtendo resultados fora do limite de controle, e um desvio padrão de 13,59.

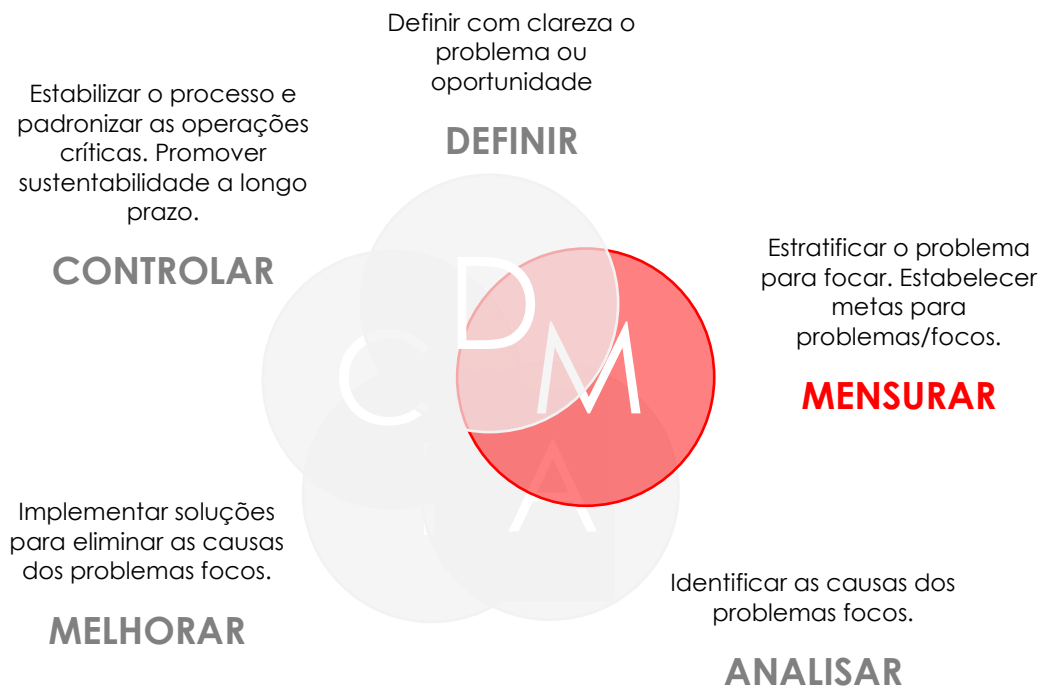
Com isso o gerente de produção pretende aumentar em 89% (de 86 para 163) o nível de desempenho, ou seja, obter cerca 98% de desempenho no processo em questão na Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m até o dia 01/06/2020

O estudo de caso teve início em março e terminará 1 de junho do mesmo ano. Os envolvidos no estudo são os colaboradores do setor de montagem (encarregados, colaboradores e apontadores), analista de processos e o gerente de produção.

3.2.2. Measure (medir)

A fase *Measure* (medir) tem por objetivo, estratificar o problema para focar no ponto mais importante e estabelecer metas para o processo. Conforme demonstra figura 17 abaixo.

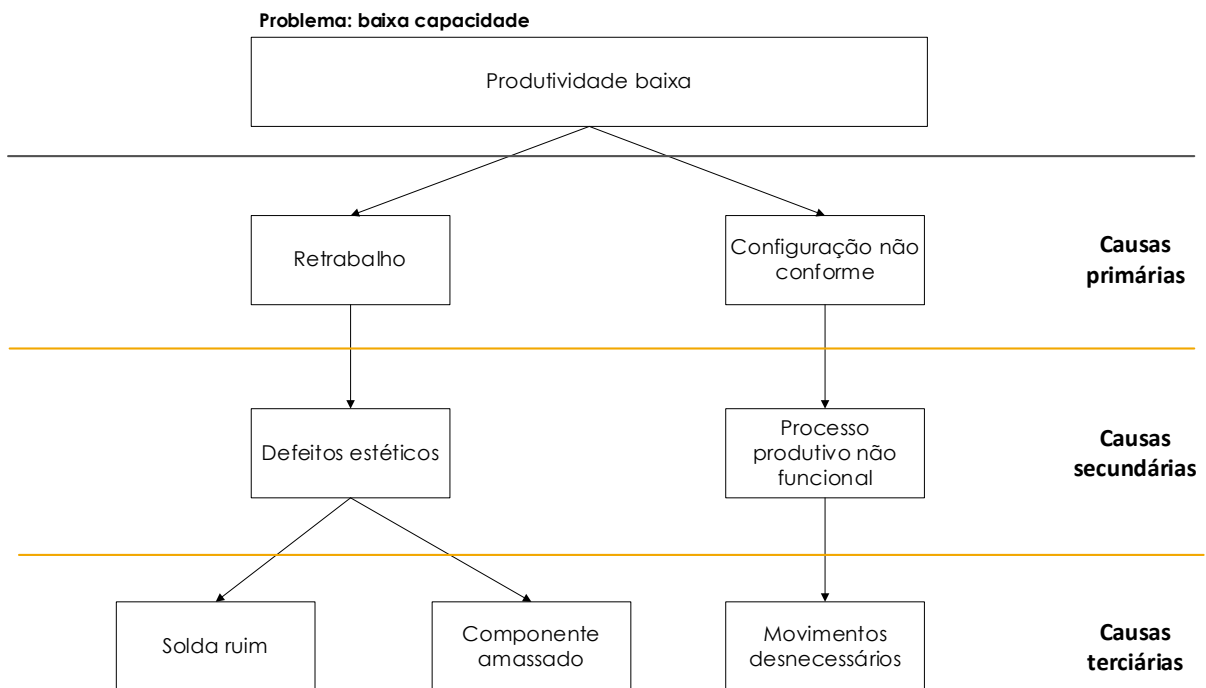
Figura 17: Fase Measure



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A baixa capacidade produtiva pode ter fontes diversas, então para um melhor entendimento de todos os meios que possam atrapalhar na montagem da Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m, os responsáveis elaboraram com base no dia a dia do processo a árvore de desdobramento uma ferramenta simples que auxilia na identificação das formas de estratificar o problema.

Figura 18: Árvore de desdobramento



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Partindo da compreensão da árvore de desdobramentos representado na figura 18, procurou-se entender os pontos que mais afetam a produtividade do produto em estudo e concluiu-se que o retrabalho e a configuração não conformes da linha de montagem são fortes candidatos.

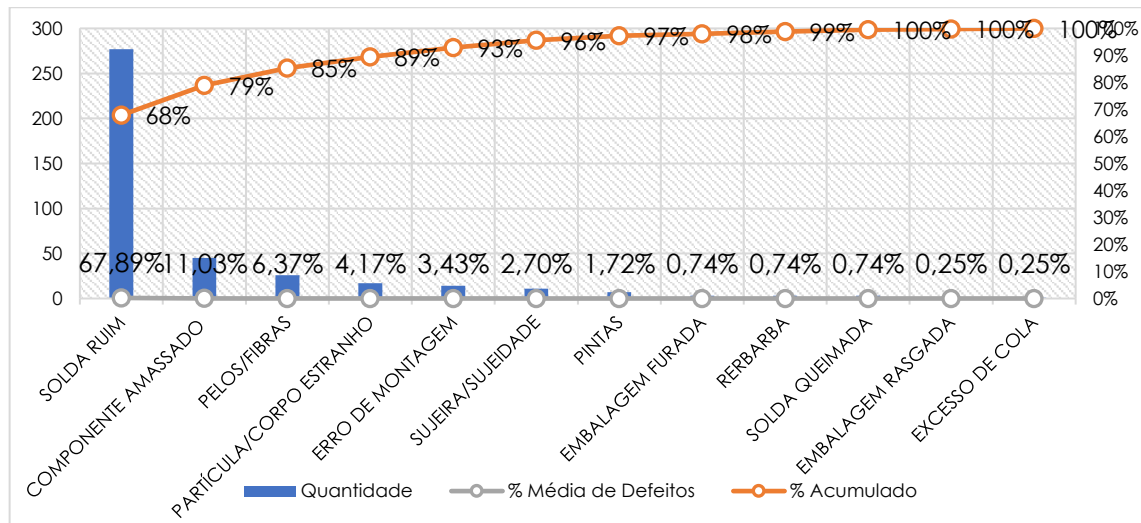
Sendo assim, durante o mês de abril foram coletados a quantidade de retrabalhos do produto em questão e o tempo de processamento, com o intuito de fazer uma análise para ter uma maior compreensão.

Entende-se que existem 2 focos na qual geram impacto diretamente no processo de produção da Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m. A partir desse ponto serão tratados dois focos distintos, foco 1 e foco 2

3.2.2.1. Foco 1

Na estratificação do foco 1 da Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m que é o retrabalho, decidiram por fazer um gráfico para comprovar a causa de ambos, representado no gráfico 8 abaixo

Gráfico 8: Gráfico de Pareto



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Por conta do gráfico de Pareto apresentado acima pode se perceber que a solda ruim e o componente amassado são responsáveis pelos 20% das causas do problema.

3.2.2.2. Foco 2

Na estratificação do foco 2 em questão os responsáveis decidiram por fazer uma cronoanálise do processo de montagem da Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m. Sabendo que a média produtiva do produto montado dentro do setor é de 86 homem/hora, foi realizado a medição de tempo de cronometragem das etapas de montagem do produto incluindo a selagem e saída do produto em questão do setor. Representado na tabela 13, abaixo.

Tabela 13: Tempo de cronometragem em segundos – Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m

Ciclos	Pegar tubo	Colar conector	Enrolar tubo	Embalar	Esperar	Selar	Colocar na esteira
1	9,26	10,99	9,26	16,09	60	4	1
2	12,01	6,77	12,01	13,76	29	4,67	1
3	7,84	4	7,84	16,76	58	4,19	1
4	9,26	4,67	9,26	21,7	59	10,18	1
5	11,01	4,19	12,01	15,99	45	8,58	1
6	7,84	10,18	7,84	13,36	64	4,25	1
7	9,26	8,58	9,26	21,39	65	5,34	1
8	12,01	4,25	12,01	13,45	58	4,19	1
9	7,84	5,34	7,84	21,15	59	9,18	1
10	7,68	3,59	9,26	17,18	45	8,58	1
Média	9,59	6,25	9,65	17,08	54,2	6,31	1

Fonte: Elabora pela autora (2020)

Pode se perceber que o produto leva em média cerca de 104,08 segundos (decimal) para ser transferido para o setor de embalagem final, em seguida foi adotado 95% de velocidade para se obter o tempo normal e 10% de tolerância para necessidades pessoais e descanso, para obter o tempo padrão de produção. Representado pelas equações 1 e 2 abaixo.

$$TN = TC * v = 104,08 * 0,95 = 88,87 \text{ segundos} \quad (1)$$

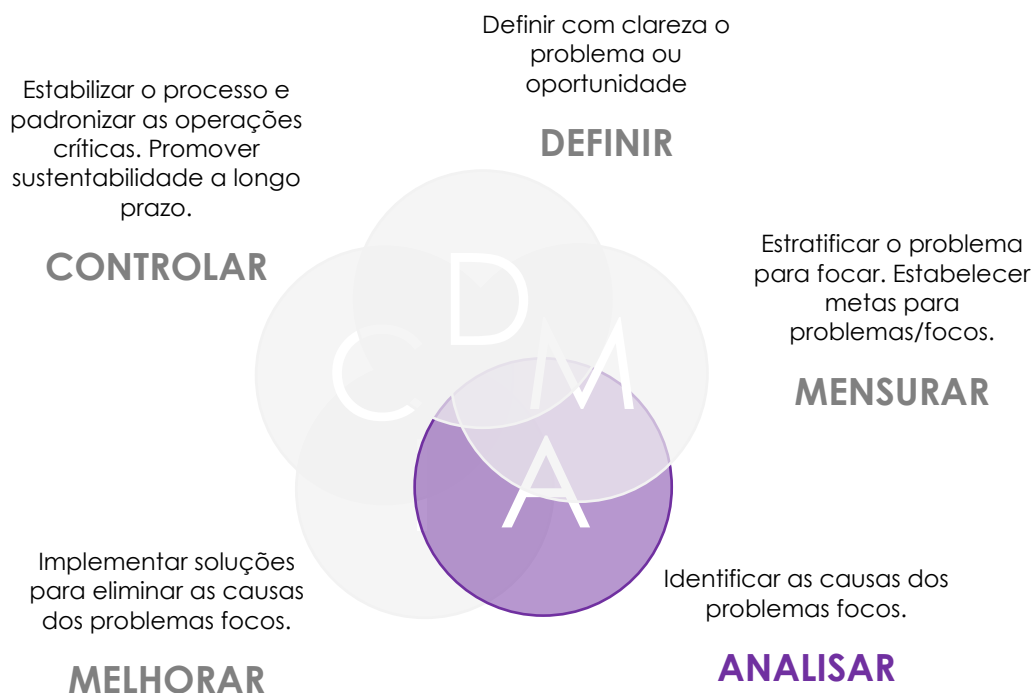
$$TP = TN \left(1 + \frac{10}{100}\right) = TP = 88,87 \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 97,75 \text{ segundos} \quad (2)$$

O tempo padrão do processo de montagem de um produto é de 97,75 segundos. Segundo o responsável pela realização da cronoanálise, o processo de montagem não é contínuo, havendo tempo de espera sem a devida necessidade, e dificuldades de manuseio na montagem do produto.

3.2.3. *Analyze (analisar)*

Na fase *Analyze* (analisar) identificamos as causas dos problemas focados na etapa anterior. Demonstrada na figura 19 abaixo.

Figura 19: Fase Analyze



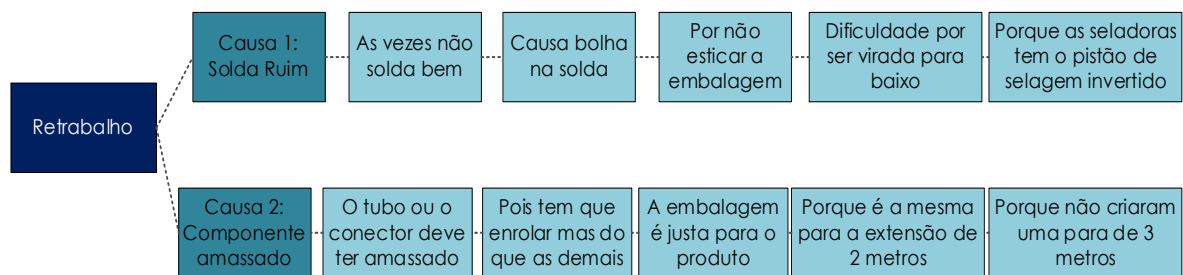
Elaborado pela autora (2020)

3.2.3.1. Foco 1

Na análise da causa raiz do foco 1 que são os retrabalhos, os tomadores de decisão escolheram pela a utilização do método dos cinco porquês, pois ao fazer a pergunta 5 vezes ou até menos, normalmente se consegue chegar à essência do problema e compreender sua causa raiz. Conforme demonstra a figura 20.

Com isso, foi levantado o seguinte questionamento aos colaboradores responsáveis pelo retrabalho do setor: “Foi percebido que a embalagem primaria apresenta defeito como o problema na solda, e que os componentes retornam amassados. Porque”?

Figura 20: Diagrama de cinco porquês



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

As respostas foram unanimes dos 6 colaboradores que montam e dos dois que selam.

Na causa 1, chegou-se à essência da causa raiz de que o pistão da seladora não está conforme para o processo, pois ele queima a solda. Demonstrado na figura 21.

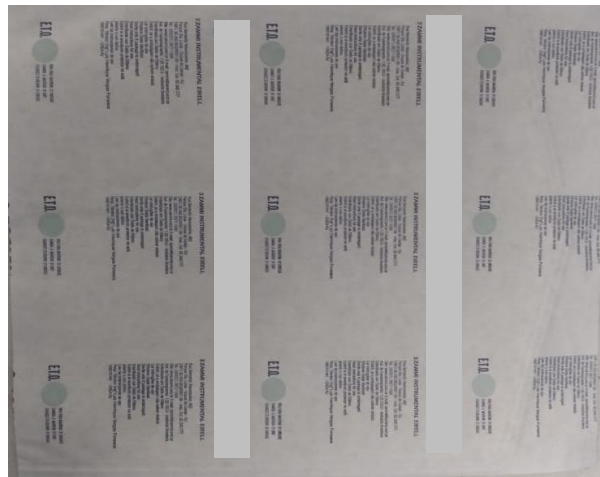
Figura 21: Seladora para embalagem de Grau Cirúrgico



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

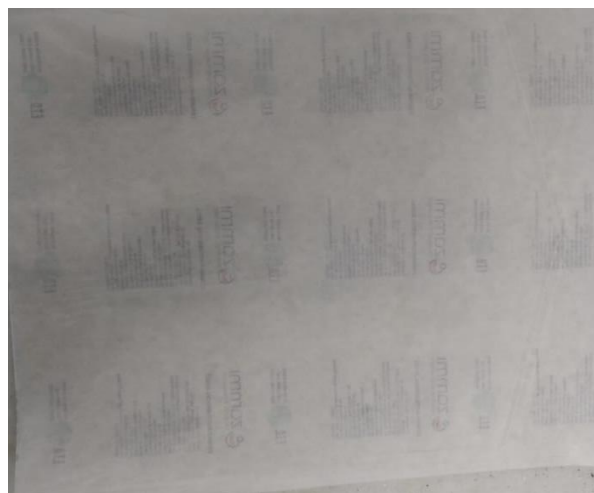
Pois a característica da embalagem é de plástico na parte frontal e de papel na parte traseira, conforme demonstrado nas figuras 22 e 23 abaixo.

Figura 22: Costa embalagem primária - papel



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Figura 23: Frente embalagem primária – plástico



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Notou-se que quando os colaboradores vão selar, viram a parte traseira da embalagem que é feita de papel e selam, impedindo de ver qualquer tipo de inconformidade no produto e causando bolhas na solda por soldar torto, com ar etc.

Com isso o processo surgiu o questionamento de o porquê não selar virado com o plástico para cima, a resposta foi que o pistão na seladora está configurado para selar na parte

de papel, fazendo com que o calor passasse pelo papel para depois derreter o plástico e selar, estando programado para efetuar esse processo em 2,5 segundos.

Na causa 2, chegou-se à essência de que a embalagem utilizada na montagem na extensão de 3 metros é a mesma utilizada na de 2 metros, medindo 25cm x 25cm por conta disso gera dificuldade na montagem aumentando o tempo de processamento.

3.2.3.2. Foco 2

Na análise da causa raiz do foco 2 que é a configuração não conforme do processo de montagem, os tomadores de decisão decidiram por avaliar os pontos no processo produtivo da Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m que gera um elevado lead time, observado na medição.

Entende-se que para o produto embalado chegar na seladora ele precisa ser movimentado por um carrinho, causando extensões em excessos na hora de selar fazendo com que a estação de trabalho fique sempre atumultuada. Pois o colaborador executa o seu processo e deixa o produto na mesma mesa aguardando outro vir buscar, ou ele mesmo recolher das demais mesas e leva até uma das seladoras. Para uma maior compreensão, representado pelas figuras 24, 25 e 26 abaixo.

Figura 24: Setor de montagem - Linha Extensão Hospitalar



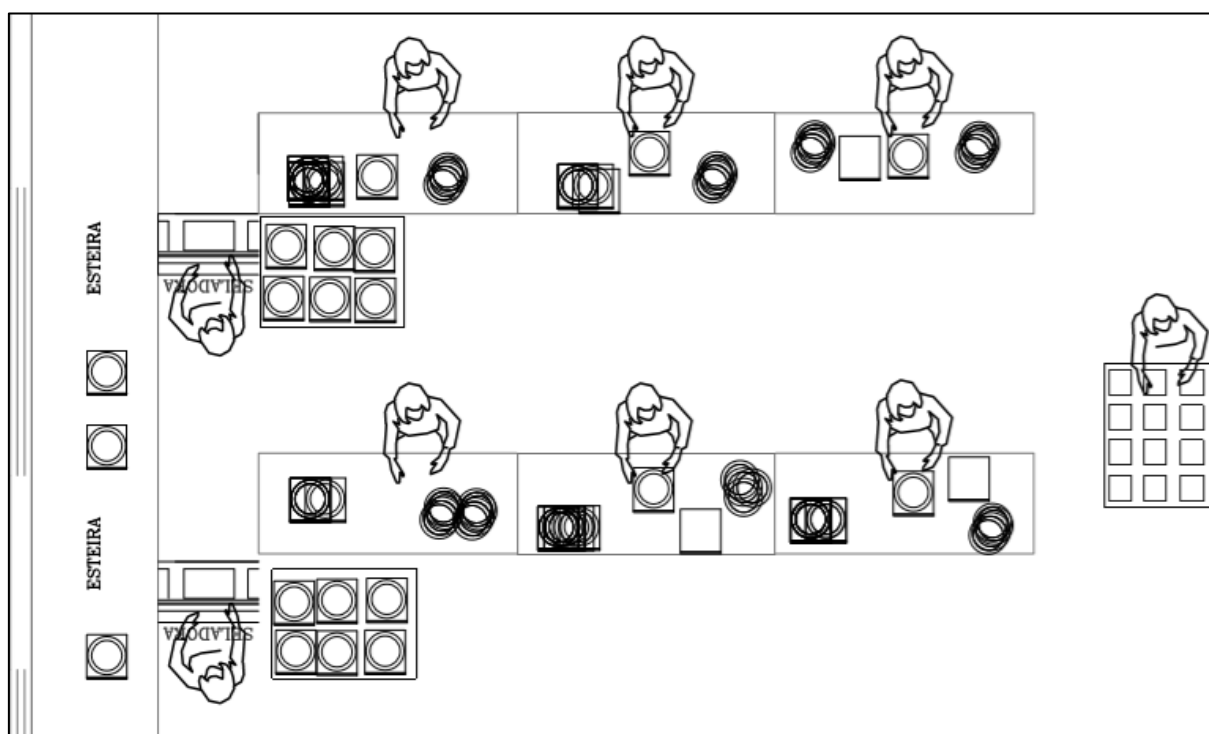
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Figura 25: Setor de Montagem - Linha Extensão Hospitalar



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Figura 26: Estação de trabalho



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Pode se notar que o espaço de trabalho é curto tornando o ambiente de trabalho com ruídos, causando até mesmo quedas de componentes ao chão, fazendo com que o componente seja descartado e levando a mais desperdícios. Diante disso elaborou-se um diagrama de causa e efeito para identificar quais os efeitos responsáveis.

Gráfico 9: Gráfico de Ishikawa



Elaborado pela autora (2020)

Com base no gráfico 9 de diagrama de Ishikawa acima, mostra que o processo produtivo necessita de melhorias, que possam padronizar, treinar e melhorar o fluxo. É possível analisar que a falta de procedimentos, controle estatístico do processo, de estratégias na ação das tarefas e treinamento dentre outros problemas técnicos no processo de montagem, gera o desperdício causado pelo elevado lead time.

3.2.3.3. Levantamento de Causas

Com base nas possíveis causas levantadas, a partir dos dois focos estabelecidos foi realizado um brainstorming e análise no setor de montagem, esses processos geraram 3 causas fundamentais. Demonstrados na tabela 14 abaixo.

Tabela 14: Matriz de priorização

Causas	Causa potências	Gravidade	Urgência	Tendência	Score
C1	Solda ruim	5	5	2	50

C2	Componente amassado	5	5	2	50
C3	Elevado lead time	5	2	3	30

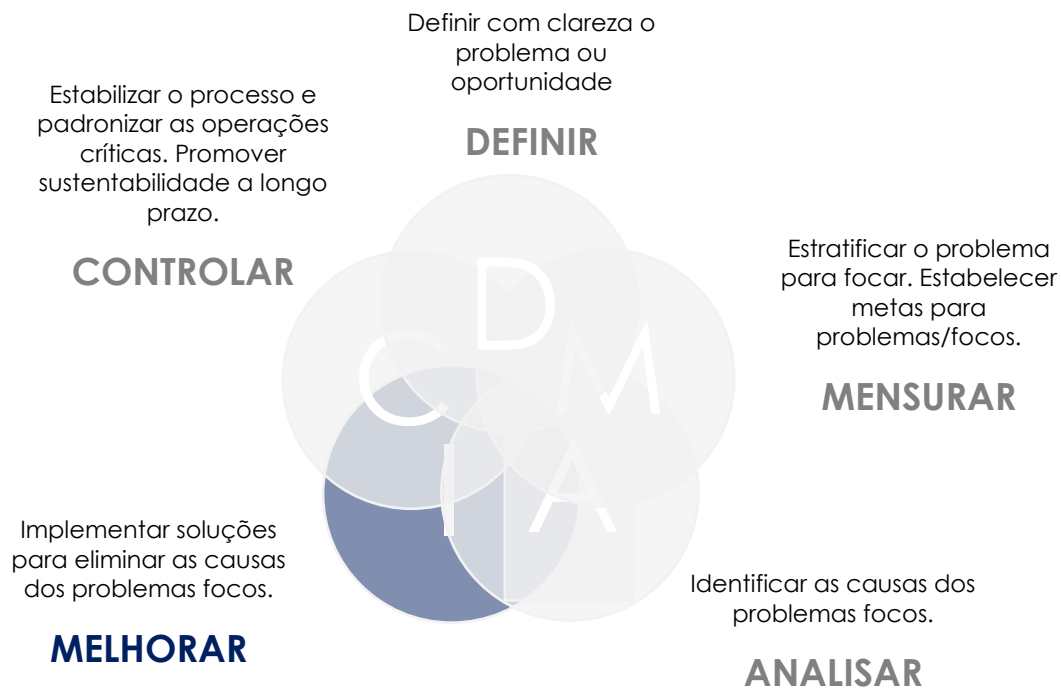
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Diante das causas potenciais apresentadas, solda ruim e componente amassado empataram e o lead time ficou em terceiro lugar. Os decisores decidiram por focar nas duas primeiras causas, por motivos de mudanças que possam ocorrer sem precisar parar ou mudar o processo diante do momento de crise vivido.

3.2.4. *Improve (melhorar)*

Na fase *Improve* (melhorar) tem por objetivo, a implementação das soluções das causas dos focos levantados na fase anterior. Conforme demonstra figura 27 abaixo

Figura 27: Fase improve



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

De modo após identificação das causas potenciais foi realizada um novo brainstorming para determinar as soluções. Representado na tabela 29 abaixo.

Figura 28: Lista com soluções propostas

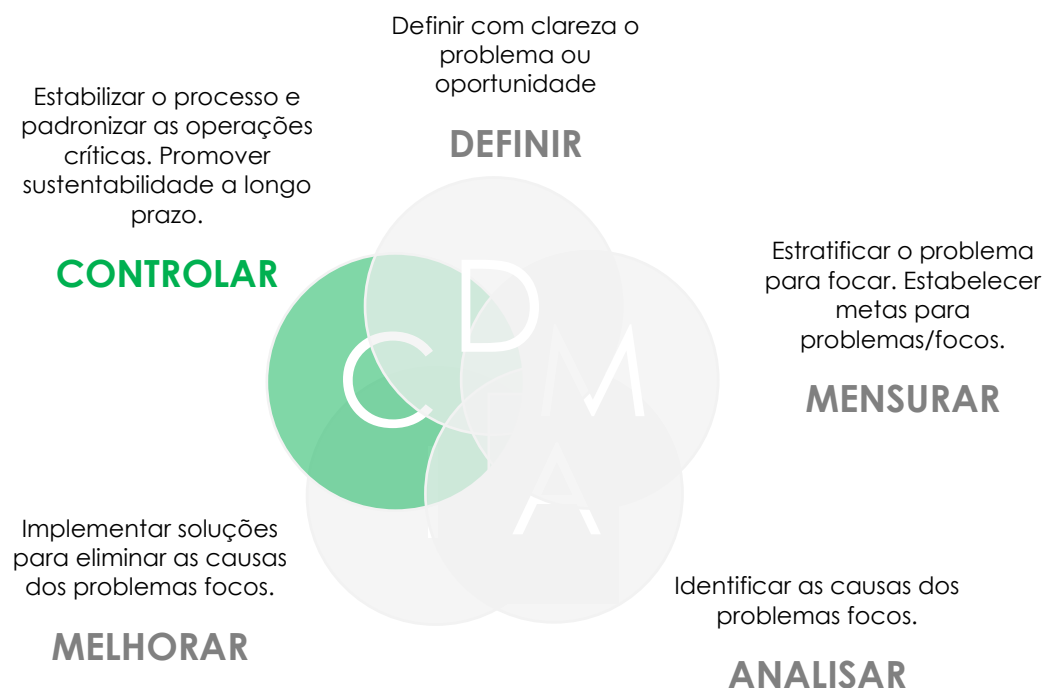
Causas	Causas Fundamentais	Soluções propostas
1	Solda ruim	Inverter a posição do pistão na seladora permitindo que o produto se virado para cima.
2	Componente amassado	Troca da embalagem utilizada no processo de montagem da Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0 m

Como pode observar as soluções foram breves e precisas para solucionar o problema em questão. Após propor as soluções para as duas causas em questão, foi realizada um plano de ação baseado na ferramenta 5W2H, e seus responsáveis, prazos definidos de acordo com a autonomia e conhecimento da ação em questão para alcance dos objetivos em ANEXO A.

3.2.5. Control

Na fase *Control* (controlar) tem por objetivo estabilizar o processo e padronizar as operações críticas. Promover sustentabilidade a longo prazo. Representado pela figura 29, abaixo.

Figura 29: Fase Control

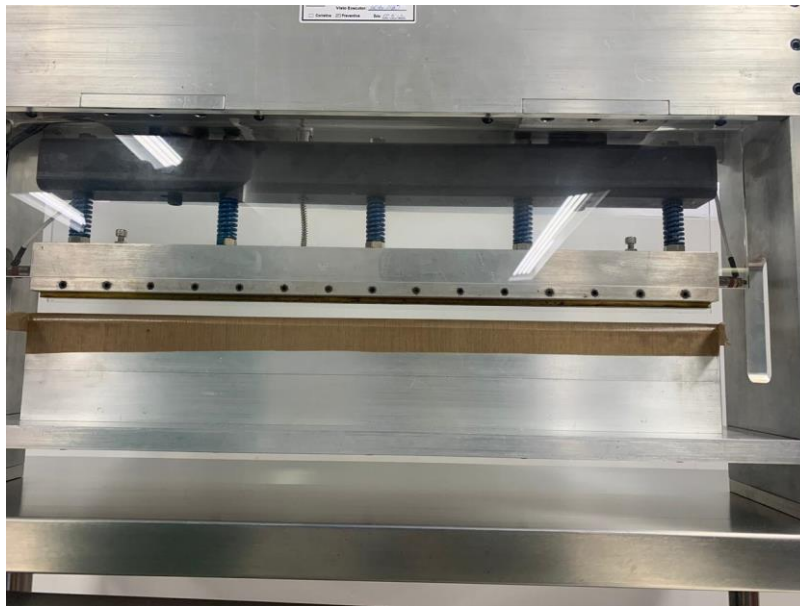


Fonte: Elaborador pela autora (2020)

Com as realizações das soluções propostas para as causas potenciais que impedem o aumento da produtividade da Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m. Pode se notar um maior desempenho do processo.

A primeira solução realizada foi a troca do pistão da seladora, foi retirada e medida pelo setor de manutenção e solicitado um serviço a um prestador de serviço, para que trocasse o pistão da seladora, com a autorização do setor da qualidade alegando que no final do ano seriam calibradas novamente, a primeira seladora foi modificada e testada e não apresentou nenhum problema aparente no produto, após alteração de uma para teste as demais foram trocadas, não somente do processo de montagem da Extensão Hospitalar mas, de todo o setor de montagem da fábrica, por ser mais fácil, pratico, rápido e útil para o processo. O tempo de selagem com o pistão na parte de baixo era de 2,4 segundos com a alteração caiu para 1,8 segundos impactando diretamente no tempo de processamento do produto. Demonstrado na figura 30 abaixo:

Figura 30: Seladora para embalagem de Grau Cirúrgico - Pistão invertido

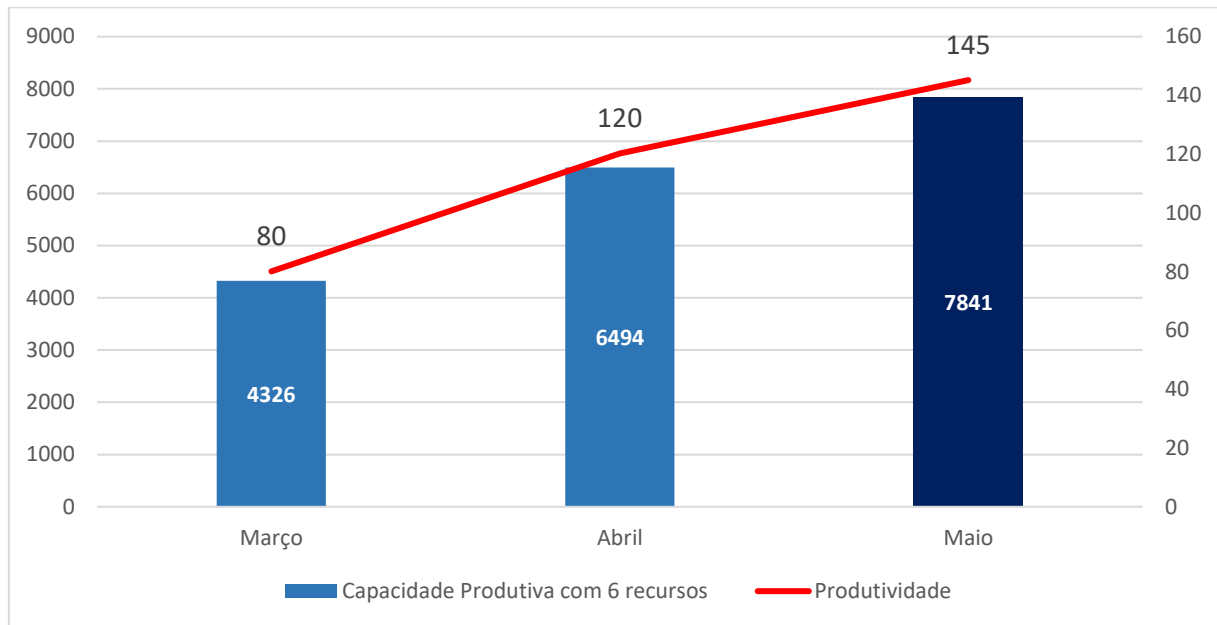


Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A segunda solução realizada, foi a embalagem primária permitindo que o colaborador, tenha um maior manuseio no processo de colocar a Extensão na embalagem, uma alteração pequena, mas que gerou redução no custo de produção do produto em questão. Embalagem media 25cm x 25cm, foi solicitado ao Marketing da empresa que aumentasse a embalagem ficando com 25cm x 28cm.

Devido as soluções implementadas, no processo de montagem Extensão Hospitalar os responsáveis pelo projeto de melhoria, mediram novamente a produtividade do processo em questão e compararam com os meses anteriores. Conforme demonstra gráfico 10 abaixo.

Gráfico 10: Produtividade Extensão Hospitalar



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Com base nas informações no mês de maio, pode se observar que trocar a embalagem, diminuir o tempo e aumentar a qualidade da selagem, fizeram com que o processo alcança-se 88% da meta estabelecida pela gerência de produtividade de 163 homem/hora.

3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, foi concluído a necessidade da empresa estudada, analisar seus processos de forma contínua, visando eliminar desperdícios, assim aumentando o grau de confiabilidade de seus clientes e consumidores.

Foi proposto uma metodologia de melhoria baseado no ciclo DMAIC de melhoria continua, o qual permitiu, de forma simples e consistente, medir a eficácia do processo em questão, analisar as oportunidades de melhoria que estavam impossibilitando o aumento do desempenho do processo produtivo, propor melhorias para reduzir o tempo de processamento do produto. Devido ao cenário vivido pela indústria de instrumentos hospitalares o método foi aplicado de forma clara e objetiva durante todo o projeto.

A indústria em estudo possuía um processo de certa forma simples, mas cheios de desperdícios na qual o impediam de maximizar seu processo, não havendo a necessidade de tirar colaboradores de outro setor para colaborar na montagem do produto em questão, mexendo em todo o custo referente ao processo.

A produção deste trabalho foi de suma importância para ampliar os modelos de melhoria para a indústria, mais precisamente para o setor de montagem, tornando-se tendência e influência para diversos setores

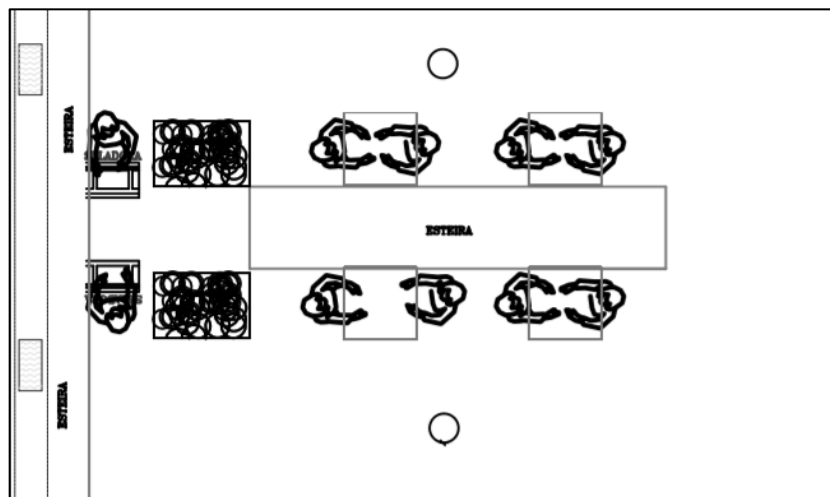
No entanto o maior desafio, foi adequar a metodologia DMAIC no processo por não haver uma cultura na indústria de projetos analisados e depois implementados, costumando ser na maioria das vezes tentativa e erro. No entanto, ao estudar o processo, foi possível aplicar o método para avaliar a capacidade produtiva das Extensões Hospitalares, com base nos retrabalhos e no estudo de tempo e movimentos.

3.4.SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente estudo de caso não conseguiu solucionar todas as causas impostas no decorrer do estudo.

Sugere-se que em a indústria faça uma reavaliação do leiaute, acrescentando uma esteira na linha de montagem para que possa ser suspenso o uso de carrinhos diminuindo o tempo de movimentação e ociosidade gerado pela espera, assim conseguindo reduzir o lead time e alcançando o restante da meta estabelecida pela gerência. Conseguindo se torna uma linha de montagem limpa e de fácil manuseio. Conforme figura 31 abaixo

Figura 31: Proposta de leiaute



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Podendo assim, deixar o ambiente com menos recursos desnecessários, usando somente o que é necessário para executar o processo.

REFERÊNCIAS

ABBERGER, K., The Global Economic Barometers: Composite indicators for the world economy. **KOF Working Papers**, vol. 471, Zurich: KOF Swiss Economic Institute, ETH Zurich, 2020.

AMATUCCI, Marcos; CHUEKE, Gabriel Vouga. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. **Revista Eletrônica de Negócios Internacionais, São Paulo**, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015.

BELCHER, John G. **Productivity plus+: How today's best run companies are gaining the competitive edge**. Gulf Professional Publishing, 1987

BEZERRA, Felipe. Diagrama de Ishikawa: causa e efeito. **Portal Administração. Disponível em: Acesso em**, v. 1, 2017.

CARVALHO, M. M. de Paladini, & E. P. Paulo (2013). Capítulo 3 – **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**, Elsevier Brasil, 2013.

COUTINHO, Fernanda MB; MELLO, Ivana L.; SANTA MARIA, Luiz C. de. **Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações**. Polímeros [online]. 2003, vol. 13, n. 1.

DUGUAY, Claude R.; LANDRY, Sylvain; PASIN, Federico. From mass production to flexible/agile production. **International Journal of Operations & Production Management**, 1997.

ESCANFERLA, Davi. **Projeto DMAIC com ferramentas Seis Sigma para redução de sucata em uma multinacional do ramo de acessórios automobilísticos**. 2015. 61 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. Saraiva Educação SA, 2001.

KUAN, Chuen-Sheng Cheng Chi-Ming (2012), "**Research on product reliability improvement by using DMAIC process**", Asian Journal on Quality, Vol. 13 Iss 1 pp. 67-76

KUROKAWA, Edson. **Sistemática para Avaliação de Dados e Indicadores de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água**. Florianópolis, 2001. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001, 192 p.

KUME, Hitoshi. **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade**. 11. ed. São Paulo: Gente, 1993. 245 p.

LIKER, J. K. **Becoming Lean**: Inside Stories of U.S. Manufacturers. [S.l.]: CRC Press, 1997.

KENNEDY, David Michael. **“Freedom from fear: The American People in Depression and War, 1929 - 1945.”** New York: Oxford University Press, 1999.

GIL, .A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GIJO, E. V., Antony, J., Kumar, M., McAdam, R., & Hernandez, J. (2014). **An application of Six Sigma methodology for improving the first pass yield of a grinding process. Journal of Manufacturing Technology Management.**

HARVEY, Theresa; ROBINSON, Carolyn; WELCH, Anthony. **The Lived Experiences of International Students Who's Family Remains at Home**. Journal of International Students, v. 7, n. 3, p. 748-763, 2017.

MCADAM, R., Lafferty, B., 2004. **A multilevel case study critique of Six Sigma: statistical control or strategic change?** International Journal of Operations and Production Management 24 (5), 530–549.

MAROTTI, Juliana et al. Amostragem em pesquisa clínica: tamanho da amostra. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, v. 20, n. 2, p. 186-194, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Sobre a doença, **coronavirus.saude.gov.br**, 2020. Disponível em: < <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca#o-que-e-covid> > acessado em: 01 de abril de 2020.

MIM, Ploytip Lirasukprasert Jose Arturo Garza Reyes Vikas Kumar Ming K. (2014), "**A Six Sigma and DMAIC application for the reduction of defects in a rubber gloves manufacturing process**", International Journal of *Lean Six Sigma*, Vol. 5 Iss 1 pp. 2 – 21

ORIBE, Claudemir Y. **Diagrama de Árvore: a ferramenta para os tempos atuais**. Banas Qualidade, São Paulo: Editora EPSE, ano XIII, n. 142, março 2004, p. 78-82.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção além da produção**. Bookman, 1997.

OLIVEIRA, C. **Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise**. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Formiga, Formiga, Minas Gerais, 2009.

OPAS, OMS afirma que COVID-19 é agora caracterizada como pandemia, **paho.org/bra/**, 2020. Disponível em: <
https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6120:oms-afirma-que-covid-19-e-agora-caracterizada-como-pandemia&Itemid=812> acessado em: 30 de março de 2020.

MARSHALL, J. et al. **Gestão da qualidade**. 9 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.

MONDEN, Yasuhiro. Sistema Toyota de produção. **São Paulo: IMAM**, v. 141, 1984.

PARK, S.H. (2003), **Six Sigma for Quality and Productivity Promotion**, Asian Productivity Organization, Tokyo.

PIATTI, Tânia Maria. **Plásticos : características, usos, produção e impactos ambientais** / Tânia Maria Piatti, Reinaldo Augusto Ferreira Rodrigues. - Maceió : EDUFAL, 2005. 51p. : il. - (Conversando sobre ciências em Alagoas)

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

RASMUSSEN D (2006) **The SIPOC picture book: a visual guide to the SIPOC/DMAIC relationship**. Oriel Incorporated, Madison

ROSENSTOCK, Karellinelzalttemberg Vasconcelos; LUCENA, Almirante; DOS SANTOS, Orientador Sérgio Ribeiro. **Bases Teóricas para Implantação de Ferramentas da Qualidade nos Serviços de Enfermagem**. 4º Congresso Nacional de Educação 2017.

ROTH, C. W. **Curso técnico em automação industrial: Qualidade e Produtividade**. 3º ed. Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011.

SANTOS, A.; MARTINS, M. **A Implementação dos projetos Seis Sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e para o aprimoramento do sistema de medição de desempenho**. ENEGEP – Ouro Preto, Minas Gerais, 2003.

SCHISSATTI, Márcio Luiz. **Uma Metodologia de Implantação de Cartas de Shewhart para o Controle de Processos**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1998

SCHWARTZMAN, Simon; BROCK, Colin. Os desafios da educação no Brasil. **Os desafios da educação no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p. 9-51, 2005.

SERRAT, O. (2009). **The five whys technique**. Knowledge Solutions. Disponível em: < <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27641/five-whys-technique.pdf> >. Acesso em: 09 jun 2020

SNEE, R. D. **Impact of Six Sigma on quality engineering**, Quality Engineering, 2000.

SUGAI, M. **Avaliação do uso do MTM (Methods-time Measurement) em uma empresa de metal-mecânica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2003

TOLEDO, J. C.; BORRÁS, M. A. A.; MERGULHÃO, R. C.; MENDES, G. H. S. **Qualidade gestão e métodos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2013.

USEVICIUS, L. A. Implantação da metodologia Seis Sigma e aplicação da técnica estatística projeto de experimentos na resolução de problemas e otimização de processos de fabricação. (Dissertação de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas: PDCA e DMAIC**. Elsevier, 2016.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 Edição. **Porto Alegre: Ed Bookman**, 2005.

ZAIONCZ, S. (2004). **Estudo do efeito da plastificação interna do PVC quimicamente modificado**. Tese de Mestrado, p. 88.

ANEXO A – PLANO DE AÇÃO – MELHORIA EXTENSÃO HOSPITALAR

Setor: Divisão Hospitalar		PLANO DE AÇÃO - MELHORIA EXTENSÃO HOSPITALAR					Data: 29/04/2020
Gerência de Produção: Renan Nascimento							
Elaboração: Ingrid Lorrana Oliveira							
O que?	Por quê?	Quem?	Quando?		Onde?	Como?	Status
		Por quem?	Início	Fim			
Criar uma embalagem para Extensão Hospitalar CC 5,6mm x 3,0m	Pois o produto utiliza embalagem da Extensão Hospitalar CC 5,6m x 2,0m, causando a má conformidade do produto final	Diretor de Marketing	30/abr	04/mai	Na empresa	Escolhendo qual a menor e melhor medida para o produto, para que assim caiba na caixa de papelão sem que haja alteração na quantidade.	ATENDIDO
Trocar pistão das seladoras	Pois com ele da forma que foi comprado, está queimando as embalagens e impedindo de analisar qualquer tipo de inconformidade no produto antes de selar. Sem contar no tempo de selagem que tem que ser alto devido sua posição	Setor de Manutenção	30/abr	08/mai	Prestador de serviço	O setor de manutenção deverá solicitar ao prestador de serviço a troca do pistão das seladoras, levando em parcela e testando	ATENDIDO