

**UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO – “Professor de Souza Herdy”  
UNIGRANRIO - ESCOLA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Felipe da Silva Santos  
Luan Alonso Candido**

**IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA LEAN PARA REDUÇÃO DAS PERDAS DE  
PRODUÇÃO EM UMA FÁBRICA DE SACOS PLÁSTICOS**

**Duque de Caxias - RJ  
2019**

**Felipe da Silva Santos**

**Luan Alonso Candido**

**IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA LEAN PARA REDUÇÃO DAS PERDAS DE  
PRODUÇÃO EM UMA FÁBRICA DE SACOS PLÁSTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade do Grande  
Rio “Prof. José de Souza Herdy”, como  
parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Mariana Navega C. de Souza M. Sc

**Duque de Caxias - RJ**

**2019**

**CATALOGAÇÃO NA FONTE**  
**UNIGRANRIO – NUCLEO DE COORDENAÇÃO DE BIBLIOTECAS**

**S237i** Santos, Felipe da Silva.

Implementação do sistema LEAN para redução das perdas de produção em uma fábrica de sacos plásticos / Felipe da Silva Santos, Luan Alonso Cândido.  
– Duque de Caxias, 2019.  
69 f. : ; 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, 2019.

“Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Mariana Navega c. de Souza ”.

Referências: f. 66

1. Engenharia de Produção. 2. Lean. 3. DMAIC 4. Perda de produção.  
I. Candido, Luan Alonso. II. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy. III. Título.

CDD – 658.5

**Felipe da Silva**  
**Luan Alonso Candido**

**IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA LEAN PARA REDUÇÃO DAS PERDAS DE  
PRODUÇÃO EM UMA FÁBRICA DE SACOS PLÁSTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade do Grande  
Rio – “Prof. José de Souza Herdy” como  
parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Produção.

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

---

Mariana Navega C. de Souza M.Sc.  
Unigranrio

---

Professor Convidado

---

Professor Convidado

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus, por que foi através dele que tivemos perseverança para chegar até a conclusão deste projeto.

Agradecemos as nossas famílias por terem dado apoio em toda a nossa graduação e proporcionar toda a estrutura necessária para chegar até este momento.

Agradecemos a Mariana Navega, ótima professora e orientadora que esteve ao nosso lado, disposta a nos ajudar nessa etapa acadêmica e por acreditar no nosso potencial até o fim.

Agradeço a faculdade Unigranrio por estar nos ajudando a realizar mais essa conquista em nossas vidas onde conheci grandes pessoas e mestres de excelência.

“A verdadeira medida de um homem não se vê na forma como se comporta em momentos de conforto e conveniência, mas em como se mantém em tempos de controvérsia e desafio” **(Martin Luther King Jr.)**

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo do projeto é reduzir os índices de perda de produção da empresa Beta Plast no prazo de 6 meses de 7% para 4,7% através da aplicação do sistema *Lean Manufacturing* tendo como base o plano de ação DMAIC e apoio das ferramentas da qualidade

**Metodologia:** A aplicação do método DMAIC. A estruturação para a resolução do problema foi a análise estratégica organizada pela equipe da produção para descobrir os principais geradores de perdas durante a produção de sacos para lixo. Desenvolvimento de um estudo de caso utilizando também as ferramentas da qualidade para criar mecanismos para a solução do problema.

**Achados:** Os métodos tradicionais de produção precisam mudar. A capacitação do operador de máquina necessita integrar não somente a operação, mas também o conhecimento dos equipamentos de máquina. O processo não está padronizado, necessita de treinamentos operacionais, criação de procedimentos e de uma ficha técnica que contenha parâmetros de máquina.

**Limitações da pesquisa:** O projeto é limitado ao setor de Acabamento que é responsável por produzir os sacos para lixo conforme a especificação de cada produto.

**Contribuição para a prática:** Capacitação de operadores, tendo em vista ter uma melhor performance em máquina e conseguir reduzir os índices de perdas da produção ocasionadas pela má qualidade e pela operacionalização.

**Contribuição para a sociedade:** Integração da universidade com empresas, no objetivo de compartilhar informações valiosas que possam agregar valor para a organização.

**Contribuição ao Estado da Arte:** Desenvolvimento de melhores fluxos de processo, garantia da qualidade, padronização de processos .

**Palavras chave:** *Lean Manufacturing*, DMAIC, perdas da produção.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of the project is to reduce Beta Plast's production loss rates within 6 months from 7% to 4.7% by applying the Lean Manufacturing system based on the DMAIC action plan and tool support. of quality

**Methodology:** The application of the DMAIC method. The framework for solving the problem was the strategic analysis organized by the production team to find out the main loss generators during the production of garbage bags. Development of a case study also using quality tools to create mechanisms for problem solving.

**Findings:** Traditional production methods need to change. Machine operator training needs to integrate not only operation but also knowledge of machine equipment. The process is not standardized, it needs operational training, procedures creation and a technical file containing machine parameters.

**Research Limitations:** The project is limited to the Finishing sector which is responsible for producing the garbage bags to the specification of each product.

**Contribution to the practice:** Training of operators, in order to have a better machine performance and reduce production losses caused by poor quality and operation.

**Contribution to society:** University integration with companies, in order to share valuable information that can add value to the organization.

**State of the art contribution:** Development of better process flows, quality assurance, process standardization.

**Keywords:** Lean Manufacturing, DMAIC, production losses.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Os setes desperdícios presentes no processo produtivo..... | 31 |
| Figura 2: Exemplos de atividades numa indústria farmacêutica.....    | 33 |
| Figura 3: Etapas DMAIC.....                                          | 34 |
| Figura 4: Exemplo de fluxograma.....                                 | 40 |
| Figura 5: 6M's do Diagrama de Ishikawa.....                          | 42 |
| Figura 6: Exemplo de 5 porquês.....                                  | 43 |
| Figura 7: Parque Industrial Beta Plast.....                          | 46 |
| Figura 8: Diagrama de Ishikawa.....                                  | 54 |
| Figura 9: Ficha técnica do processo.....                             | 58 |
| Figura 10: IHM das máquinas.....                                     | 59 |
| Figura 11: Módulos da Máquina.....                                   | 60 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Método DMAIC.....                                                    | 22 |
| Tabela 2: Símbolos do fluxograma.....                                          | 39 |
| Tabela 3: Descrição do 5W2H.....                                               | 44 |
| Tabela 4: Relação entre quantidade e perda.....                                | 50 |
| Tabela 5: Distribuição de amostras das causas da não conformidade.....         | 52 |
| Tabela 6: Classificação dos motivos de reprovação dos fardos.....              | 52 |
| Tabela 7: Elaboração dos 5 Por quês pela equipe de controle da qualidade. .... | 53 |
| Tabela 8: Priorização das causas.....                                          | 55 |
| Tabela 9: Elaboração dos 5 Por quês pela equipe da produção.....               | 56 |
| Tabela 10: Plano de ação 5W2H.....                                             | 57 |
| Tabela 11: Comandos do display IHM.....                                        | 59 |
| Tabela 12: Quantidade e valor de perdas.....                                   | 62 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1: Índice de perdas mensal.....                                            | 18 |
| Gráfico 2: Publicações por Ano.....                                                | 25 |
| Gráfico 3: Publicações por áreas.....                                              | 25 |
| Gráfico 4: Publicações por países.....                                             | 26 |
| Gráfico 5: Publicações nas universidades.....                                      | 27 |
| Gráfico 6: Controle de Processos.....                                              | 38 |
| Gráfico 7: Gráfico de Pareto.....                                                  | 41 |
| Gráfico 8: Perdas por Máquinas.....                                                | 51 |
| Gráfico 9: Distribuição dos motivos de reprovação do controle de<br>qualidade..... | 54 |
| Gráfico 10: Índice de Perdas por Máquinas.....                                     | 61 |
| Gráfico 11: Índice de Perdas.....                                                  | 62 |
| Gráfico 12: Porcentagem de perdas por máquinas.....                                | 64 |
| Gráfico 13: Perdas na produção em R\$.....                                         | 65 |

## LISTA DE FLUXOGRAMAS

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Fluxograma 1: Fluxograma do processo de produção..... | 48 |
|-------------------------------------------------------|----|

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV – Agrega Valor

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

GE – *General Eletric*

IHM – Índice Homem Máquina

NAV – Não Agrega Valor

PIB – Produto Interno Bruto

STP – Sistema Toyota de Produção

6M – Método, Máquina, Meio Ambiente, Medição, Mão-de-obra, Matéria-prima

## SUMÁRIO

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                         | 16 |
| 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO                        | 16 |
| 1.2 PROBLEMA                                | 17 |
| 1.3 OBJETIVO                                | 18 |
| 1.3.1 <i>Objetivo Geral</i>                 | 18 |
| 1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>          | 18 |
| 1.3.3 <i>Delimitações da pesquisa</i>       | 19 |
| 1.4 JUSTIFICATIVA                           | 19 |
| 1.5 METODOLOGIA                             | 20 |
| 1.5.1 <i>Quanto aos fins</i>                | 20 |
| 1.5.2 <i>Quanto aos meios</i>               | 20 |
| 1.5.3 <i>Universo e amostra</i>             | 20 |
| 1.5.4 <i>Seleção dos sujeitos</i>           | 21 |
| 1.5.5 <i>Coleta de dados</i>                | 21 |
| 1.5.6 <i>Tratamento de dados</i>            | 21 |
| 1.5.7 <i>Limitação do Método</i>            | 21 |
| 1.5.8 <i>Estrutura do plano de ação</i>     | 21 |
| 1.6 REVISÃO DA LITERATURA                   | 22 |
| 1.6.1 <i>Bibliometria</i>                   | 24 |
| 1.7 ESTRUTURA DO ESTUDO                     | 27 |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>              | 29 |
| 2.1 CONCEITO LEAN                           | 29 |
| 2.1.1 <i>Identificação dos desperdícios</i> | 30 |
| 2.1.2 <i>Identificação das atividades</i>   | 32 |
| 2.2 DMAIC                                   | 34 |
| 2.3 QUALIDADE EM PROCESSOS                  | 36 |
| 2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE                | 36 |
| 2.4.1 <i>Gráfico de Controle</i>            | 37 |
| 2.4.2 <i>Brainstorming</i>                  | 38 |
| 2.4.3 <i>Fluxograma</i>                     | 39 |
| 2.4.4 <i>Diagrama de Pareto</i>             | 41 |
| 2.4.5 <i>Diagrama de Ishikawa</i>           | 42 |
| 2.4.6 <i>5 Porquês</i>                      | 43 |
| 2.4.7 <i>5W2H</i>                           | 44 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| <b>3 ESTUDO DE CASO</b>                                            | 46 |
| 3.1 EMPRESA                                                        | 46 |
| 3.2 MERCADO DE SACOS PARA LIXO                                     | 47 |
| 3.3 PROCESSO                                                       | 48 |
| 3.4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC                                 | 49 |
| 3.4.1 <i>Definir</i>                                               | 49 |
| 3.4.1.1 <i>Formação da equipe do projeto</i>                       | 49 |
| 3.4.1.2 <i>Instrução do projeto</i>                                | 49 |
| 3.4.2 <i>Medir</i>                                                 | 49 |
| 3.4.2.1 <i>Separação dos dados</i>                                 | 50 |
| 3.4.2.2 <i>Separação das causas</i>                                | 51 |
| 3.4.3 <i>Analisar</i>                                              | 51 |
| 3.4.3.1 <i>Análise dos motivos</i>                                 | 51 |
| 3.4.3.2 <i>Análise da causa raiz</i>                               | 54 |
| 3.4.3.3 <i>Conclusão da análise</i>                                | 56 |
| 3.4.4 <i>Melhorar</i>                                              | 56 |
| 3.4.4.1 <i>Ausência de padronização de parametrização</i>          | 57 |
| 3.4.4.2 <i>Falta de conhecimento sobre o maquinário</i>            | 58 |
| 3.4.4.3 <i>Falta de Treinamento</i>                                | 59 |
| 3.4.4.4 <i>Avaliação da eficiência das melhorias implementadas</i> | 60 |
| 3.4.5 <i>Controlar</i>                                             | 60 |
| 3.4.5.1 <i>Avaliação dos resultados</i>                            | 61 |
| <b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                      | 63 |
| 4.1 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS                                | 65 |
| <b>REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO</b>                                   | 66 |

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Contextualização

O atual ambiente econômico mundial altamente competitivo motiva as organizações a buscarem estratégias mais eficientes para que as empresas continuem sobrevivendo. Neste contexto de globalização, as empresas necessitam gerenciar os seus recursos visando eliminar desperdícios. Segundo Cottyn et al. (2011), esses atributos são fatores importantes para o alcance do sucesso organizacional.

A filosofia *Lean Manufacturing* foi fundada pelos japoneses depois da 2ª Guerra Mundial. Sua base é eliminar desperdícios e as operações que não agregam valor para o sistema produtivo da empresa, utilizando diversas atividades de melhorias, (CALADO et al., 2014).

De acordo com Houshmand e Jamshidnezhad (2006), para realizar uma transformação *Lean* é significativo entender que não se trata apenas de um conjunto de projetos, mas sim na busca da aprendizagem e realização de experimentos. A filosofia *Lean* dentro de um ambiente de produção deve ser capaz de alcançar resultados simultâneos, na produtividade, na qualidade e nos requisitos de custo das operações.

Segundo Melton (2004), o pensamento *Lean* se trata de uma revolução, indo além da utilização de ferramentas, ou mudanças nos processos produtivos. É necessário compreender o funcionamento da rede de fornecedores, como está sendo a gestão da empresa, perceber como os funcionários encaram o seu dia-a-dia no trabalho, dentre outros.

A filosofia *Lean* tem por função conseguir reduzir ou eliminar os desperdícios em seja qual for o processo da empresa, otimizar os recursos básicos e determinar que a cultura esteja voltada a buscar continuamente a satisfação do cliente, tendo como base os cinco princípios estabelecidos por Womack e Jones (2004), que são:

- 1- Especificar o que é valor para o cliente, é necessário saber o que ele quer e pelo que está disposto a pagar. Atualmente até 95% de atividades dos processos podem se tratar de atividades que não agregam valor, portanto, reduzir esse tempo vai aumentar a eficiência na produção.

- 2- Mapear e compreender o que o cliente está disposto a pagar. Através desse entendimento são determinadas as atividades que serão feitas e na ordem específica para a produção dos produtos ou serviço.
- 3- Criar ou melhorar o fluxo no sistema, se tratando do sistema *Lean* o produto ou serviço deve seguir um fluxo até a próxima atividade de forma constante e sem paradas. Sendo capaz de acelerar o processamento e diminuir o Lead Time, possibilitando o fluxo contínuo.
- 4- Ativar o fluxo puxado. O sistema necessariamente deve seguir conforme a demanda do cliente, ou seja, todo o sistema produtivo deve se basear nos pedidos dos clientes.
- 5- Buscar a perfeição, com a implementação dos 4 princípios. É importante entender melhor o sistema e a partir desse estudo propor ideias de *Kaizen* (melhoria contínua), eliminando as atividades que não apresentam valor ao cliente.

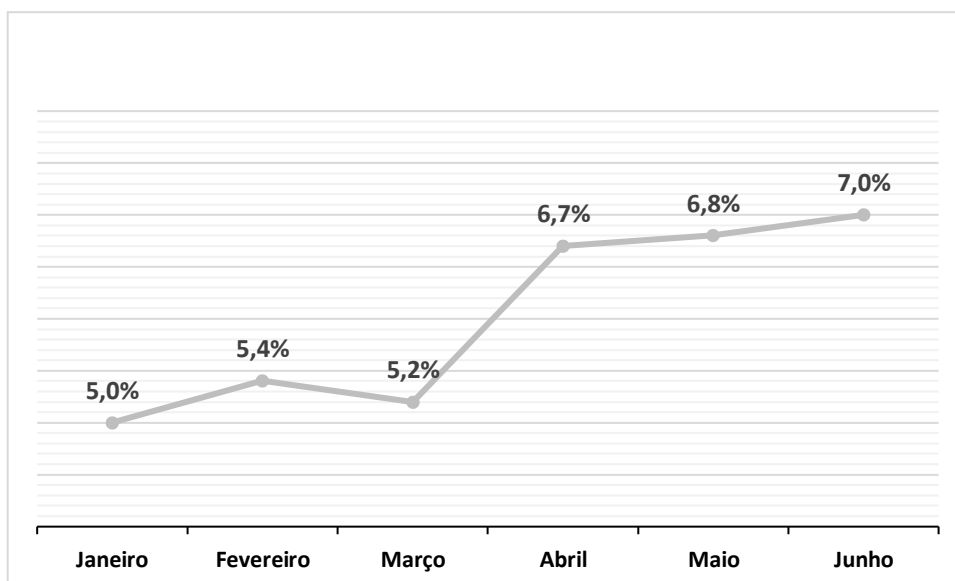
Estabelecer o objetivo de acordo com a necessidade dos clientes, no valor e nos desperdícios, retorna melhores resultados. Assim, a partir do momento em que os custos são reduzidos, possibilita-se um melhor desempenho financeiro. Portanto, se a organização quer evoluir e estar à frente de seus concorrentes, o melhor caminho é a implementação do sistema *Lean*.

## 1.2 Problema

A empresa Beta Plast é uma indústria de sacos plásticos para lixo localizada em São João de Meriti, que fornece seus produtos para diversos clientes, atendendo a uma grande variedade de consumidores, no Brasil, França e Argentina.

Com um grande processo de melhoria contínua a ser realizado na Beta Plast, foi identificado uma grande variação no índice de perdas de produção. Com isso, a empresa aumenta os seus custos de produção e conseqüentemente o preço de venda do produto. Por isso é necessário a melhoria dos processos, caso contrário, a indústria perderia espaço em competitividade no segmento. Foi feito um levantamento de dados, referente às perdas na linha de produção, e a partir destes dados foi elaborado o gráfico abaixo:

Gráfico 1 – Índice de perdas mensal



Fonte: Beta Plast (2019)

Durante os processos de fabricação, foi verificado um aumento de 30% no índice de perdas de Março até Junho. Dado exposto, a pergunta norteadora deste trabalho é: O que realmente impactou para o aumento do índice de perda? Qual ou quais são as causas raízes deste problema?

### 1.3 OBJETIVO

#### 1.3.1 Objetivo geral

O objetivo do projeto é reduzir o valor da perda na produção da empresa Beta Plast no prazo de 6 meses em 300 mil reais através da aplicação do sistema *Lean Manufacturing* tendo como base o plano de ação DMAIC e apoio das ferramentas da qualidade.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desse estudo de caso são:

- Definir as atividades que influenciam o processo produtivo;
- Mensurar o impacto das atividades que influenciam no alto índice de perdas na produção;

- Identificar quais dessas as atividades possuem as maiores influências no processo produtivo;
- Analisar a atividade que mais afeta o desempenho do processo produtivo;
- Implementar melhorias na atividade caracterizada como maior influenciadora no processo produtivo.

### **1.3.3 Delimitações da pesquisa**

Este estudo está limitado às perdas no processo de produção dos sacos plásticos no setor de Acabamento, sabendo que a empresa também produz outros tipos de segmentos de embalagens. Este estudo foi feito através da implementação do *Lean Manufacturing* utilizando a ferramenta DMAIC. Foi realizado o estudo durante todo o ano de 2019.

## **1.4 JUSTIFICATIVA**

Das oportunidades de ganhos com o projeto para a empresa, projeta-se um menor índice de perdas, contribuindo para a otimização de processos, que resultam implantação de um melhor fluxo, padronização e organização, treinamentos para operadores, na qual conseguirão ter um melhor desempenho operacional atingindo melhores índices de eficiência e redução de refugos.

Segundo Santos (2003), as empresas modernas têm por preocupação a procura de melhorias para a produtividade e para a eficiência. Sabendo que a redução ou eliminação de desperdícios acarretam melhores índices de aproveitamento, causando redução dos custos da produção e aumentando a quantidade de vendas dos produtos.

Através deste trabalho, será implementado um modelo de produção para a empresa, que seja capaz de aumentar a sua produtividade, eliminando refugos, oferecendo melhorias de processos, práticas operacionais, utilizando as ferramentas da qualidade que foram ensinadas ao longo do curso de graduação no curso de Engenharia de Produção.

Outra vantagem é que este trabalho poderá ser utilizado como orientação de futuros trabalhos acadêmicos, além do enriquecimento profissional dos autores pela disponibilidade do material científico.

## **1.5 METODOLOGIA**

De acordo com Vianna (2001) método científico é como um conjunto de regras básicas para realizar uma experiência, a fim de produzir um novo conhecimento, bem como corrigir e integrar conhecimentos pré-existentes.

### **1.5.1 Quanto aos fins**

Segundo Gil (2002), pesquisas descritivas reproduz as características de uma população definida e tem como característica o uso de técnicas para colher dados, como questionamentos e observação sistemática. Desta forma, esta monografia se caracteriza como pesquisa descritiva, explicativa e intervencionista, pois, realiza uma coleta de dados através de observação sistemática, é explicativa, pois, explica o porquê do problema, e intervencionista, por propor melhorias no processo de produção da empresa estudada.

### **1.5.2 Quanto aos meios**

Gil (2002), afirma que a diferença entre a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental se dá pela natureza das fontes, onde a primeira utiliza contribuições de diversos autores sobre determinado assunto, a segunda se baseia em materiais que não receberam um tratamento analítico. Desta forma, este trabalho se caracteriza por pesquisa bibliográfica e documental. Pois, é elaborado a partir de livros, redes eletrônicas e artigos relacionados ao tema, e documental pôr a fonte de coleta de dados ser restrita e documentos de fonte primaria, que podem ser elaborados no momento em que o fato ou fenômeno ocorre. Além disso, o trabalho é classificado como estudo de caso, por consistir em estudo amplo da empresa relatando um problema real.

### **1.5.3 Universo e Amostra**

O universo deste trabalho é uma Indústria de sacos plásticos.

A amostra se divide em duas opções, que é probabilística e não-probabilística. A amostra probabilística será feita na etapa de quantidade de paradas de máquinas

para troca de matéria-prima (setup) na linha de produção dos sacos plásticos. A amostra não-probabilística se estende na acessibilidade, facilitando o acesso as informações e aos históricos dos setups de cada máquina.

A amostra será a quantidade de produtos produzidos com erro que não podem ser vendidos, portanto entrará na fábrica oculta e terá que ser reprocessado.

#### **1.5.4 Seleção dos Sujeitos**

As informações coletadas foram resultadas diante de dados dos operadores das máquinas, líderes de produção, além dos mecânicos.

#### **1.5.5 Coleta de Dados**

A coleta de dados foi realizada a partir de livros sobre esse assunto, artigos, internet e dados coletados através de relatórios extraídos do banco de dados histórico da indústria de sacos plásticos.

#### **1.5.6 Tratamento de Dados**

Serão feitas análises quantitativas através dos relatórios apresentados para tratamento e geração de tabelas para melhor entendimento da equipe do projeto, de forma que consigam identificar os melhores caminhos a serem seguidos.

#### **1.5.7 Limitação do Método**

Os acessos são limitados e confidenciais, portanto, não será permitido o uso dos dados para as pessoas não autorizadas.

#### **1.5.8 Estrutura do plano de ação**

Para atingir o objetivo do projeto foi utilizado como Plano de Ação o DMAIC que é uma ferramenta utilizada para fazer um planejamento de trabalho necessário para alcançar o resultado desejado e conseqüentemente resolver os problemas. O plano de ação, para o alcance dos objetivos do estudo segue a respectiva estrutura apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Método DMAIC

| Plano de ação DMAIC |                    |                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Etapa 1</b>      | <b>DEFINIR</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir o problema</li> <li>• Formação da equipe do projeto</li> <li>• Instrução do projeto</li> <li>• Análise do Cenário</li> <li>• Definição da oportunidade de melhoria</li> </ul> |
| <b>Etapa 2</b>      | <b>MEDIR</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Separação dos dados</li> <li>• Separação das causas.</li> </ul>                                                                                                                       |
| <b>Etapa 3</b>      | <b>ANALISAR</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise do processo</li> <li>• Análise dos dados</li> <li>• Análise da Causa Raiz</li> <li>• Análise de esforço e impacto</li> <li>• Conclusão da Análise</li> </ul>                  |
| <b>Etapa 4</b>      | <b>IMPLEMENTAR</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Padronização de processos</li> <li>• Padronização de parametrizações</li> <li>• Treinamento operacional</li> </ul>                                                                    |
| <b>Etapa 5</b>      | <b>CONTROLAR</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação dos resultados</li> </ul>                                                                                                                                                   |

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

## 1.6 REVISÃO DA LITERATURA

No início do século XX, foi criada a teoria da administração científica que tinha como finalidade criar a administração das indústrias. Frederick Taylor foi o engenheiro responsável por criar o Taylorismo, na qual tinha como objetivo o raciocínio de eliminar desperdícios e aumentar a produtividade.

Segundo Chiavenato (2000), ainda neste século Henry Ford criou um sistema de produção inovador: a produção em massa. Na qual, produzia-se produtos padronizados em larga escala com o menor custo operacional, a mão de obra utilizada

era especializada e as máquinas eram de fácil ajuste, o que garantia uma consistência no decorrer da produção.

Enquanto Henry Ford e Frederick Taylor promoveram a teoria da administração científica, surgia na França a teoria clássica da administração criada por Henri Fayol que sintetiza a estrutura que uma organização deve possuir para atingir seus objetivos. Em 1929 foi criada a Abordagem Humanística, onde a ênfase era nos trabalhadores da organização. Neste período surge a preocupação em melhorar a motivação, comunicação, liderança e trabalho em equipe entre os funcionários. Após essa teoria, criou-se o modelo sociotécnico que relata a influência das tarefas (técnicas) no desenvolvimento da organização e dos trabalhadores. Nesse contexto, esse modelo une a tecnologia e a parte humana.

Em 1950 surgiu no Japão o conceito de manufatura enxuta criadas por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, na qual o engenheiro chefe da Toyota, Taiichi Ohno, visitou a empresa Ford nos Estados Unidos e constatou que os americanos estavam bem mais avançados em eficiência produtiva. Após conhecer o sistema de produção dos americanos, eles concluíram que reproduzir o mesmo sistema americano de produção em massa na Toyota poderia ser perigoso, devido a variedade de produtos, do território Japonês e por causa da crise econômica do país, após a segunda Guerra Mundial. Com isso, foi necessário que a Toyota se adaptasse as práticas da empresa americana para a realidade de seu país. Dessa forma, surgiu o sistema enxuto conhecido como *Lean Manufacturing* que visa a fabricação com uma variedade maior de produtos sem criar estoques e com foco em redução de desperdícios. Também sendo chamado de STP. Os objetivos principais deste sistema caracterizaram-se por qualidade e flexibilidade de processos, ampliando a capacidade de produção e competição no cenário internacional sendo utilizado para diversos tipos de organizações.

A produção enxuta ou *Lean Manufacturing*, foram os termos utilizados para definir a filosofia de um sistema produtivo mais eficiente com redução de custos, redução de desperdícios melhora na produtividade e assim tornar a empresa mais competitiva quanto aos concorrentes.

Através da implantação do *Lean Manufacturing*, foi notável que ainda podiam aproveitar áreas até então inexploradas. Visando a redução contínua na variação dos processos, que fosse capaz de eliminar defeitos ou falhas na produção ou prestação de serviços. Surgiu então o *Lean Six Sigma* ou *Lean Seis Sigma*, mundialmente

conhecido pela utilização na década de 1980 pela Motorola e por seguinte pela GE, sua principal iniciativa é a utilização de técnicas estatísticas que possam prever e melhorar os processos da organização.

Com isso, pode se dizer que a filosofia *Lean* se torna uma ferramenta de gestão muito eficiente para manter a sobrevivência de uma empresa no mercado competitivo. Porque resulta na redução de custos dos processos produtivos, atendendo melhor e de forma mais rápida os seus clientes e com isso se destacando no mercado.

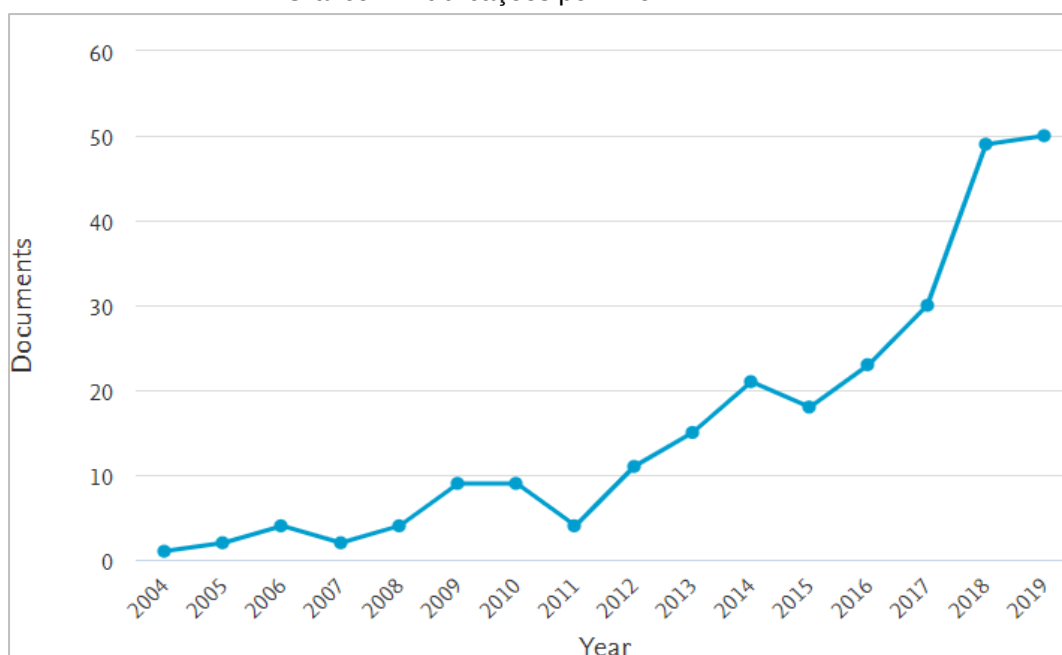
### **1.6.1 Bibliometria**

Para Oliveira *et al* (2013), o uso da pesquisa bibliométrica é essencial para transmissão da produção científica e o seu objetivo é alcançado mediante a aplicação de uma técnica capaz de medir a influência dos pesquisadores ou periódicos, permitindo traçar o perfil e suas tendências, além de evidenciar áreas temáticas.

Sutcliffe (1992 apud MACIAS-CHAPULA, 1998, p. 134) define a bibliometria como “[...] o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada”.

Foi feita uma pesquisa em 02 de Outubro de 2019 com as palavras-chave: Lean, DMAIC e wastes (desperdícios). Através do gráfico 2, foi verificado o número de publicações dessas palavras chaves de 2004 até 2019, em 2004 tinha apenas 1 publicação, aumentando a cada ano e é notável o grande salto de 2017 para 2018, chegando a mais de 50 publicações sobre esses temas, mostrando a procura crescente sobre esses assuntos.

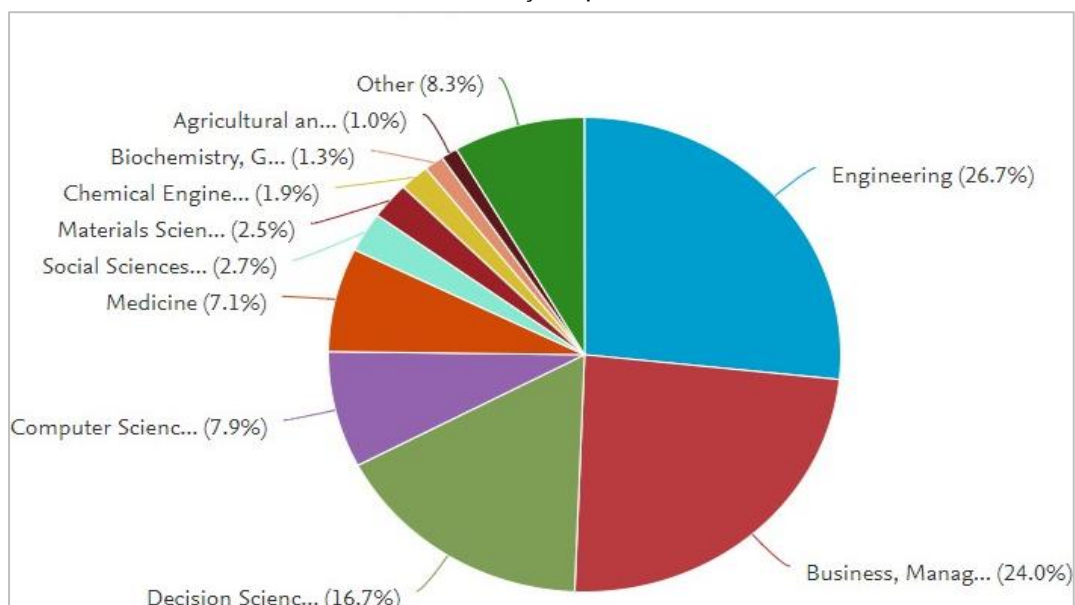
Gráfico 2: Publicações por Ano



Fonte: Base Scopus (2019)

Quando foram procuradas essas palavras chaves, é verificado que diversas áreas já utilizam essa ferramenta e publicam a respeito dessa ferramenta, no gráfico 3 serão vistas as áreas que mais publicaram sobre essa filosofia. Sendo a Engenharia a maior dessas áreas.

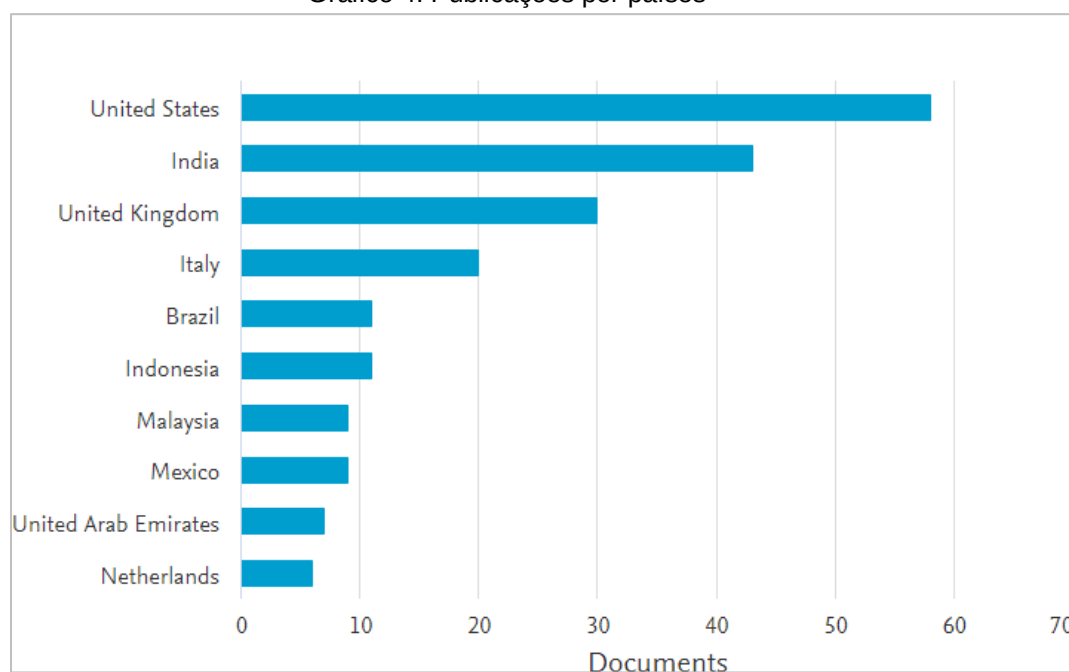
Gráfico 3: Publicações por áreas



Fonte: Base Scopus (2019)

No Gráfico 4, está sendo demonstrado quais são os países que mais utilizam e publicam a respeito sobre essas palavras chaves, sendo os Estados Unidos da América o país com maior número de publicações.

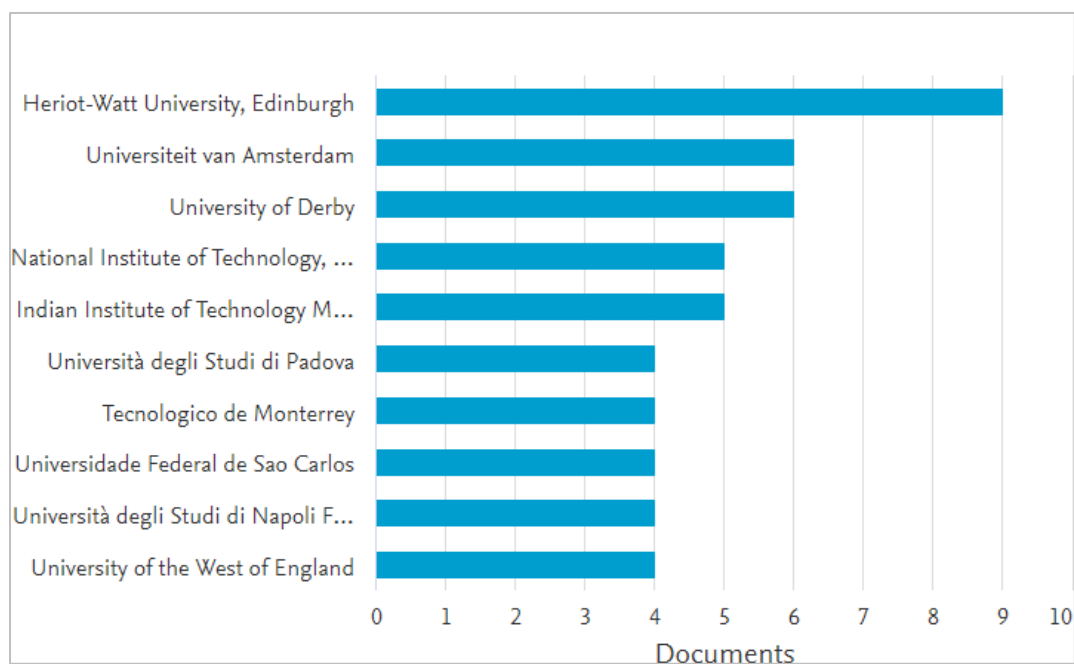
Gráfico 4: Publicações por países



Fonte: Base Scopus (2019)

A universidade com maior número de publicações se encontra no Reino Unido (que é composto pelos países: Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte). A segunda com mais publicações localiza-se na Holanda e a universidade brasileira com maior número de publicações é a Universidade Federal de São Carlos tendo 4 publicações, como está demonstrado no Gráfico 5:

Gráfico 5: Publicações nas universidades



Fonte: Base Scopus (2019)

## 1.7 ESTRUTURA DO ESTUDO

Os capítulos deste Trabalho estão estruturados da seguinte maneira:

**Capítulo 1 – Introdução:** Tem como finalidade apresentar o tema e a estrutura do trabalho. Expor o problema, objetivos propostos, justificativas e a metodologia empregada no presente estudo.

**Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica:** Tem a finalidade de apresentar a base teórica do trabalho, conceituando o *Lean manufacturing*, DMAIC e as ferramentas da qualidade aplicadas no estudo de caso.

**Capítulo 3 – Estudo de caso:** Este capítulo diz a respeito sobre perdas de material durante os processos de produção. Além de demonstrar a aplicação de ferramentas que ajudem na otimização dos processos.

**Capítulo 4- Conclusão:** Tem como objetivo apresentar todos os resultados obtidos, concluir o trabalho e apresentar propostas para trabalhos futuros.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo serão demonstrados conceitos e definições que serão a base para fundamentação e embasamento de modo a servir de suporte durante o desenvolvimento e implantação desse trabalho.

### **2.1 CONCEITO *LEAN***

O conceito do Lean Manufacturing se dissipou pelo mundo e várias são as definições desta filosofia. Segundo Womack e Jones (2004), a produção enxuta é o termo utilizado para definir a filosofia de um sistema produtivo mais eficiente com redução de custos e de desperdícios, melhoras na produtividade, conseguir produzir mais com menos e assim tornar a empresa mais competitiva quanto aos concorrentes. Após a Segunda Guerra Mundial, em meio a instabilidade na produção automobilística, Taiichi Ohno buscou alternativas que fossem capazes de melhorar os resultados da Toyota. Diante disso, implementou um conceito de identificação de atividades que não agregam valor ao produto, desenvolvendo práticas que reduzam os custos, eliminando os desperdícios, além de disponibilizar diversos métodos e ferramentas para o alcance dos objetivos planejados. Esses argumentos ficaram conhecidos como o conceito da Manufatura Enxuta, que nada mais é do que a filosofia de gestão que busca reduzir os desperdícios.

Segundo Ohno (1997), o pensamento enxuto é um modelo de especificar valor, desenhar o melhor fluxo das ações que agregam valor, conseguir realizar essas atividades sem intervalos, sendo realizadas toda vez que solicitadas e melhorando a eficácia dos processos.

De acordo com Dias (2006), o conceito da Manufatura Enxuta busca reduzir os desperdícios através da diminuição do lead time, que se trata do período entre o início de uma atividade, produtiva ou não, e o seu término. Buscando eliminar os desperdícios que existem nos processos, maximizando a produtividade e o nível de eficiência dos processos da produção.

A filosofia da Manufatura Enxuta é uma metodologia gerencial que se respalda diminuição dos desperdícios dentro do processo produtivo, esse pensamento é visado por empresas que procuram o aperfeiçoamento dos seus processos. O sucesso alcançado pela Toyota foi decorrente do grande desempenho operacional, sendo um

sistema alternativo que procuram produtos e serviços capazes de “enxugar” o processo produtivo de empresas em que resulte em um fluxo que produza somente o que agrega valor para os clientes da empresa.

A Toyota conseguiu se tornar no início do século XXI a maior fabricante de automóveis e a empresa mais lucrativa do mundo. A empresa percebeu as marcas decorrentes da Segunda Guerra Mundial e notou que era necessário procurar novas alternativas que a fizessem continuar competitiva mesmo no período de caos pós-guerra. Ela continua mantendo o objetivo da manufatura tradicional em relação ao baixo custo, porém tendo foco na redução de perdas. Portanto, para se distanciar dos concorrentes é necessário focar na redução dos desperdícios e aumento do valor agregado dos produtos.

Segundo Liker (2005), a Toyota encantou o mundo com a qualidade e a eficiência dos seus produtos. Tendo a manufatura maior do que os seus concorrentes, a Toyota mostrou que era possível produzir com maior qualidade, durabilidade, maior confiança e um melhor preço dos produtos, sem esquecer que estava de acordo com a necessidade dos clientes.

### **2.1.1 Identificação dos desperdícios**

Uma das bases que constituem o sistema *Lean*, ou o pensamento enxuto, é a procura por eliminar desperdícios que ocorrem dentro da empresa, é uma tarefa difícil eliminá-lo, pois normalmente está escondido nos processos produtivos da empresa e muitos dos desperdícios existentes acabam não sendo notados. Desperdício tem por definição qualquer atividade que necessita de recursos, porém o cliente não está disposto a pagar por aquilo.

Atualmente, muitos processos produtivos misturam atividades que agregam valor com desperdícios, e por questão de a empresa sempre fazer desta forma, acabam se acomodando e herdando os mesmos princípios. Passam a considerar a ineficiência do processo produtivo como “aceitável” e não procuram meios para identificar os desperdícios, eliminá-los e assim aumentar a eficiência dos processos.

Através de estudos realizados no Sistema Toyota de Produção, um dos principais executivos do desenvolvimento do *Lean* na Toyota (Taiichi Ohno), classificou o que seriam os desperdícios presentes dentro da companhia, o que

cooperou para a melhor identificação dos desperdícios, como veremos no quadro a seguir os desperdícios preconizados pelo Taiichi Ohno (1997).

Figura 1 – Os setes desperdícios presentes no processo produtivo



Fonte: Taiichi Ohno (1997)

Sendo esses desperdícios caracterizados por:

**Super Produção:** Se trata de produzir mais do que o necessário para atender o cliente, esse desperdício tem suma importância porque ele acaba agravando todos os outros desperdícios, a partir do momento que produz em maior quantidade que o suficiente para atingir a demanda, são utilizados recursos sem necessidade, gerando estoques, movimentos desnecessários, utilizando capacidade que poderia usar para fazer o que o cliente espera.

**Movimentação:** Diz respeito a movimentos de pessoas sem necessidade, pois está utilizando o tempo que poderia estar produzindo, mas devido à má organização do espaço de trabalho, ele precisa se movimentar mais que o necessário para realizar a tarefa proposta.

**Estoques:** São produtos que são produzidos e não são vendidos, portanto tornando o capital parado e tendo um mal aproveitamento do espaço, além que pode ocultar problemas na qualidade dos produtos, gerando retrabalho em grandes lotes.

**Espera:** Quando ocorre a ociosidade ao longo do fluxo, podendo ser espera de produtos, pessoas e até informações. Podendo ser causado pela instabilidade e o desbalanceamento entre as etapas, fazendo com que algumas atividades sejam feitas mais rápidas que a outra, formando então uma espécie de “fila”.

**Transporte:** Refere ao transporte excessivo de produtos, desde que tenha movimentos desnecessários na fábrica de matérias-primas, estoques distantes na linha de produção, fluxo de abastecimentos ineficientes.

**Falta de qualidade:** Relacionado a qualidade dos produtos, pois um produto mal feito acarreta em desperdícios de materiais, mão de obra, ocupação dos equipamentos, além de ser necessário um retrabalho para aproveitar o produto.

**Processo desnecessário:** É quando são feitas ações que não necessitam serem mais feitas para produzir algo, procedimentos que não tem mais importância e mesmo assim continuam realizando.

Não foi citado, porém ainda existe o oitavo desperdício (Desperdício intelectual) que decorre de conhecimento intelectual e habilidades de pessoas que trabalham na empresa e não são bem aproveitadas, uma vez que o conhecimento e a experiência dessas pessoas sobre detalhes de processos podiam acarretar em grandes contribuições para a empresa. (TUBINO, 2015).

### 2.1.2 Identificação das atividades

Sabendo sobre os desperdícios existentes na empresa e para conseguir eliminá-lo, é preciso classificar as atividades do processo produtivo em três categorias, que de acordo com Hines e Taylor (2000), são:

- **Atividades que agregam valor (AV):** Atividades que agregam valor ao produto ou serviço, são atividades que os clientes enxergam valor e estão dispostos a pagar por isso.
- **Atividades desnecessárias que não agregam valor (NAV):** São atividades que não agregam valor ao produto ou serviço, consomem recursos, tempo e espaços, porém não contribui para o que o cliente enxerga valor no processo produtivo. Devem ser eliminados porque não comprometem no resultado.
- **Atividades necessárias que não agregam valor:** São atividades que os clientes não enxergam valor, mas são importantes no processo produtivo, seja por limitações técnicas ou econômicas. Não contribuem diretamente para o resultado, são desperdícios difíceis de serem eliminados diretamente, é necessária uma melhor estratégia para conseguir reduzir o máximo.

Sabendo dos conceitos das atividades no processo produtivo, para a melhor visualização dessas atividades, o quadro abaixo irá mostrar alguns exemplos que acontecem corriqueiramente.

Figura 2 – Exemplos de atividades numa indústria farmacêutica

| <b>Valor agregado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Não agrega, mas necessária</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Desperdício evidente</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Ferramenta removendo aparas de uma peça;</li> <li>❑ Golpe na operação de prensa;</li> <li>❑ Injeção de Plástico no molde;</li> <li>❑ Mistura em processo químico;</li> <li>❑ Embalar um produto.</li> </ul> <p><b>O cliente está disposto a pagar por isto.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Deslocamento da ferramenta;</li> <li>❑ Fixação da peça;</li> <li>❑ Limpeza e início de injeção no molde;</li> <li>❑ Enchimento de reservatórios;</li> <li>❑ Setup, troca de ferramentas.</li> </ul> <p><b>Deve ser minimizado, visto que sua eliminação completa não é possível.</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Manutenção corretiva;</li> <li>❑ Manuseio duplicado;</li> <li>❑ Descartar peças;</li> <li>❑ Entradas e saídas do almoxarifado, percursos adicionais;</li> <li>❑ Limpezas adicionais.</li> </ul> <p><b>Deve ser eliminado completamente do processo.</b></p> |

Fonte: Hines e Taylor (2000)

## 2.2- DMAIC

Segundo Braitt (2014) a metodologia DMAIC foi criada para reduzir variações em diversos tipos de processos, especialmente nos processos de produção.

De acordo com Fettermann (2014) o DMAIC visa à melhoria do processo por meio da seleção correta de projetos e com etapas direcionadas para a solução de problemas dispostas de forma cíclica e contínua, contribuindo no processo de melhoria contínua. É uma ferramenta que está inserida nas diretrizes do *Lean* seis sigma que objetiva em análises precisas e soluções de problemas para alcançar ganhos de produtividade, reduzir custos, perdas, dentre outros.

Para Scatolin (2005) o DMAIC tem a finalidade de identificar, quantificar e minimizar as fontes de variação do processo e proporcionar melhorias nos resultados do mesmo. Com isso, busca aumentar a eficiência e lucratividade da organização tornando-a mais competitiva no mercado.

Segundo Morales e Oro (2012), a ferramenta DMAIC otimiza os processos, além de reduzir a variabilidade dos resultados operacionais, garantindo a qualidade do produto acabado e diminuindo os custos da organização.

O DMAIC tem cinco padronizadas etapas: definir, medir, analisar, melhorar e controlar. (KUAN, 2012).

A Figura 3 demonstra as etapas do DMAIC:

Figura 3- Etapas DMAIC



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A seguir será evidenciado as etapas realizadas a fim de expor todas as observações do processo.

Etapa 1- **DEFINIR**: Consiste em definir os objetivos e as metas do projeto. Primeiramente é necessário mapear todas as atividades e identificar os processos críticos que resultam nos baixos índices de eficiência e alto índice de refugos. É importante ser o mais específico possível na definição dos problemas para ter mais facilidade de entendimento da equipe e determinar quais os ganhos esperados de resultado.

Etapa 2- **MEDIR**: O objetivo desta etapa é efetuar medições de processos para serem utilizadas como instrumento de análise. A coleta de dados é bem importante para poder validar o problema com o objetivo de identificá-lo. Dessa forma, os dados devem ser coletados, mensurados e transformados em informações importantes para serem estudados.

Etapa 3- **ANALISAR**: O foco desta etapa é efetuar a análise das causas do problema a partir dos resultados obtidos, a fim de encontrar a causa raiz dos problemas que foram encontrados. Para realizar as atividades desta etapa, normalmente utilizam-se as ferramentas da qualidade: brainstorming, diagrama de causa e efeito, matriz causa e efeito, dentre outras.

Etapa 4- **MELHORAR**: Nessa fase o objetivo é a criação de ideias que possam gerar ações de melhorias para a solução dos problemas que foram definidos, medidos e analisados nas etapas anteriores. Inicialmente realiza-se um brainstorming para gerar ideias e soluções expressivas para que posteriormente sejam amadurecidas e possam solucionar os problemas.

Etapa 5- **CONTROLAR**: Nesta etapa, o objetivo é manter o processo que foi otimizado para que não volte a gerar resultados ruins. Esta etapa confirma a resolução do problema e as melhorias que a ferramenta DMAIC proporcionou a organização. Para os problemas não voltarem a acontecer, deve-se criar um acompanhamento a fim

atingir as metas utilizando ferramentas de controle, que são: Diagrama de pareto, histograma, procedimento padrão, Manuais, ficha técnica, dentre outros.

### **2.3 QUALIDADE EM PROCESSOS**

No início do século XX, se tornava comum a produção em massa e existia um problema que ainda persiste nas indústrias atuais, a má qualidade nos produtos. Pois tendo a produção em grandes quantidades, era inviável inspecionar todos os produtos produzidos, além de demandar recursos essa alternativa tomava muito tempo da linha de produção. Portanto, começaram a controlar a qualidade no método de amostragem e o controle da qualidade passou a utilizar aplicações estatísticas nos seus processos.

De acordo com Slack (2015), passando da metade do século XX, começaram a pensar sobre o que representaria de fato a qualidade, mostrando que qualidade vai além de produtos defeituosos, a qualidade dependia da satisfação dos clientes, deixando de ser aspectos técnicos para se tornar atributos que atende as especificações do consumidor.

A qualidade pode ser definida como produtos que suas características sejam capazes de satisfazer as necessidades dos clientes, sem permitir erros, nem retrabalhos ou falhas que possam ocorrer no processo. Ou seja, para garantir a qualidade a um produto ou serviço, é necessário atender de forma acessível e segura, no tempo programado, às necessidades do cliente.

Através das ferramentas da qualidade esse estudo tem como objetivo identificar, analisar, buscar soluções, implementar contramedidas para os problemas encontrados.

### **2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE**

As ferramentas da qualidade foram desenvolvidas para serem utilizadas no gerenciamento da gestão da qualidade na finalidade de definir e mensurar para resultar na melhor análise do problema e auxiliar na tomada de decisão.

De acordo com Paladini (1997) as ferramentas da qualidade organizam e estruturam o processo produtivo a partir da coleta de dados analisando e controlando os processos internos da organização.

A análise dos resultados obtidos pelas ferramentas da qualidade permite encontrar as correlações entre as variáveis que constituem os processos de fabricação.

Segundo Juran (1992) as ferramentas da qualidade proporcionam a melhoria contínua dos processos e da qualidade quando manuseadas da forma correta, com habilidade e eficiência.

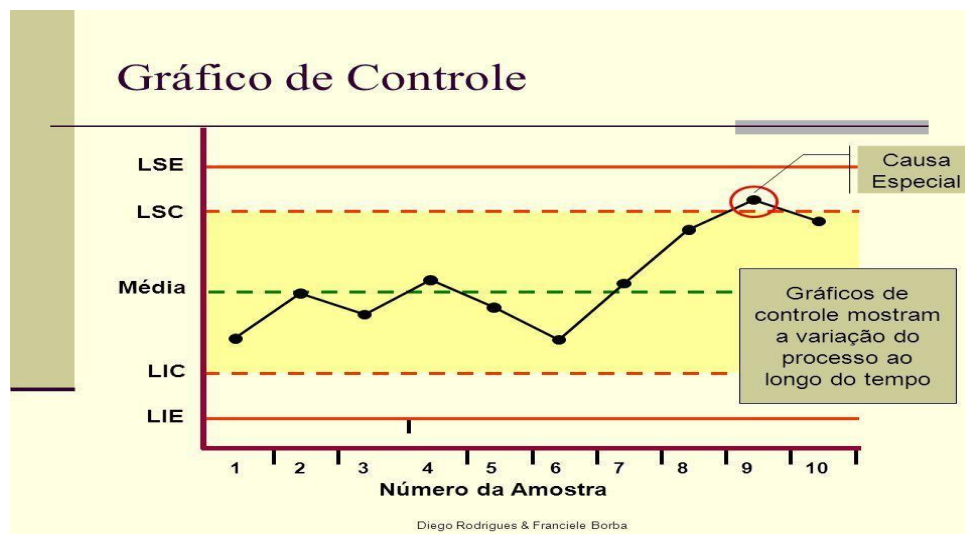
#### **2.4.1- GRÁFICO DE CONTROLE**

A utilização dos gráficos de controle permite um melhor controle da qualidade sobre a manufatura, pois eles exibem de forma visual, identificação de causas especiais, detecção de defeitos, que podem ser sanados até em ações corretivas imediatas, caso consiga detectar alguma falha no processo. (LIMA, 2017)

Segundo Trivellato (2010), os gráficos de controle têm por função verificar se dentro do processo aparece alguma causa especial que influencia na variação do processo. Através do apoio de outras ferramentas, consiga corrigir as variações existentes no processo transformando-o em um processo estável e dentro dos parâmetros programados.

Sua estrutura é formada diante de valores de atributos da qualidade que estão dentro do controle dos processos, sendo eles caracterizados por LM (Linha média), LSC (Limite superior de controle), o LIC (Limite inferior de controle), o LSE (Limite superior de especificação) e o LIE (Limite inferior de especificação), sendo os limites superiores e limites inferiores acima e abaixo da linha média, respectivamente. A linha média representa a mediana do atributo da qualidade utilizado no sistema sob controle, ou seja, o ponto em que o processo representa sob a performance de fundamentos aleatórios. Já os limites do controle LSC e LIC, se tratam do ponto máximo e ponto mínimo que o processo suporta. Os limites LSE e LIE são os limites que são até onde o cliente aceita, um processo controlado é um processo em que todas as variáveis estão dentro desses limites, próximos da linha média e os limites LSC e LIC dentro dos limites especificados pelo cliente. Caso o processo não esteja sob controle, as variáveis precisam demonstrar algum *outlier*, causas especiais, ou ultrapassarem os limites de controle. (TRIVELLATO, 2010)

Gráfico 6- Controle de Processos



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

#### 2.4.2- BRAINSTORMING

Esta ferramenta consiste em reunir colaboradores do setor em análise ou pessoas criativas de outros setores para coletar o maior número possível de ideias que possam resultar na ineficiência dos resultados esperados. Esta ferramenta é também conhecida como “Tempestade de ideias”.

O brainstorming é para ser utilizado quando se tem a identificação do problema a partir da análise do processo e indicadores disponibilizados pelo gestor do setor. A partir disso, será feito um levantamento de possíveis ganhos para se atingir a meta e solucionar os problemas que geram perdas, para isso é necessário produzir ideias para serem analisadas com atenção.

Para poder obter ganhos expressivos no uso dessa técnica é necessário que os participantes sigam as regras, que são: falar de forma espontânea, não criticar as ideias do outro participante, não comentar as ideias dos outros participantes, se inspirar nas ideias apresentadas, dentre outras.

Sabendo que diversas ideias vão surgir, no entanto, é necessário descartar aquelas que não se encaixem nos planos da empresa, seja por capacidade financeira, técnica ou administrativa.

Existem dois tipos de Brainstorming, o estruturado e o não estruturado. O Brainstorming estruturado é realizado de forma formal, na qual todos os participantes presentes expõem suas ideias, um por vez. O brainstorming não estruturado é feito de uma forma informal, na qual é falado somente quando as ideias dos participantes surgem.

### 2.4.3- FLUXOGRAMA

Segundo Paladini (2010), os fluxogramas se tratam de demonstrações visuais sobre fases que estruturam um processo. Além de permitir uma visão global sobre o processo, mostra as características de cada etapa que compõe o processo e como elas se relacionam. O autor também destaca que através do fluxograma percebe-se as operações críticas existentes no processo, se caracterizando pelo cruzamento entre vários fluxos.

A presença de um fluxograma para um processo é essencial para a simplificação e organização do trabalho, pois permite a compreensão e resulta na otimização dos processos em cada departamento ou área de atuação.

Os símbolos que são utilizados na visualização do fluxo das organizações foram padronizados pelo fato de existirem diversos tipos de fluxogramas. Os mesmos tem por função demonstrar origem, processo e destino, através de informações de forma escrita ou verbal. (Oliveira, 2002)

A Tabela 2 demonstra os símbolos utilizados para representar os diversos tipos de fluxogramas.

Tabela 2- Símbolos do fluxograma

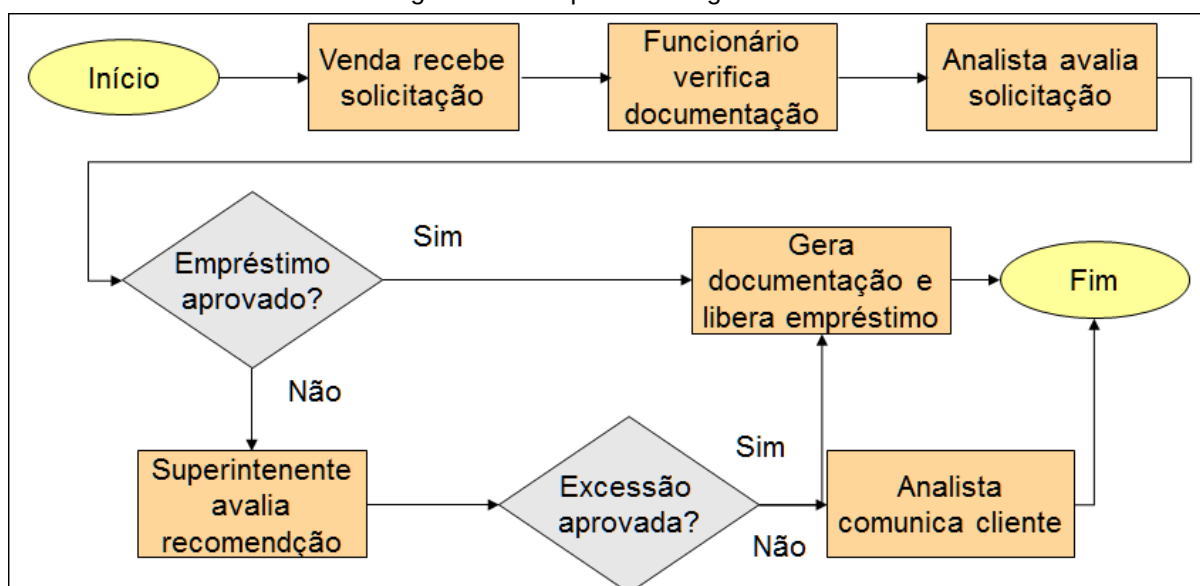
|                                                                                     |                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Indica o início ou fim do processo                                                                                               |
|  | Indica cada atividade que precisa ser executada                                                                                  |
|  | Indica um ponto de tomada de decisão                                                                                             |
|  | Indica a direção do fluxo                                                                                                        |
|  | Indica os documentos utilizados no processo                                                                                      |
|  | Indica uma espera                                                                                                                |
|  | Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior |

Fonte: Adaptado de Oliveira (2002)

O fluxograma descreve de forma clara, um fluxo, sequência ou processo de trabalho, auxiliando, com isso, a criação de novos processos, o melhoramento de processos já existentes, a eliminação de tarefas em duplicidade, a eliminação de estragos/desperdícios de tempo e insumos, além de transmitir uma visão sistêmica de processos existentes na organização a todos os indivíduos envolvidos direta ou indiretamente na atividade representada, eliminando retrabalho e ações que não agregam valor ao serviço para poder-se aperfeiçoar os tempos de execução e consequentemente redução de seus custos. (RAZZOLINI, 2010)

O fluxograma é uma ferramenta de gestão que demonstra graficamente através de uma linguagem simbólica e escrita todas as etapas operacionais e sequenciais de um processo, com suas operações e pontos de decisões, permitindo detalhá-lo, entendê-lo e melhorá-lo.

Figura 4- Exemplo de fluxograma



Fonte: Adaptado de TÁVORA (2009)

O fluxograma permite a observação de várias etapas que estruturam um processo, as operações críticas merecem mais atenção para melhorar o fluxo do processo. (TÁVORA, 2009).

Normalmente é formado por três módulos:

- Início (entrada): O assunto que será considerado no planejamento;
- Processo: Baseado na determinação e ligação das operações que compõem o processo;
- Fim (saída): Fim de todo o processo, onde não tem mais ações a serem questionadas.

#### 2.4.4- DIAGRAMA DE PARETO

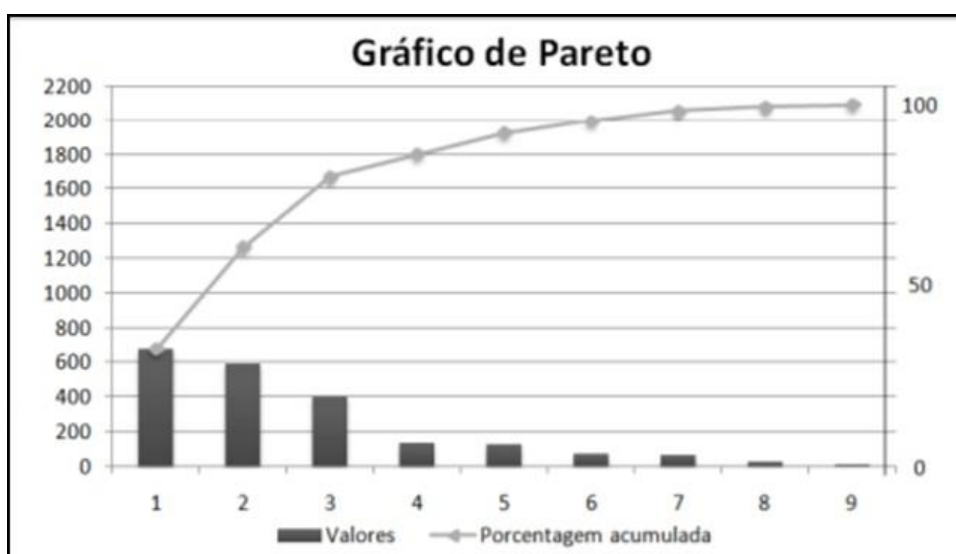
O diagrama de Pareto é uma ferramenta da qualidade que permite relacionar problemas com as suas respectivas causas, utilizando um gráfico de barras para ordenar as frequências das ocorrências em ordem decrescente. É uma técnica que proporciona uma grande visibilidade em encontrar causas que geraram um determinado número de falhas, proporcionando o foco na busca para a solução das não conformidades.

O criador da ferramenta Vilfredo Pareto, percebeu que 80% da riqueza italiana estava concentrada nas mãos de uma pequena parcela da população, 20%. A partir disso, foi expresso em um gráfico essa proporção que se tornou uma das ferramentas mais importantes das ferramentas da qualidade.

Esta metodologia é utilizada para identificar os maiores índices e as respectivas porcentagens referentes ao total. Por meio desta, podemos identificar os maiores problemas como por exemplo maiores causadores de parada de máquina, maior índice de não conformidade por produto, operador que gera pior eficiência em produtividade, dentre outros casos.

Segundo Slack (2015) o diagrama de Pareto é uma ferramenta que classifica os tipos de problemas ou suas causas por grau de importância, para que possa priorizar as que forem mais pertinentes.

Gráfico 7 – Gráfico de Pareto



Fonte: Adaptado de Slack (2015)

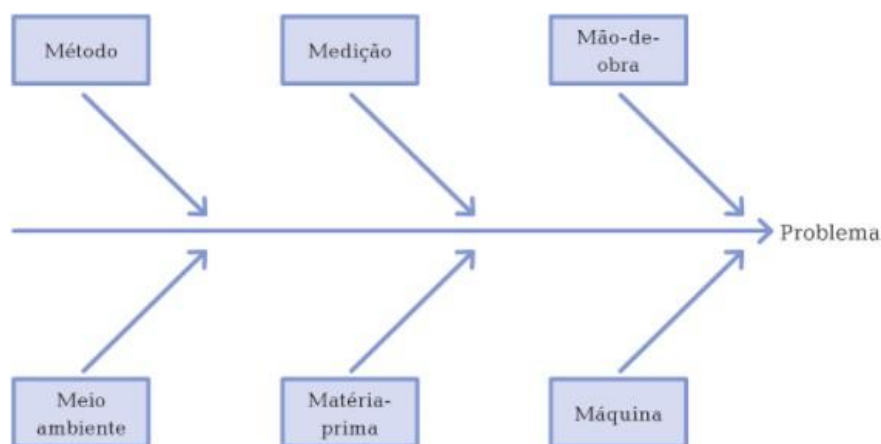
### 2.4.5- DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O diagrama de Ishikawa é também conhecido diagrama de causa e efeito e tem por finalidade organizar o raciocínio e a discussão sobre as possíveis causas de um determinado problema. Este diagrama que tem o formato de uma espinha de peixe é utilizado para poder determinar a causa fundamental (raíz) de um problema para que haja a correção do mesmo.

Esta ferramenta também conhecida por 6M é constituída por 6 tipos de categorias que podem estar impactando no problema de um determinado processo, que são:

- **Máquina:** Ausência de manutenção preventiva, manutenção efetuada incorretamente.
- **Mão de obra:** Dificuldades do colaborador em atender as expectativas dos resultados esperados pela empresa.
- **Método:** Falhas relacionadas as práticas e procedimentos mal elaborados
- **Matéria prima:** Baixa qualidade da matéria prima, formulação da matéria prima fora do especificado.
- **Medição:** Avaliações de processo executadas de forma incorreta, se ocorre na frequência ideal, decisões imprecisas sobre o processo
- **Meio Ambiente:** Má qualidade do ambiente corporativo.

Figura 5 – 6M's do Diagrama de Ishikawa



Fonte: Paranhos Filho (2016)

De acordo com Werkema (1995) a definição de todas as possíveis causas deve ser feita de uma forma bem detalhada possível, por que quanto maior o detalhamento mais fácil será para encontrar a causa raiz e mais efetiva será a solução do problema.

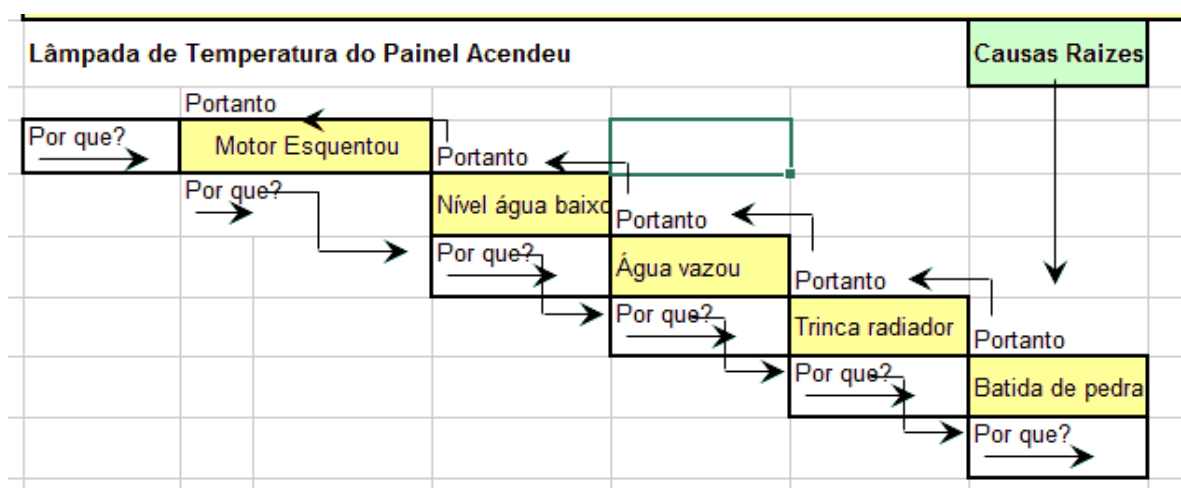
#### 2.4.6- 5 PORQUÊS

Os 5 porquês são um método que explora as relações entre causa e efeito. Essa ferramenta é usada para encontrar a causa raiz existente em um defeito ou problema. Desde o momento em que age na da causa raiz, o problema é solucionado e evita que ocorra novamente.

A ferramenta é muito útil para a resolução de problemas. Foi desenvolvida pelo pai do Sistema Toyota de Produção, Taiichi Ohno, e fundamenta-se na criação da pergunta “Por quê” cinco vezes para o entendimento da causa raiz do problema aplicado. Não diz, necessariamente, que são exatamente 5 perguntas, podem ser mais ou menos que esse número. Esse número foi padronizado porque entende-se que 5 é um número suficiente para encontrar a causa raiz. (Ohno, 1997)

Este método possui aparência fácil, mas pode ser difícil de ser aplicado, porque precisa de disciplina da equipe, de forma que respeitem as relações de causa e efeito na elaboração da análise. A partir do momento que é perdido essas relações, a análise pode não haver mais sentido, e acaba não encontrando a causa raiz do problema.

Figura 6- Exemplo de 5 porquês



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Portanto, a ferramenta do 5 porquês analisa com maior detalhamentos o problema até que se encontre a causa raiz, as perguntas realizadas mostram que um sintoma ocasionou o outro, em outras palavras, a relação entre causa e efeito. Entendendo melhor o problema, desdobrando o mesmo é a melhor alternativa porque encontram-se respostas que nem tinham sido pensadas, porém influencia no resultado do processo. Encontrando a causa raiz é necessário um tratamento de correção imediatamente e de prevenção para eliminar totalmente esse problema e o mesmo não volte a acontecer.

#### 2.4.7- 5W2H

A ferramenta 5W2H é uma técnica utilizada pela gestão da qualidade no objetivo de atingir as metas da organização, essa ferramenta também é denominada plano de ação. Nessa ferramenta são criadas contramedidas para colaboradores selecionados pelo gestor que devem ser executadas no decorrer do trabalho até o prazo definido.

Segundo Werkema (1995) para elaborar um plano de ação é necessário reuniões com um grupo de colaboradores envolvidos no processo com a finalidade de definir a estrutura do 5w2h e deve ser informado a importância em executar bem aquela ação. É preciso que ao criar o plano de ação as contramedidas sejam elaboradas de forma bem clara e objetiva para o colaborador conseguir obter o máximo de entendimento e executar a ação de forma eficiente. As etapas para a aplicação do plano de ação são:

Tabela 3 – Descrição do 5W2H

| Etapas do plano de ação |           |               |                                    |
|-------------------------|-----------|---------------|------------------------------------|
| 5W                      | What?     | O que?        | Que ação será executada?           |
|                         | Who?      | Quem?         | Quem irá executar a ação?          |
|                         | Where?    | Onde?         | Onde será executada a ação?        |
|                         | When?     | Quando?       | Quando a ação será executada?      |
|                         | Why?      | Por quê?      | Por que a ação será executada?     |
| 2H                      | How       | Como?         | Como será executada a ação?        |
|                         | How much? | Quanto custa? | Quanto custa para executar a ação? |

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A utilização dessa ferramenta possibilitará uma resposta bem clara do que deve ser feito, quem, onde, quando, por quê, como e quanto custa para resolver um problema que acarreta prejuízos a organização. Em alguns casos são utilizados o plano de ação 5w1h, na qual não utiliza-se de recursos financeiros para poder executar a ação proposta.

### 3. ESTUDO DE CASO

#### 3.1 A EMPRESA

A indústria Beta Plast é uma empresa nacional e atua a 60 anos de forma especializada na produção e comercialização de sacos para lixo e também para a conservação de alimentos. A empresa conta com uma equipe de 280 colaboradores e sua fábrica está localizada no município de São João de Meriti, no Estado do Rio de Janeiro. A figura 7 mostra a linha de produção que é composto por 10 máquinas controladas por 10 operadores e 20 ajudantes de produção.

Figura 7- Parque Industrial Beta Plast



Fonte: Beta Plast (2019)

A empresa possui um extenso portfólio de produtos, cujo mix é composto por mais de 160 diferentes tipos de modelos de sacos para lixo com aplicações variadas. A empresa atua com fornecimentos em território nacional e também internacionalmente, por exemplo, países como França, Argentina e Colômbia.

Com o objetivo de manter-se competitiva no mercado, há cinco anos a empresa introduziu em sua cultura a visão estratégica, com encontros da alta diretoria para definição do plano estratégico, onde foi claramente identificado a missão, visão e valores, e depois realizada a divulgação do plano para toda a empresa.

- **Missão** – Gerar satisfação e prosperidade para nossos acionistas, colaboradores, clientes, fornecedores e a sociedade em geral – atuando na indústria de forma sustentável.

- **Visão** – Permanecer na liderança nacional, atuar fortemente no mercado internacional e ser uma empresa sustentável no longo prazo.
- **Valores** – Preferência do cliente; a segurança dos colaboradores; pessoas respeitadas e valorizadas; a qualidade; o foco em metas e resultados; a integridade com todos; e a sustentabilidade econômica, social, moral e ambiental.

Além da visão estratégica, a empresa também inseriu em sua cultura a melhoria contínua, para a aplicação de metodologias que visam trazer benefícios através da identificação de problemas e melhorias realizadas.

### **3.2- MERCADO DE SACOS PARA LIXO**

A Indústria de transformados plásticos é um setor da economia brasileira que contribuí significativamente com o aumento do PIB (Produto Interno Bruto) do país. Segundo a ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria do Plástico), a cada R\$ 1 milhão adicional do setor de transformado plástico, aumenta em R\$ 1,3 milhão no PIB brasileiro. Trata-se de um setor que emprega aproximadamente 326 mil trabalhadores nos mais diversos ramos e qualificações, espalhados por todo o território nacional e gera uma produção física de 6,59 milhões de toneladas. (ABIPLAST, 2015)

O termo plástico – derivado do grego plastikós, flexível, adequado à moldagem define qualquer material capaz de ser modelado com calor ou pressão para criar outros objetos, como o marfim, moldado desde o século XVII. O plástico que conhecemos atualmente foi evoluindo gradualmente, a partir das contribuições de vários inventores, ao redor do mundo, e originalmente surgiu dos polímeros naturais como a celulose e o látex. (BRASKEM, 2012)

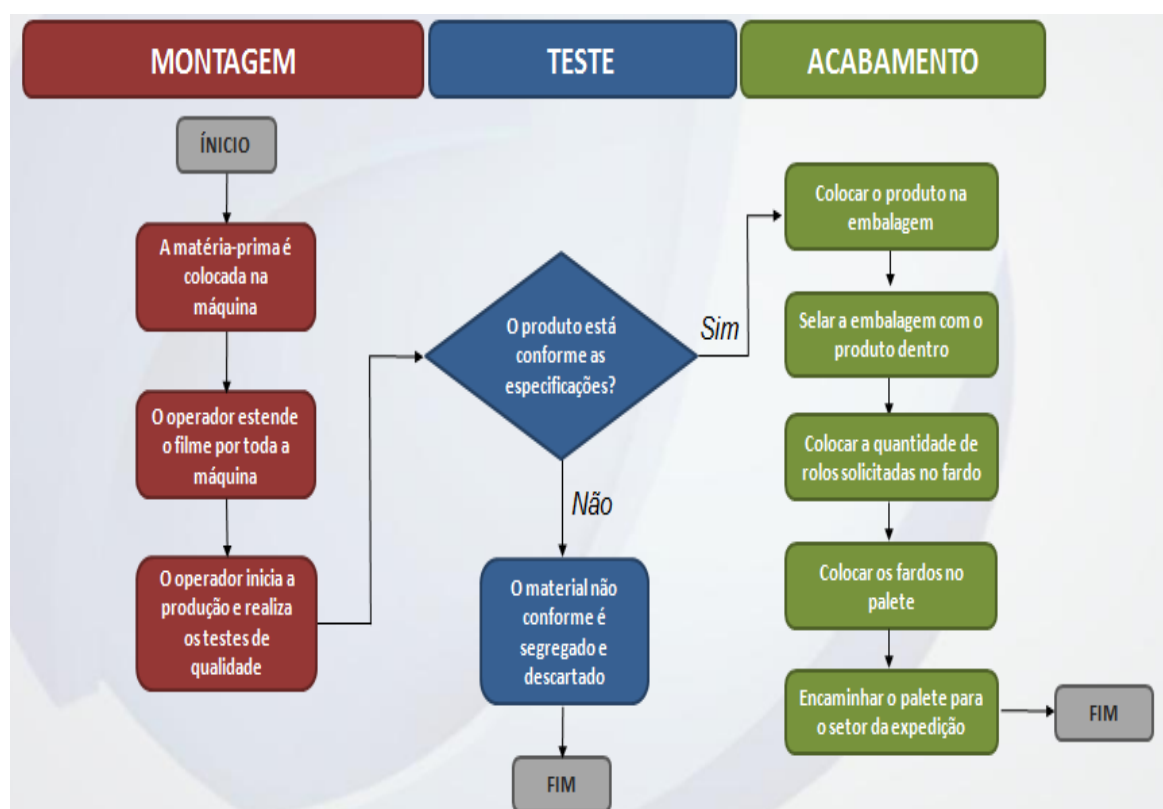
A evolução progressiva deste material ao longo dos anos, pela realização de pesquisas e inúmeros testes para aperfeiçoamento, possibilitou que diversos tipos de resinas fossem descobertas, e a humanidade pudesse ampliar os horizontes de aplicabilidade deste composto dentro da indústria. Hoje o plástico é utilizado nos mais variados setores da economia, desde eletrônicos até a saúde por exemplo, e esta grande variedade de aplicações faz com que as indústrias que transformam este material tenham um grande potencial tecnológico e econômico. (BRASKEM, 2012)

Apesar de ser um setor extremamente promissor, o cenário econômico brasileiro, onde a crise se estende em todas as áreas, também impactou diretamente na indústria de transformados plásticos. Dentro de todo contexto econômico crítico abordado até o momento, as Indústrias são cada vez mais pressionadas a dominarem completamente todos seus processos, e a buscar alternativas visando a maior produtividade e o aumento dos lucros com o mínimo de investimento possível para este fim.

### 3.3- PROCESSO

A linha de produção dos sacos para lixo é composta por 10 máquinas automáticas que realizam o processo em específicas etapas, que são apresentadas no Fluxograma 1.

Fluxograma 1- Processo de Produção



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

### **3.4 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC**

Esta etapa tem como objetivo detalhar o estudo de caso realizado, apresentando a aplicação dos passos da metodologia DMAIC. Tal metodologia possibilitou estruturar o trabalho de maneira compreensível, com objetivo principal de identificar as causas do alto índice de paradas de produção, que resultam no alto índice de perdas de produção.

#### **3.4.1 Definir**

Nessa etapa, é descrito com precisão o objetivo do projeto de melhoria que é reduzir o índice de perdas da produção, através da metodologia DMAIC. Também é abordado nesta etapa a instrução do projeto onde definiu-se a equipe e a meta do projeto.

##### **3.4.1.1 Formação da equipe do projeto**

Nesta etapa será formado um grupo de colaboradores que poderá ajudar no desenvolvimento do projeto que visa reduzir no prazo de 6 meses o valor de perdas da produção em 300 mil reais, ou seja, reduzir o índice de perdas de 7% para 4,7%.

Para selecionar os integrantes que fizeram parte da equipe envolvida no projeto priorizaram-se funcionários com conhecimento e que atuassem diretamente na área em estudo, tais como: assistente da qualidade, assistente da diretoria industrial, operador, encarregado de produção, técnico de processos, supervisor da manutenção.

##### **3.4.1.2 Instrução do projeto**

A coleta de dados foi realizada em reuniões semanais com durações de uma hora, na qual todos participantes serão induzidos a colaborar com sugestões, ideias e críticas que possam vir a ser construtivas e estejam alinhadas com o propósito de minimizar os indicadores de refugos da linha de produção.

#### **3.4.2 Medir**

A etapa “medir” destina-se na observação da confiabilidade dos dados coletados, a fim de que os mesmos permitam a priorização do problema da

organização. No estudo de caso apresentado acredita-se que os dados são confiáveis, pois foram obtidos por meio de sistemas informatizados utilizados pela empresa e através da observação do processo.

### 3.4.2.1 Separação dos dados

Através dos dados coletados sobre o índice de perdas na linha de produção, é possível perceber que o indicador tem um grande impacto financeiro na perda de produção. Todo o material que foi produzido e não passa no teste de qualidade é considerado como perda de produção.

Na Tabela 4 é possível observar o quanto esse indicador impacta nos resultados da empresa, sabendo que o preço unitário do produto acabado é 14 reais.

Tabela 4- Relação entre quantidade e perda

| Mês | Qtd de Rolos Produzidos | Qtd de Rolos Defeituosos | Percentual | Perda      |
|-----|-------------------------|--------------------------|------------|------------|
| jan | 996.831                 | 49.842                   | 5,0%       | 697.781,70 |
| fev | 875.912                 | 47.299                   | 5,4%       | 662.189,47 |
| mar | 1.050.234               | 54.612                   | 5,2%       | 764.570,35 |
| abr | 967.083                 | 64.795                   | 6,7%       | 907.123,85 |
| mai | 1.021.567               | 69.467                   | 6,8%       | 972.531,78 |
| jun | 985.012                 | 68.951                   | 7,0%       | 965.311,76 |

Fonte: Beta Plast (2019)

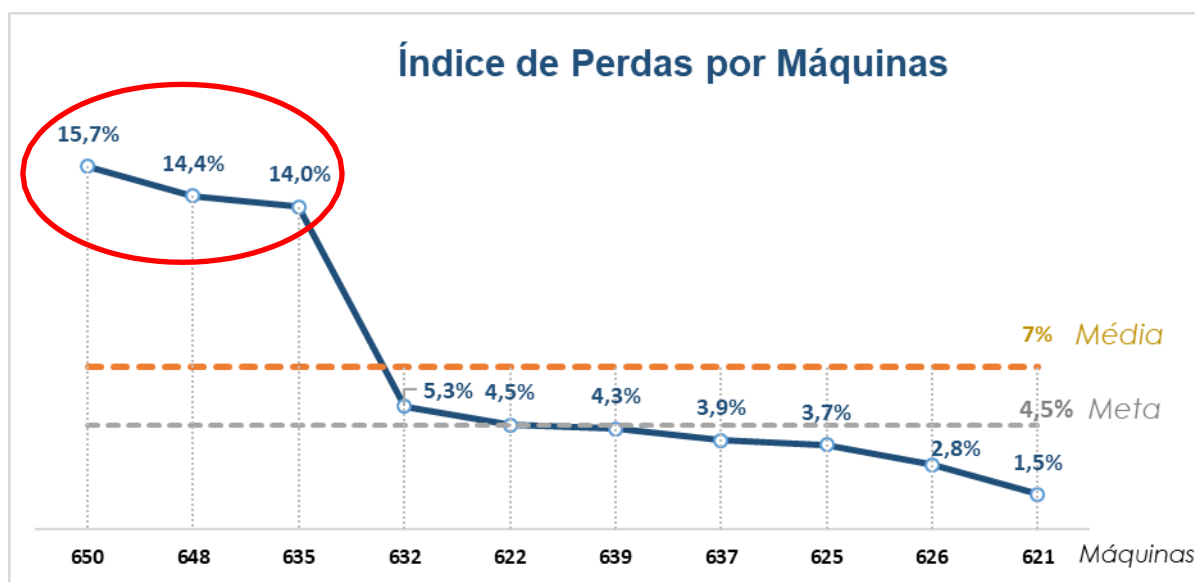
Ter perdas de quase um milhão de reais nesses últimos 3 meses, deixou a diretoria preocupada porque é muito dinheiro que a empresa deixa de receber. É muito difícil que o indicador de perdas esteja em 0 em qualquer empresa, mas vale o esforço em tentar diminuir cada vez mais. Portanto a meta é reduzir o indicador de perdas para 4,7%, isto equivale a diminuir a perda em aproximadamente

R\$300.000,00. Esse percentual é obtido através da redução de 50% do índice de perdas das 3 máquinas mais impactantes. Pois de acordo com os dados históricos da empresa, esse resultado é possível de ser alcançado.

### 3.4.2.2 Separação das causas

Esta etapa consistiu em analisar os indicadores de perda das 10 máquinas do setor de acabamento por um período de 6 meses. Após tal período, escolheu-se as 3 máquinas que tem o maior percentual de perdas de produção do setor industrial para realizar o trabalho de melhoria de resultados. O Gráfico 8 apresenta o índice de perda de produção médio por máquina do último semestre.

Gráfico 8 – Perdas por Máquinas



Fonte: Beta Plast (2019)

### 3.4.3 Analisar

O principal objetivo desta etapa do DMAIC é definir quais são as causas raízes do problema em discussão. No estudo de caso apresentado será considerada a análise dos dados de modo quantitativos e qualitativos.

#### 3.4.3.1 Análise dos motivos

O gerente de produção optou por verificar em sistema amostras sobre fardos que foram reprovados pela equipe de controle da qualidade, sendo esses fardos produzidos em diferentes dias, turnos, equipes. De modo que o resultado seja imparcial e não tendencioso. Através da Tabela 5, é possível observar a

distribuição da lista com os motivos causadores da não conformidade dos produtos.

Tabela 5- Distribuição de amostras das causas da não conformidade

| Amostra | Causa da não conformidade                 |
|---------|-------------------------------------------|
| 1       | Altura do material abaixo do especificado |
| 2       | Produto com acabamento ruim               |
| 3       | Produto com acabamento ruim               |
| 4       | Solda Slit Seal fraca                     |
| 5       | Altura do material abaixo do especificado |
| 6       | Solda Slit Seal fraca                     |
| 7       | Produto acabado sem fitilho               |
| 8       | Picote pesado                             |
| 9       | Produto com acabamento ruim               |
| 10      | Altura do material abaixo do especificado |
| 11      | Produto acabado sem fitilho               |
| 12      | Produto acabado sem fitilho               |
| 13      | Picote pesado                             |
| 14      | Solda ao fundo fraca                      |
| 15      | Produto com acabamento ruim               |
| 16      | Picote pesado                             |
| 17      | Altura do material abaixo do especificado |
| 18      | Solda ao fundo fraca                      |
| 19      | Picote pesado                             |
| 20      | Altura do material abaixo do especificado |

Fonte: Beta Plast (2019)

Diante dos resultados das amostras, o gerente classificou de forma decrescente a quantidade de cada motivo na Tabela 6, dessa forma podendo visualizar quais são os motivos que devem ser tratados como prioridades para o atingimento da meta do projeto.

Tabela 6- Classificação dos motivos de reprovação dos fardos

| Etapas   | Causas da não conformidade                                     | % de Perda |
|----------|----------------------------------------------------------------|------------|
| Motivo 1 | Altura do material abaixo do especificado (Falha operacional). | 25%        |
| Motivo 2 | Produto com acabamento ruim (Falha operacional).               | 20%        |
| Motivo 3 | Picote pesado (Falha operacional).                             | 20%        |
| Motivo 4 | Produto acabado sem fitilho (Falha operacional).               | 15%        |
| Motivo 5 | Solda ao fundo fraca (Máquina).                                | 10%        |
| Motivo 6 | Solda Slit Seal fraca (Máquina).                               | 10%        |

Fonte: Beta Plast (2019)

Após feita a classificação dos motivos mais impactantes, o gerente de produção pôde perceber que o motivo das reprovações dos fardos eram geradas por

falhas operacionais a partir dos 5 por quês que foi elaborado pelo controle da qualidade e pelo técnico de processos, conforme a Tabela 7.

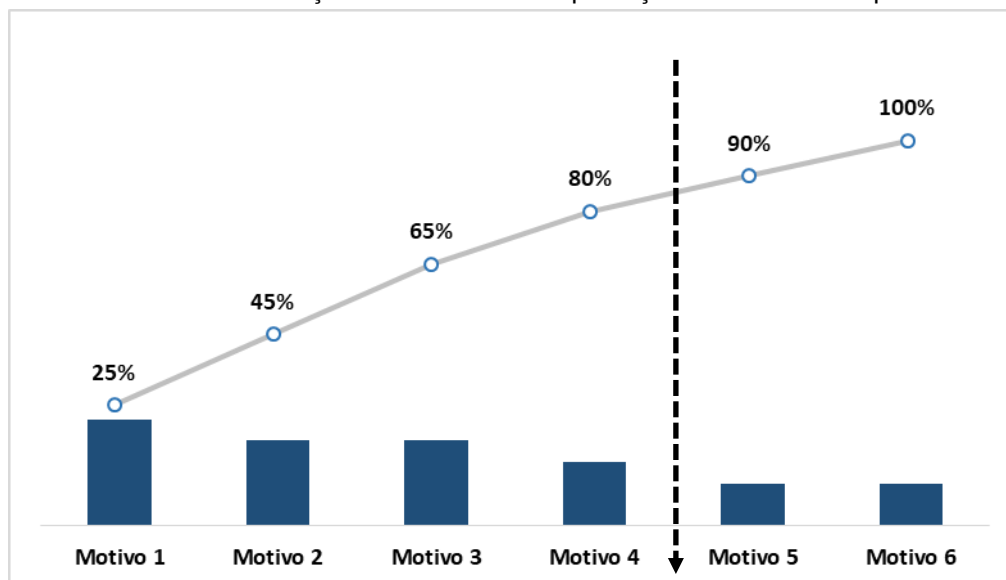
Tabela 7- Elaboração dos 5 Por quês pela equipe de controle da qualidade.

| 5 POR QUÊS                                      |    |                                                                                      |                                                                                       |                                                                                     |                                                                |                                                         |                                                                                       |
|-------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Causas                                          |    | 1º Por que?                                                                          | 2º Por que?                                                                           | 3º Por que?                                                                         | 4º Por que?                                                    | 5º Por que?                                             | Ação                                                                                  |
| Altura do material está abaixo do especificado. | P: | Por que a altura do material está abaixo do especificado ?                           | Por que o operador de máquina não está reduzindo a pressão do freio do desbobinador ? | Por que o operador de máquina está esquecendo de reduzir a pressão do desbobinador? | Por que o operador está se distraído com o uso do celular?     |                                                         | Autorizar o uso controlado de celulares no setor.                                     |
|                                                 | R: | Porque o operador de máquina não está reduzindo a pressão do freio do desbobinador . | Porque o operador de máquina está esquecendo de reduzir a pressão do desbobinador.    | Porque o operador está se distraído com o uso do celular.                           | Por falta de comprometimento.                                  |                                                         |                                                                                       |
| Produto com acabamento ruim                     | P: | Por que o produto está com acabamento ruim?                                          | Por que o operador não está efetuando uma boa regulagem?                              | Por que o operador está tendo dúvidas de como efetuar uma boa regulagem?            | Por que o operador não foi treinado?                           | Por que não foi elaborado um plano de treinamento?      | Montar um plano de treinamento operacional.                                           |
|                                                 | R: | Porque o operador não está efetuando uma boa regulagem .                             | Porque o operador está tendo dúvidas de como efetuar uma boa regulagem.               | Porque o operador não foi treinado                                                  | Porque não foi elaborado um plano de treinamento.              | Por falha no planejamento.                              |                                                                                       |
| Picote pesado                                   | P: | Por que o picote está pesado?                                                        | Por que o operador não está trocando de faca?                                         | Por que o operador não sabe qual é a faca certa para cada produto?                  | Por que não tem um documento de padronização ?                 | Por que não foi elaborado um documento de padronização? | Implementar um documento contendo a padronização do tipo de faca correta por produto. |
|                                                 | R: | Porque o operador não está trocando de faca.                                         | Porque o operador não sabe qual é a faca certa para cada produto.                     | Porque não tem um documento de padronização.                                        | Porque não foi elaborado um documento de padronização.         | Por falha no planejamento.                              |                                                                                       |
| Produto acabado sem fitilho                     | P: | Por que o produto acabado está sem fitilho?                                          | Por que não estão efetuando a emenda do rolo de fitilho antes que acabe?              | Por que o operador está esquecendo de emendar o fitilho antes que ele acabe?        | Por que o operador está com falta de atenção?                  |                                                         | Elaborar uma palestra para melhorar o comprometimento dos operadores.                 |
|                                                 | R: | Porque não estão efetuando a emenda do rolo de fitilho antes que acabe.              | Porque o operador está esquecendo de emendar o fitilho antes que ele acabe.           | Porque o operador está com falta de atenção.                                        | Por falta de comprometimento.                                  |                                                         |                                                                                       |
| Solda ao fundo fraca                            | P: | Por que a solda ao fundo está fraca?                                                 | Por que o barramento da máquina estão ruins?                                          | Por que os barramentos não estão bem regulados?                                     | Por que não está tendo uma manutenção preventiva ?             |                                                         | Elaborar um plano de manutenção preventiva dos barramentos .                          |
|                                                 | R: | Porque os barramentos da máquina estão ruins                                         | Porque os barramentos não estão bem regulados.                                        | Porque não está tendo uma manutenção preventiva .                                   | Por falha no planejamento.                                     |                                                         |                                                                                       |
| Solda Slit-seal fraca.                          | P: | Por que a solda de Slit-seal está fraca?                                             | Por que a lâmina de Slit-seal está ruim?                                              | Por que a lâmina de Slit-seal não está sendo trocada no período correto?            | Por que não tem um cronograma de troca da lâmina de slit-seal? |                                                         | Elaborar um cronograma de troca de lâmina Slit-seal.                                  |
|                                                 | R: | Porque a lâmina de Slit-seal está ruim.                                              | Porque a lâmina de Slit-seal não está sendo trocada no período correto.               | Porque não tem um cronograma de troca da lâmina de slit seal.                       | Por falha no planejamento.                                     |                                                         |                                                                                       |

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

De acordo com o Gráfico 9, os motivos referentes a operacionalização representam 80% dos motivos para a reprovação do controle de qualidade. Mostrando que para resolver os problemas relatados pelo controle de qualidade, é necessário priorizar a operacionalização dos processos.

Gráfico 9- Distribuição dos motivos de reprovação do controle de qualidade

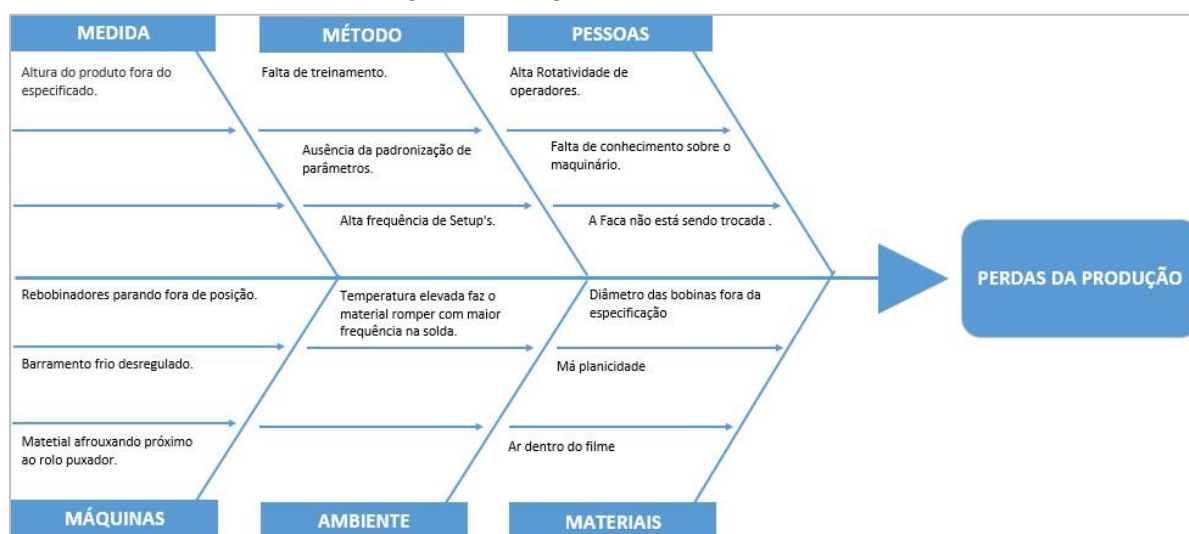


Fonte: Beta Plast (2019)

### 3.4.3.2 Análise da causa raiz

Diante das informações passadas pelo controle de qualidade, o gerente de produção já sabendo onde o problema supostamente está ocorrendo, se reuniu com a sua equipe de produção e elaborou o Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), de forma que descubra as possíveis causas raízes desse problema na produção.

Figura 8 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Nessa mesma reunião, a equipe conseguiu identificar as causas que diretamente interferem no indicador de perdas da produção, foram listadas 14 causas no diagrama de causa e efeito. Esta análise visa determinar as causas raízes de maneira que possa resolver o problema de perdas na produção.

Através dessa análise, a tabela 8 adotou um critério de votação para conseguir priorizar as principais causas que estão impactando no indicador de perda de produção. O nível de correlação adotado entre as possíveis causas foram levantadas pela equipe de produção (gerente, encarregado, supervisor e operador). E os mesmos avaliaram o nível de importância para a decisão das causas raízes do problema, sendo essas notas de 1 a 5, se dividindo dessa maneira: (i) de 4 a 5 forte correlação, (ii) de 2 a 3 média correlação e (iii) 1 de baixa correlação.

Tabela 8- Priorização das causas

| Perdas na Produção |                                                           |                     |                         |                        |          |       |               |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|----------|-------|---------------|
| 6M's               | Causa Raiz                                                | Notas               |                         |                        |          | Total | Classificação |
|                    |                                                           | Gerente de Produção | Encarregado de Produção | Supervisor de Produção | Operador |       |               |
| Medida             | Altura do produto fora do especificado.                   | 1                   | 1                       | 1                      | 1        | 1     | 14º Lugar     |
| Máquina            | Rebobinadores parando fora de posição.                    | 3                   | 3                       | 2                      | 3        | 54    | 6º Lugar      |
|                    | Barramento frio desregulado.                              | 1                   | 3                       | 2                      | 3        | 18    | 11º Lugar     |
|                    | Material afrouxado próximo ao rolo puxador.               | 1                   | 1                       | 3                      | 3        | 9     | 12º Lugar     |
|                    |                                                           |                     |                         |                        |          |       |               |
| Método             | Falta de treinamento.                                     | 5                   | 3                       | 4                      | 5        | 300   | 3º Lugar      |
|                    | Ausência da padronização de parametrização.               | 5                   | 5                       | 5                      | 5        | 625   | 1º Lugar      |
|                    | Alta frequência de setup's.                               | 3                   | 3                       | 5                      | 3        | 135   | 4º Lugar      |
| Meio ambiente      | Temperatura elevada faz o material romper mais facilmente | 1                   | 3                       | 3                      | 4        | 36    | 8º Lugar      |
| Mão de obra        | Alta rotatividade de operadores.                          | 2                   | 2                       | 3                      | 2        | 24    | 10º Lugar     |
|                    | Falta de conhecimento sobre o maquinário.                 | 5                   | 5                       | 5                      | 3        | 375   | 2º Lugar      |
|                    | A faca não está sendo trocada.                            | 3                   | 3                       | 5                      | 1        | 45    | 7º Lugar      |
| Materiais          | Diâmetro das bobinas fora da especificação.               | 1                   | 1                       | 1                      | 3        | 3     | 13º Lugar     |
|                    | Má planicidade.                                           | 1                   | 3                       | 3                      | 3        | 27    | 9º Lugar      |
|                    | Ar dentro do filme.                                       | 3                   | 3                       | 3                      | 3        | 81    | 5º Lugar      |

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Após efetuado a análise contida na Tabela 8 foi elaborado os 5 por quês das 3 causas com maiores pontuações, conforme a tabela 9. Essa ferramenta será de grande auxílio para descobrir a origem dessas anomalias e propor ações corretivas.

Tabela 9- Elaboração dos 5 Por quês pela equipe da produção.

| 5 POR QUÊS                                 |    |                                                                              |                                                                                                |                                                                                                 |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                                                              |
|--------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAUSAS                                     |    | 1º Por que?                                                                  | 2º Por que?                                                                                    | 3º Por que?                                                                                     | 4º Por que?                                                                      | 5º Por que?                                                                      | AÇÃO CORRETIVA                                                                                                               |
| Ausência de padronização de parametrização | P: | Por que há a ausência de padronização de parametrização?                     | Por que não foi elaborado um documento padronizado com parâmetros de máquina?                  | Por que não tinha um profissional capacitado para desempenhar a função de padronizar processos? | Por que planejaram que não teria um ganho substancial padronizando os processos? |                                                                                  | Solicitar ao Técnico de processos a Criação da ficha técnica de processos com parametrizações da máquina.                    |
|                                            | R: | Porque não foi elaborado um documento padronizado com parâmetros de máquina. | Porque não tinha um profissional capacitado para desempenhar a função de padronizar processos. | Porque planejaram que não teria um ganho substancial padronizando os processos.                 | Por falha no planejamento.                                                       |                                                                                  |                                                                                                                              |
| Falta de conhecimento sobre o maquinário.  | P: | Por que existe a falta de conhecimento sobre o maquinário?                   | Por que o operador não foi treinado?                                                           | Por que não foi elaborado um documento com informações relevantes sobre o IHM?                  | Por que a empresa está começando a implementar o sistema de gestão da qualidade? |                                                                                  | Solicitar ao Técnico de processos a Eboraração de um documento com informações relevantes sobre o IHM                        |
|                                            | R: | Porque o operador não foi treinado.                                          | Porque não foi elaborado um documento com informações relevantes sobre o IHM.                  | Porque a empresa está começando a implementar o sistema de gestão da qualidade.                 | Para atingir as metas da organização.                                            |                                                                                  |                                                                                                                              |
| Falta de treinamento                       | P: | Por que o operador não foi treinado?                                         | Por que não foi elaborado um treinamento operacional?                                          | Por que não foi feito o procedimento operacional padrão?                                        | Por que não tinha um profissional capacitado pada desempenhar essa função?       | Por que planejaram que não teria um ganho substancial padronizando os processos? | Solicitar ao Técnico de processos para que elabore um procedimento operacional padrão para treinar os operadores de máquina. |
|                                            | R: | Porque não foi elaborado um treinamento operacional.                         | Porque não foi feito o procedimento operacional padrão.                                        | Porque não tinha um profissional capacitado pada desempenhar essa função.                       | Porque planejaram que não teria um ganho substancial padronizando os processos.  | Por falha no planejamento.                                                       |                                                                                                                              |

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

### 3.4.3.3 Conclusão da análise

Esta etapa tem como objetivo apresentar a conclusão da fase de análise da metodologia DMAIC. Foram pontuados os principais motivos de reprovação de material pelo controle da qualidade e estruturado pela equipe de produção o diagrama de Ishikawa sobre os principais motivos de perdas de produção.

Com auxílio das ferramentas da qualidade, foram identificadas as fontes geradoras de perdas de produção no setor acabamento, em seguida foram levantadas e priorizadas 14 causas que vão se tornar contramedidas do plano de ação. Onde é possível notar que as principais causas estão relacionadas à falta de treinamento e de padronização das máquinas, de forma que cada operador não trabalhe pela sua experiência e sim pela parametrização especificada da máquina.

### 3.4.4 Melhorar

Esta etapa consistiu, em implementar ações para solucionar as 3 causas com

maiores pontuações que foram priorizadas na Tabela 8. Dessa forma, foi criado um plano de ação com 3 contramedidas para efetuar as melhorias no processo.

Tabela 10- Plano de ação 5W2H

| 5W                                                                      |                                                                                                                         |                              |              |                | 1H                                                                                                                                                             | Status     |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| O quê? (What)                                                           | Por que? (Why)                                                                                                          | Onde? (Where)                | Quem? (Who)  | Quando? (When) | Como? (How)                                                                                                                                                    |            |
| Desenvolver a ficha técnica de processos com parametrizações da máquina | Para o operador inserir os parâmetros registrados na ficha técnica na finalidade de ter um melhor desempenho produtivo. | Máquinas do setor acabamento | Luan Alonso  | 24/06/2019     | O técnico de processos irá colocar a máquina em boas condições para se produzir e após irá inserir esses parâmetros de regulação no documento para padronizar. | Concluído. |
| Elaborar um documento com informações relevantes sobre o IHM            | Para o operador saber atuar quando necessário sobre as regulações de máquina durante a produção.                        | Máquinas do setor acabamento | Luan Alonso  | 01/07/2019     | O técnico de processos irá criar uma tabela explicando cada parâmetro do IHM e deixará disponibilizado na máquina para o operador.                             | Concluído. |
| Elaborar e aplicar um treinamento operacional                           | Para o operador ter um maior nível de conhecimento do maquinário.                                                       | Máquinas do setor acabamento | Luan Alonso. | 05/08/2019     | Desenvolver um procedimento operacional padrão explicando com detalhes cada módulo da máquina, incluindo funcionamento de equipamentos mecânicos e elétricos.  | Concluído. |

Fonte: Beta Plast (2019)

#### 3.4.4.1- Ausência de padronização de parametrização

A causa priorizada com maior pontuação conforme a tabela 8, refere-se a dificuldade de realizar a regulação da máquina por ausência de informações de parametrização. Para isso, uma das soluções propostas foi a elaboração de um documento chamado Ficha técnica de processos .

Figura 9- Ficha técnica do processo

|                        |                                                |          |                           |
|------------------------|------------------------------------------------|----------|---------------------------|
| EMIÇÃO:                | CODIFICAÇÃO:                                   | MÁQUINA: | ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO: |
| REVISÃO:               |                                                | 645      | DETEC-EP-ACB-0484         |
| PRODUTO:               | El coloso Odor Defense 50 x 70                 |          |                           |
| TÍTULO:                | Saco para lixo(Pacote)                         |          |                           |
| PARÂMETROS DO PROCESSO |                                                |          |                           |
| 1                      | Polias do Barramento                           |          | 2:1                       |
| 2                      | Faca                                           |          | faca 3                    |
| 3                      | Pressão do Freio do Desbobinador               |          | 0,5 bar                   |
| 4                      | Distância da Bobina ao Batente do desbobinador |          | 28 cm                     |
| 5                      | Pressão da Balança (Dobrador)                  |          | 0,5 Bar                   |
| 6                      | Altura do Esticador da Manta                   |          | 15 cm                     |
| 7                      | Ponto de Referência para os Barramentos        |          | 70 cm                     |
| 8                      | Barramento Quente (01)                         |          | Ligado                    |
| 9                      | Barramento Quente (02)                         |          | Ligado                    |
| 10                     | Pressão da Balança (Rebobinador)               |          | 0,5 bar                   |
| 11                     | Quant.Sacos no Rolo                            |          | 10                        |
| 12                     | Milímetros para ciclo                          |          | 2000                      |
| 13                     | Tipo Embalagem                                 |          | Almofada                  |
| 14                     | Temperatura                                    |          | 16,80%                    |
| 15                     | Formato/ Embalagem                             |          | 700 mm                    |
| 16                     | Velocidade                                     |          | 60 mt/min                 |
| 17                     | Offset para ciclo Carrossel                    |          | 2000mm                    |
| 18                     | Offset faca troca(5200MM)                      |          | 4850mm                    |
| 19                     | Comprimento do saco                            |          | 700 mm                    |
| 20                     | Habilita braço troca                           |          | On                        |
| 21                     | Habilita Rolo de apoio                         |          | Off                       |
| 22                     | Altura Balança                                 |          | 750 mm                    |
| 23                     | Habilita Esteira Rolos                         |          | On                        |
| 24                     | Velocidade Esteira rolos                       |          | 50%                       |
| 25                     | Velocidade por ciclo                           |          | 7,75 s                    |
| 26                     | Velocidade Zero Pinça                          |          | 0,50V                     |
| 27                     | Baixa Velocidade zero Pinça                    |          | 0,30V                     |
| 28                     | Tipo de dobra                                  |          | Dobra Sete                |

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A Ficha técnica é um documento, na qual informa parâmetros de máquina por produto. Parâmetros estes que devem ser inseridos pelo Operador tendo como finalidade padronizar o processo, reduzindo o índice de paradas de máquina e o índice de perdas de produção.

#### 3.4.4.2 Falta de conhecimento sobre o maquinário

Esta ação está relacionada a falta de conhecimento do operador sobre o maquinário que ele trabalha. Para isso foi elaborado um documento com informações relevantes sobre o IHM (Interface homem máquina) das máquinas 650, 648 e 635. Pois são as máquinas com maior índice de perdas da organização. O

IHM é o Interface que é responsável pelos comandos da máquina.

Figura 10- IHM das máquinas



Fonte: Beta plast (2019)

A Tabela 11 especifica dada função dos comandos operacionais do IHM. Estas informações podem agregar no conhecimento operacional do operador no instante em que for efetuar alguma regulagem durante a produção e prevenir falhas operacionais.

Tabela 11- Comandos do display IHM

| Comandos do Display IHM |                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Quantidade de sacos     | Inserir a quantidade de sacos do produto a ser produzido.                       |
| Leitura de sacos        | Informar a leitura de sacos por produto a cada ciclo.                           |
| Milímetros para ciclo   | Tem por função efetuar o giro do carrossel quando atingir o valor referenciado. |
| Tipo de embalagem       | Inserir qual produto está em máquina: Rolinho, almofada ou Tubete.              |
| Formato embalagem       | Inserir a capacidade do produto.                                                |
| Velocidade              | Inserir a velocidade da máquina em metros por minuto.                           |
| Temperatura             | Inserir a temperatura em %da resistência do barramento.                         |
| Manual pinça            | Tem por função soltar o rebobinador inferior frontal.                           |
| Troca Manual            | Tem por função fazer 1 giro do carrossel a 180 °.                               |
| Bobinador Lento         | Tem por função rebobinar o material pelo pino de espera.                        |

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

#### 3.4.4.3 Falta de Treinamento

Dentro das causas priorizados no Gráfico 5, a causa que foi priorizada em terceiro lugar está relacionada a falta de treinamento operacional. Para isso, a supervisão solicitou que o técnico de processos desenvolva-se um procedimento

operacional para treinar os operadores de máquina e disponibilizá-lo para os envolvidos.

No treinamento operacional será explicado cada módulo da máquina e suas particularidades, no objetivo do operador compreender o funcionamento de cada equipamento da máquina e suas respectivas funções no processo. A Figura 11 exibe os módulos da máquina que serão abordados no treinamento operacional.

Figura 11- Módulos da Máquina



Fonte: Beta Plast (2019)

#### 3.4.4.4 Avaliação da eficiência das melhorias implementadas

Considerou-se de grande impacto as propostas de melhorias implementadas, tendo em vista que uma grande parcela do índice de perdas é a respeito sobre a operacionalização na produção. A partir do momento em que existem mais treinamentos sobre os maquinários, e a padronização nas máquinas.

#### 3.4.5 Controlar

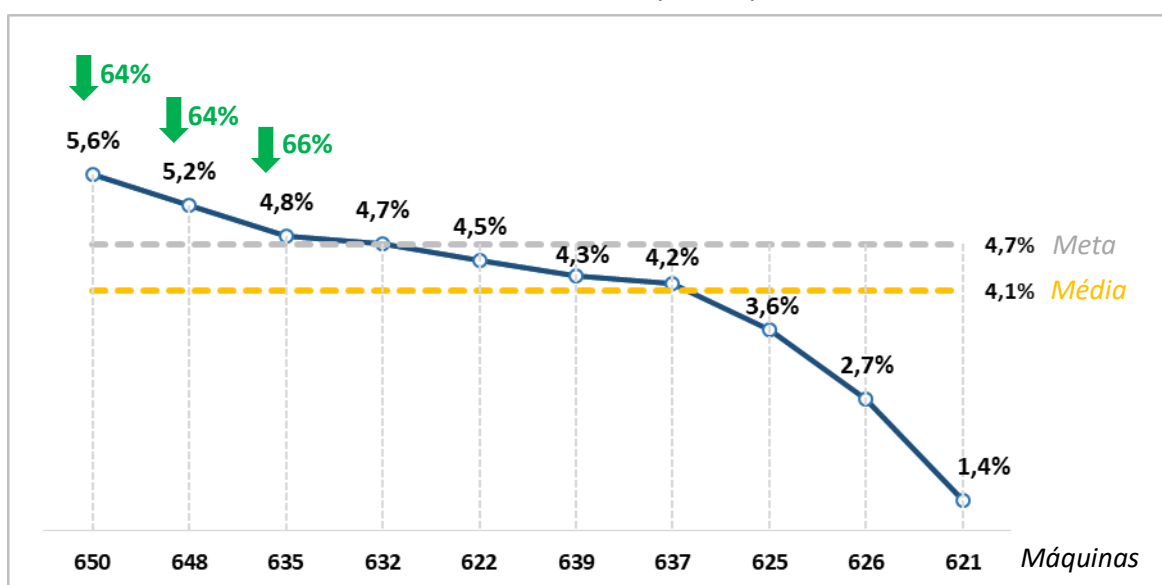
Nesta fase, é realizada à avaliação do alcance do objetivo do projeto e o monitoramento dos resultados obtidos após a implementação das soluções. Similarmente foi realizado um acompanhamento dos resultados durante 6 meses

para confirmar que a solução do problema obteve resultado permanente.

### 3.4.5.1 Avaliação dos resultados

Para avaliar o resultado do projeto, foram utilizados os dados coletados do software de produtividade, usado pela empresa do estudo de caso. Inicialmente, foi desenvolvida uma análise dos dados, para verificar se no período seguinte à implementação das melhorias, houve alguma variação no índice de perdas. O Gráfico 10 demonstra o percentual de índice de perdas pelas máquinas.

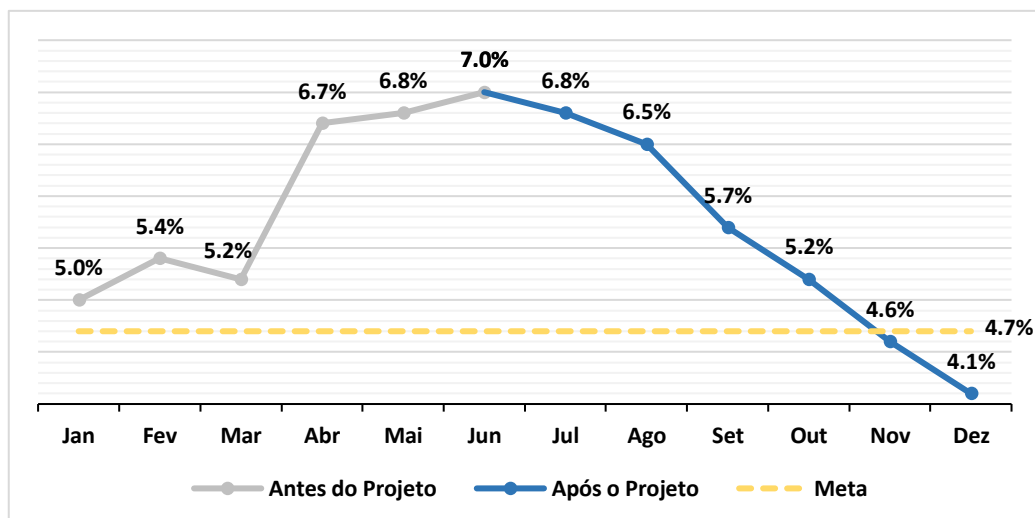
Gráfico 10 – Índice de Perdas por Máquinas



Fonte: Beta Plast (2019)

De acordo com os dados obtidos, é possível notar que houve uma grande variação das máquinas que foram selecionadas para a meta do projeto (máquinas 650, 648 e 635). A meta era diminuir para 7% e todas as 3 máquinas reduziram mais de 60% cada uma. Porém, como o índice de perdas é calculado através da média entre todas as máquinas, é necessário um trabalho em conjunto para que todas atinjam a meta proposta, e a média resultante está demonstrada no Gráfico 11.

Gráfico 11 – Índice de Perdas



Fonte: Beta Plast (2019)

Diante dos dados demonstrados, é possível perceber que a meta inicial do índice de perdas do projeto que era de 4,7% foi atingida e passou a se tornar 4,1%. Esse resultado demonstra que a operacionalização e os treinamentos além de reduzir as máquinas mais impactantes, atingiu a todas as outras. O resultado foi muito além da expectativa, mostrando que as perdas já chegaram a ser R\$972.531,78 e no final do período do projeto se tornou R\$566.673,46 sendo reduzido em mais de 400 mil reais, tornando a empresa mais produtiva e com maior rentabilidade financeira. O histórico de perdas está sendo demonstrado na Tabela 12, considerando que o projeto começou a valer a partir de Julho.

Tabela 12- Quantidade e valor de perdas

| Mês | Qtd de Rolos Produzidos | Qtd de Rolos Defeituosos | Percentual | Perda (R\$) |
|-----|-------------------------|--------------------------|------------|-------------|
| jan | 996.831                 | 49.842                   | 5,0%       | 697.781,70  |
| fev | 875.912                 | 47.299                   | 5,4%       | 662.189,47  |
| mar | 1.050.234               | 54.612                   | 5,2%       | 764.570,35  |
| abr | 967.083                 | 64.795                   | 6,7%       | 907.123,85  |
| mai | 1.021.567               | 69.467                   | 6,8%       | 972.531,78  |
| jun | 985.012                 | 68.951                   | 7,0%       | 965.311,76  |
| jul | 967.856                 | 65.814                   | 6,8%       | 921.398,91  |
| ago | 942.319                 | 61.251                   | 6,5%       | 857.510,29  |
| set | 1.045.789               | 59.610                   | 5,7%       | 834.539,62  |
| out | 950.215                 | 49.411                   | 5,2%       | 691.756,52  |
| nov | 962.745                 | 44.286                   | 4,6%       | 620.007,78  |
| dez | 987.236                 | 40.477                   | 4,1%       | 566.673,46  |

Fonte: Beta Plast (2019)

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda empresa busca melhorar ao máximo suas atividades com a finalidade de fornecer produtos e serviços de qualidade, com menor custo e ter condições de se manter neste mercado competitivo.

Acreditamos que toda organização tem problemas, e não é diferente da empresa citada neste estudo, o mesmo identificou a necessidade de criar um projeto de melhoria nos processos para reduzir o índice de perdas de produção. A motivação para este trabalho foi propor melhorias na prática da utilização da gestão da qualidade, com adição da metodologia *Lean Manufacturing* como característica neste projeto.

Em entendimento ao objetivo principal de apresentar um caso sobre a aplicação da metodologia *Lean Manufacturing* em uma indústria de sacos plásticos para lixo, demonstrando os recursos, as dificuldades de um processo produtivo e as vantagens que o sistema proporciona, aos objetivos específicos traçados que foram atingidos neste estudo.

A análise executada neste trabalho pode elaborar uma estrutura de modelo de identificação e detectar falhas no processo produtivo, ou seja, o principal problema que interfere em toda a empresa, com isso permitiu que o gerente da produção fizesse um projeto eficaz e eficiente para melhorar o processo e obter vantagens para a empresa como um todo.

Utilizando as ferramentas da qualidade juntamente com a metodologia *Lean Manufacturing* foi possível mapear toda perda de produção, conseqüentemente, sua perda financeira. Inicialmente o mapeamento começou de uma forma macro-processada e terminou especificando os resultados obtidos. Primeiro foram identificadas as causas que mais impactaram para um alto índice de perdas.

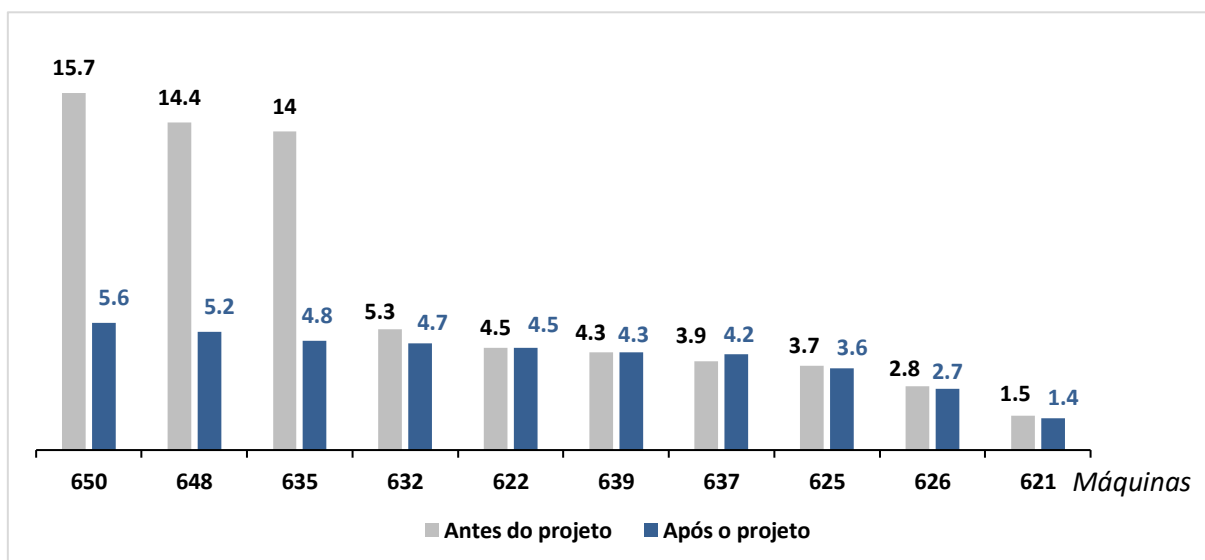
Portanto, a utilização das ferramentas da qualidade juntamente com a metodologia *Lean Manufacturing*, propostas neste estudo foram conceituadas como planejamento estratégico da qualidade, pois é de suma importância para as empresas atualmente, que buscam melhoria nos seus diversos processos, a redução de custos e desperdícios, aumentando sua lucratividade, entre outros importantes fatores, que garantem a sua permanência no mercado.

O estudo propôs o uso ferramentas da qualidade para cada problema

identificado, assim como a utilização de ferramentas essenciais para análise, identificação e controle de falhas, e consequentemente, houve redução de perdas a qual trouxe benefício para toda a empresa.

No Gráfico 8, foi apontado quais seriam as máquinas mais impactantes, sendo essas tratadas como prioridades. Portanto, resolvendo o problemas dessas máquinas, logo a meta seria alcançada. A resolução do problema não se trata somente da deterioração do maquinário, podendo ser até a complexidade do manuseio, até a falta de treinamento para a utilização das máquinas. No Gráfico 12, estão os dados de antes do projeto e após o seu início, mostrando que o resultado foi além do esperado.

Gráfico 12 – Porcentagem de perdas por máquinas

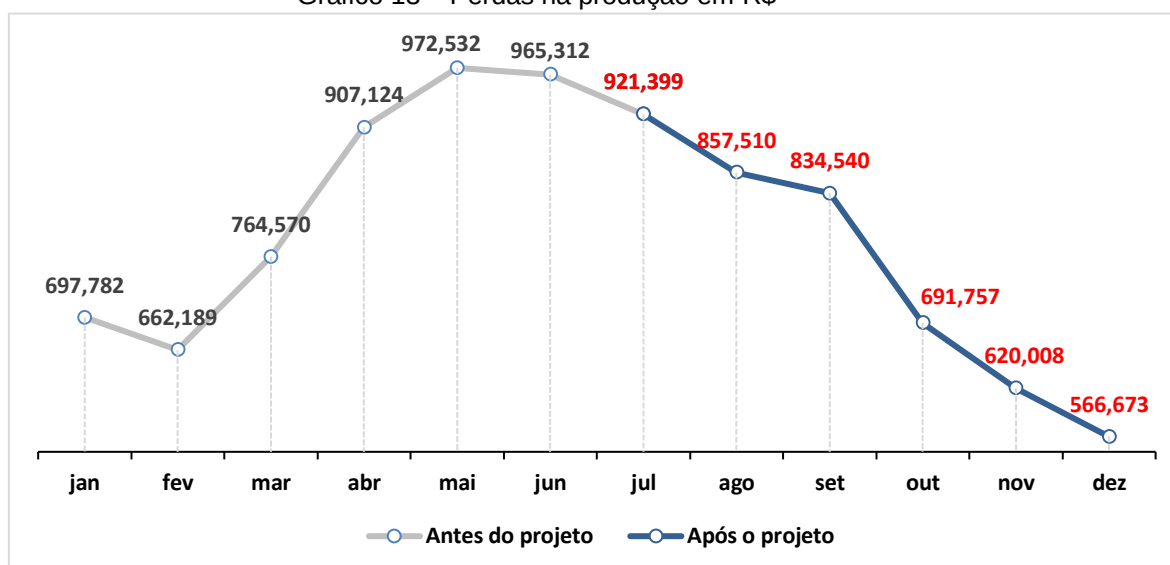


Fonte: Beta Plast (2019)

Com a redução do percentual do índice de perdas das máquinas mais impactantes, logo mostra-se a grande diminuição de perdas em reais. Sabendo que a perda já foi R\$ 972.532,27 em maio e com o final do projeto chegou a R\$ 566.673,84. Portanto, conseguindo reduzir um pouco mais de 400 mil reais, sendo a meta inicial a redução de 300 mil reais de perda.

Através do Gráfico 13, é possível observar a quantidade em reais antes e após a aplicação do projeto, sendo o período de Janeiro até Dezembro.

Gráfico 13 – Perdas na produção em R\$



Fonte: Beta Plast (2019)

Os resultados obtidos com a aplicação do projeto fez a empresa começar a investir em novos projetos visando melhorar cada vez mais os resultados. Sabendo que a aplicação do *Lean* pode abranger diversas áreas da empresa, não somente a redução de perdas como foi esse projeto. Esse foi um marco para a empresa Beta Plast, pois ficou notável que projetos de baixo investimento e fácil aplicação pode resultar em uma redução de perda de 400 mil reais, dinheiro esse que pode ser investido em novas melhorias para a companhia.

#### 4.1 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

Como proposta para trabalhos futuros aconselha-se, especificamente na empresa estudada, a melhoria da tecnologia das máquinas, visto que haverá uma melhoria de desempenho da produtividade e a garantia de produto de qualidade para seus clientes. Assim como, a efetivação da ferramenta de qualidade, em particular o 5S, o qual permitirá identificar a falta dos sensores de utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina para gerar qualidade durante os processos.

## REFERÊNCIAS

ABIPLAST. **RELATÓRIO**. Disponível em:

<<http://www.abiplast.org.br/site/estatisticas>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

AGUIAR, D.F.; MORALES, D.; ORO, A.C.P. Aplicação da metodologia lean Seis Sigma em um processo industrial de leite de soja. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XIX, 2012, São Paulo. Anais..., Maringá: UEM, 2012.

ANVISA. **Procedimento cirúrgico: Procedimento padrão na realização da cirurgia**. Disponível em:

[http://anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/criterios\\_nacionais\\_ISC.pdf](http://anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/criterios_nacionais_ISC.pdf). Acesso em 22 de abril de 2019

BRAITT, B. A. A.; FETTERMANN, D. de C. Aplicação do DMAIC para a melhoria contínua do sistema de estoque de uma empresa de informática. Produto & Produção, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 29-41, dez. 2014a.

BRAITT, B. A. A.; FETTERMANN, D. de C. Aplicação do método DMAIC para análise de problemas de produção: um estudo de caso. E-xacta, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 125-138, mai. 2014b.

BRASKEM. **Downloads**. BRASKEM, 2012. Disponível em:

<[https://www.braskem.com.br/download/Principal/21103?file=Cartilha\\_Braskem.pdf](https://www.braskem.com.br/download/Principal/21103?file=Cartilha_Braskem.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2017.

Calado, Granato, D, V. M. D. A., & Jarvis, B. (2014). **Observations on the use of statistical methods in food science and technology**. Food Research International, 55, 137-149.

CHIAVENATO, I. **Recursos Humanos**. São Paulo, Edit. Atlas. 2000.

COTTYN, B.; BAEYEN, S.; PAUWELYN, E.; VERBAENDERT, I.; VOS, P.;

BLEYAERT, P.; HOFTE, M.; MAES, M. **Development of a real-time PCR assay for Pseudomonas cichorii, the causal agent of midrib rot in greenhouse grown lettuce, and its detection in irrigating water**. Plant Pathology, v.60, p.453–61, 2011.

DIAS, RLT. **Conceitos de Manufatura Enxuta aplicados a uma indústria de suprimentos e dispositivos médicos**, 2006.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa** – 4ª ed. São Paulo, Edit. Atlas, 2002.

Haque, B., & James-Moore, M. (2004). **Applying lean thinking to new product introduction**. Journal of Engineering Design, 15(1), 1-31.

Hicks, B. J. (2007). **Lean information management: Understanding and eliminating waste**. International Journal of Information Management, P. 233-249.

HINES, P.; TAYLOR, D. (2000) Going Lean. A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center. Cardiff, UK.

Houshmand, M. and Jamshidnezhad, B. (2006). **Na extended modelo of design process of lean production systems by means of process variables**. Robotic and Computer-Integrated Manufacturing, Vol.16, P.1-16.

Imai, M 1997, **Gemba Kaizen: a commonsense, low-cost approach to management**, McGraw-Hill, New York.

JURAN J. M. **A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. 2ed. São Paulo: Pioneira. (1992).

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. 67-7

LAFRAIA, J.R. B.. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008

LIKER, J.K. **O Modelo Toyota - 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Trad. Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMA, D.; MAIA, J e FERNANDES, R. **Aplicação das ferramentas da qualidade na finalização de orçamentos em uma empresa de comunicação visual.** ENEGEP, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_239\\_389\\_33820.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_239_389_33820.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2019.

Melton, P.M., 2004, **To lean or not to lean? (that is the question)**, The Chemical Engineer, September 2004 (759): 34–37.

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

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

OLIVEIRA, A. et al,. **Aplicação das ferramentas da gestão da qualidade: Um estudo de caso aplicado em um laboratório universitário de microbiologia.** ENEGEP, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_239\\_388\\_34772.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_239_388_34772.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2019

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças. **Sistemas, organização & métodos: uma abordagem gerencial.** São Paulo: Atlas, 13a ed, 2002, 505p

PALADINI, E.P.. **A Gestão da Qualidade Total nas Organizações e a Escola Clássica de Administração.** Anais do ENEGEP 97 – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, (disponível em CD-ROM), Porto Alegre – RS, UFRGS, PPGE, 1997.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: teoria e prática.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 2010

Periódicos Capes. **Pesquisa Bibliométrica.** Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: [https://www.scopus.ez205.periodicos.capes.gov.br/term/analyzer.uri?sid=2cf9e96488cc4ea1b2cb\\_fc0233a86986&origin=resultslist&src=s&s=TITLE-ABS-KEY%28lean+six+sigma%29&sort=plf.f&sdt=b&sot=b&sl=29&count=2077&analyzeResults=Analyze+results&txGid=1ef28e\\_ef4cf13c557148eef773e6d786](https://www.scopus.ez205.periodicos.capes.gov.br/term/analyzer.uri?sid=2cf9e96488cc4ea1b2cb_fc0233a86986&origin=resultslist&src=s&s=TITLE-ABS-KEY%28lean+six+sigma%29&sort=plf.f&sdt=b&sot=b&sl=29&count=2077&analyzeResults=Analyze+results&txGid=1ef28e_ef4cf13c557148eef773e6d786). Acesso em: 12 de maio de 2019

RAZZOLINI, Edelvino.; ZARPELON, Márcio. **Dicionário de Administração de A a Z**. 2ª Ed. Juruá, Curitiba, 2010.

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. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR0201\\_0447.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0201_0447.pdf)>. Acesso em: 21 abri. 2019

SCATOLIN, A. C. **Aplicação da metodologia Seis Sigma na redução das perdas de um processo de manufatura**. São Paulo, 2005.

SLACK, N.; JONES, B.A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Rio de Janeiro: Atlas, 2015.

Tague-Sutcliffe, J. (1992). **An introduction to informetrics**. *Information processing & management*, 28(1), 1-3.

TÁVORA, Kelly. **Aplicação da metodologia Seis Sigma no processo de corte de uma indústria produtora de capas para bancos de automóvel**. Dissertação (Mestrado). FEP, Porto, 2009. Disponível em: <[https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/53671/2/GC%20%20KELLY%20TV ORA.pdf](https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/53671/2/GC%20%20KELLY%20TV%20ORA.pdf)>. Acesso em: 25 maio de 2019

TRIVELLATO, A. A. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria continua: estudo de caso numa empresa de autopeças**. 2010. 73 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. 6. ed. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995. 106 p

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A Mentalidade enxuta nas Empresas**, 4ª ed. Rio de Janeiro, 1998. Edit. Campus Ltda.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROSS, Daniel. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.