

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Bruno Barreto Caovila**  
**Victor Henrique Oliveira dos Santos**

**Otimização do processo de estampagem com foco  
em redução de refugo em uma empresa no ramo de  
autopeças.**

**Taubaté - SP**  
**2019**

**SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

S237o Santos, Victor Henrique Oliveira dos  
Otimização do processo de estampagem com foco em redução de refugo  
em uma empresa no ramo de autopeças / Victor Henrique Oliveira dos  
Santos, Bruno Barreto Caovila. -- 2019.  
44 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de  
Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.

Orientação: Prof. Me. Ivair Alves dos Santos, Departamento de  
Engenharia Mecânica.

1. DMAIC. 2. Estampagem. 3. Green Belt. 4. Melhoria Contínua.  
I. Graduação em Engenharia Mecânica. II. Caovila, Bruno Barreto. III. Título.

CDD – 658.562

**Bruno Barreto Caovila  
Victor Henrique Oliveira dos Santos**

**Otimização do processo de estampagem com foco em redução de refugo em  
uma empresa no ramo de autopeças.**

Trabalho de Graduação apresentado para  
obtenção do Certificado de Graduação do  
curso de Engenharia Mecânica do  
Departamento de Engenharia Mecânica da  
Universidade de Taubaté.

DATA: 26/11/19

RESULTADO: APROVADO

**BANCA EXAMINADORA:**

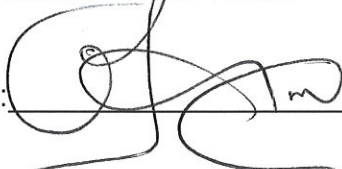
Prof. Me. Ivair Alves dos Santos

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Prof. Me. Antonio Carlos Tonini

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Prof. Me. Fabio Henrique Fonseca Santejani

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

**Bruno Barreto Caovila  
Victor Henrique Oliveira dos Santos**

**Otimização do processo de estampagem com foco  
em redução de refugo em uma empresa no ramo de  
autopeças.**

Trabalho de Graduação apresentado para  
obtenção do Certificado de Graduação do  
curso de Engenharia Mecânica do  
Departamento de Engenharia Mecânica  
da Universidade de Taubaté.

Orientador(a): Prof Me. Ivair Alves dos  
Santos

**Taubaté – SP  
2019**

“Dedico este trabalho aos meus pais Sandra Pereira e Walmir Caovila, ao meu irmão Thiago Barreto, a minha noiva Brenda, e a toda minha família.”– Bruno Caovila

“Dedico esse trabalho ao meu Pai Paulo, e a minha mãe Silvana, pelo amor, empenho e dedicação que sempre tiveram comigo, e por fazerem dessa jornada, a melhor possível dentro de suas possibilidades. Também dedico ao Bruno, meu parceiro nessa pesquisa, em todo o curso, e também na vida.”– Victor Santos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus em primeiro lugar, pelas nossas vidas, sabedoria e possibilidades.

Aos nossos familiares, que proporcionaram, acompanharam, ajudaram e batalharam juntamente conosco.

Ao nosso orientador, Prof. Me. Ivair Alves dos Santos, por ter disponibilizado todo o seu tempo, esforço, dedicação e incentivo na orientação deste e de outros trabalhos.

Aos nossos professores, que nos ensinaram e foram excelentes profissionais cumprindo com o seus trabalhos.

Aos nossos amigos e colegas que fizeram parte dessa jornada, juntamente conosco.

## RESUMO

O processo de estampagem tem como princípio, gerar um resultado satisfatório tanto nos principais detalhes da peça produzida, quanto no máximo de aproveitamento do material que será moldado, nesse processo é gerado uma quantidade significativa de refugo. O estudo trata-se dentro de uma empresa multinacional no ramo de autopeças, mais especificamente no processo de estampagem, onde há relatos do alto índice de refugo em uma prensa de 1000 toneladas, com isso impactando diretamente nos resultados e indicadores de performance da empresa. O trabalho tem como objetivo mostrar a importância da implementação do DMAIC, um processo de melhoria contínua para consequentemente eliminar a quantidade de refugo que é gerado e ainda otimizar a performance e os resultados do processo. Por essa razão, foi necessário acompanhar por um determinado tempo, analisando todo o processo passo a passo e buscando melhorias para diminuição do índice de refugo utilizando DMAIC. O trabalho reuniu um time de manutenção e ferramentaria juntamente com os operadores da máquina estudada focados na busca da causa raiz onde será evidenciado desde a fase de coleta de dados até a melhoria implementada, descrevendo detalhadamente as causas raízes por meio de ferramentas da qualidade e por fim o ganho do estudo.

**Palavras-chave:** DMAIC. Estampagem. Green Belt. Melhoria Contínua.

## **ABSTRACT**

The stamping process has as its principle, to generate a satisfactory result in the main details of the produced part, as well as in the maximum utilization of the material that will be molded, in this process a significant amount of scrap is generated. The study is within a multinational auto parts company, more specifically in the stamping process, where there are reports of the high scrap rate in a 1000 ton press, thus directly impacting the company's results and performance indicators. The paper aims to show the importance of implementing DMAIC, a process of continuous improvement to consequently eliminate the amount of waste that is generated and still optimize process performance and results. For this reason, it was necessary to monitor for a certain time, analyzing the whole process step by step and seeking improvements to decrease the scrap rate using DMAIC. The work brought together a maintenance and tooling team together with the studied machine operators focused on the root cause search where it will be evident from the data collection phase to the implemented improvement, describing in detail the root causes through quality tools and by end the gain of the study.

**KEYWORDS:** Continuous Improvement. DMAIC. Green Belt. Stamping.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de Causa e Efeito (Categorias “6Ms”) .....	21
Figura 2 – Etapas do mapeamento .....	22
Figura 3 – Esquema ilustrativo das etapas do método DMAIC .....	26
Figura 4 – a) Prensa blankline utilizada no processo de corte de blanks e b) Final de tira descartada no final do processo.....	27
Figura 5 – Mapeamento do processo de estampagem .....	27
Figura 6 – Espinha de Peixe .....	29
Figura 7 – Índice de refugos durante um determinado período de tempo.....	29
Figura 8 – Mensuramento em custos a partir do índice de refugos.....	30
Figura 9 – Gráfico de Pareto : quantidade de trocas de bobinas mensal.....	30
Figura 10 – a) Ferramenta do processo atual e b) croqui do projeto a ser desenvolvido .....	31
Figura 11 – Simulação da redução de refugos a partir da melhoria implementada...32	
Figura 12 – Definição da meta de redução de refugos a partir do projeto implementado.....	32
Figura 13 – Economia anual gerada a partir da melhoria implementada .....	33
Figura 14 – Implementação do alimentador pneumático para avançar o final de bobina .....	34
Figura 15 – Implementação do alimentador pneumático para avançar o final de bobina .....	34
Figura 16 – Padronização do alimentador pneumático para atender a varias ferramentas .....	35
Figura 17 – Índice de paradas para troca de bobinas teve redução significativa após a implementação da melhoria .....	35
Figura 18 – Redução do número de refugos devido a implementação da melhoria..36	
Figura 19 – Economia anual apresentada perante a redução do número de refugos .....	36
Figura 20 – Implementação do alimentador pneumático nos ferramentais .....	38
Figura 21 – Padronização de parâmetros da prensa para sincronizar velocidades ..39	

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – SIPOC .....	20
------------------------	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Implement, Control.</i>
SIPOC	<i>Supplier, Input, Process, Output, Customer.</i>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.2	Objetivos.....	12
1.2.1	Objetivo geral .....	12
1.2.2	Objetivos específicos.....	12
1.3	Delimitação do estudo.....	12
1.4	Relevância do estudo.....	13
1.5	Organização do trabalho .....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	Estratégia da indústria automobilística .....	14
2.2	Processo de produção.....	15
2.3	Necessidade de melhoria .....	16
2.4	Tempo é dinheiro .....	16
2.5	Seis sigma.....	17
2.6	O modelo DMAIC .....	18
3	METODOLOGIA.....	24
4	DESENVOLVIMENTO.....	25
4.1	Apresentação da empresa .....	25
4.2	Aplicação da metodologia .....	26
4.2.1	Definir escopo .....	26
4.2.2	Medir e mapear a situação atual .....	29
4.2.3	Analisar .....	31
4.2.4	Melhorar .....	33
4.2.5	Controlar.....	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1	Ações realizadas .....	38
5.2	Análise da variação do processo antigo x processo novo.....	39
6	CONCLUSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS.....	42

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais o planejamento estratégico tem tomado conta do mercado em toda a sua diversidade de produtos. O planejamento estratégico conta com diversos fatores para obtenção do sucesso, e os três fatores que influenciam diretamente na posição da empresa no mercado se tratam da definição de missão, visão e valores de uma empresa, e são indispensáveis para alcançar a meta desejada.

Ao definir uma missão as empresas buscam caracterizar o seu propósito no mercado, com um objetivo a ser alcançado de forma a garantir a eficiência e a qualidade de seus produtos. A partir da definição de uma meta, as organizações começam a pensar em sua visão, expondo suas expectativas para o futuro. Lado a lado a este fator são definidos os valores que deverão ser seguidos em seus padrões de produtos ou serviços, onde são desenvolvidos os critérios que devem ser seguidos pelos afiliados a organização.

Com a visão de melhor aproveitamento de recursos, desempenho, e redução de custos envolvendo processos internos e externos, as organizações começaram a mudar suas metas. Deste modo, a missão das organizações se alterou, cada companhia traçou como objetivo a meta de ser líder em qualidade, lucratividade, inovação e vendas, caracterizando se em um modelo de grupo a ser seguido pelas organizações. A partir da necessidade de atingir seus objetivos, surgiu a necessidade da utilização das ferramentas que englobam a metodologia de melhoria contínua, sendo um diferencial entre as organizações, devido ao grande destaque na questão da qualidade de produtos e serviços.

Com base neste processo, as organizações buscaram por uma ferramenta muito conhecida nos dias atuais, o DMAIC (define, measure, analyze, improve and control). Esta ferramenta foi desenvolvida no ano de 1980 com objetivo de redução de perdas, procurando melhorar processos tanto na gestão de produtos quanto na gestão de processos. A implementação da ferramenta DMAIC nas organizações desenvolveu uma mentalidade baseada em sistemáticas, com foco em inovações voltadas para a redução de desperdícios, economizando recursos e elevando a competitividade das organizações no mercado. Baseando se nas informações apresentadas acima, foi desenvolvido um estudo de caso único, de uma melhoria

realizada em uma das etapas do processo de estamparia de uma empresa de autopeças. A utilização do método DMAIC possibilitou a obtenção de melhores recursos materiais, ocasionando na redução direta de gastos, e na melhoria dos processos.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Este trabalho apresenta o objetivo desenvolver um estudo de caso utilizando as ferramentas do DMAIC, uma metodologia seis sigma, utilizada na gestão do projeto de melhoria e redução de custo do processo de estampagem com foco em maximizar a produção, melhorar a qualidade do produto final, diminuir os custos de fabricação e a perda de produtos que sobram do processo.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

O principal objetivo deste estudo de caso, refere-se na aplicação e utilização da metodologia Seis Sigma ( mais especificamente o DMAIC) sobre o processo de estampagem em uma empresa de auto-peças, expressando a eficácia da vantagem em que é possível alcançar impulsionando então, a competitividade da organização em quem a metodologia é aplicada.

## **1.3 Delimitação do estudo**

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa de auto-peças, que fica localizada em Taubaté, no Vale do Paraíba. O processo é a base de produção da empresa e existe desde a instalação da planta.

Após a análise de uma possível melhoria, o processo foi mapeado e levantou-se a necessidade de redução de sobre de material do processo, com isso ficou evidenciado a possibilidade de aplicação da metodologia DMAIC, para então identificar as possíveis causas e problemas para sanar o desperdício de material e além disso, a melhoria no custo da linha de produção.

#### **1.4 Relevância do estudo**

O tema abordado no presente estudo de caso, tem como objetivo, a aplicação da metodologia Seis Sigma (DMAIC especificadamente) para análise e solução dos problemas mapeados durante o processo de estampagem, alcançando um resultado satisfatório para a redução de perda de material e pelo melhor aproveitamento do processo. Com esta aplicação, foi possível identificar, pelo mapeamento, os fenomenos que causavam as perdas.

#### **1.5 Organização do trabalho**

A estrutura deste trabalho está baseada em capítulos e subcapítulos, onde são abordados os referentes assuntos. O capítulo 1 refere-se á justificativa do estudo em geral, os objetivos, a metodologia e o escopo.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica sobre o DMAIC e suas características..

No capítulo 3, é explicado sobre a metodologia adotada no estudo, apresentando como foi realizada a coleta, junção dos dados e como foi conduzida a pesquisa na organização.

O capítulo 4 é referente ao desenvolvimento do projeto, apresentando os dados da pesquisa.

O capítulo 5 possui as considerações finais e as conclusões.

Por fim, são apresentadas as referências utilizadas neste trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ESTRATÉGIA DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

É possível resumir que a estratégia de gestão das novas empresas do ramo automobilístico do Brasil estão investindo em plantas de alta escala, principalmente pela necessidade de concorrência do mercado. Isso ocorre com o objetivo de que atendendo os novos parâmetros de produção das atuais montadoras, é possível verificar também o fortalecimento dos grandes produtores e fornecedores de material e serviços de autopeças no país. Muitos já estiveram presentes, porém com largas linhas de atuação e com a consolidação dos novos espaços. A perspectiva de mercado integrado do Mercosul e até mesmo da América do Sul agradou as empresas e então a instalação da maioria delas ocorreu. Como muitos já são grandes fabricantes mundiais e que hoje fazem parte de um grupo fortemente atuante juntamente com as montadoras de veículos, tem-se como objetivo de a absorção das muitas atividades anteriormente realizadas por essas empresas (SANTOS e PINHÃO, 1999).

Até os anos 90, as montadoras eram baseadas na ideia de produção onde as fornecedoras de auto peças era imensamente forte, abrangendo o mercado e dividindo a responsabilidade de concorrência e competitividade, porém dessa época para os dias de hoje, a ideia tem se difundido e é possível enxergar que as montadoras tem como um dos objetivos, se associar com as empresas que produzem as autopeças, a fim de enxutar sua produção e participar do desenvolvimento das peças e produtos para então poder entregar o produto final mais rapidamente e com o menor custo, aumentando as vendas. Essa estratégia é muito observada nas empresas instaladas no Brasil, por volta do ano de 1995. Segundo Santos e Pinhão (1999), a empresa japonesa Toyota, instalada no Brasil, tem se desgurado de suas ideias e atuando juntamente com os fornecedores de autopeças.

Alem disso, outras empresas estão investindo nos “parques tecnológicos” onde a empresa montadora é encontrada em conjunto dos seus fornecedores de suas peças, um exemplo é o caso da Classe A, da Mercedes Benz. A Volkswagen



também começou a aprender e utilizar essa estratégia do grande benefício da relação entre a forma de fornecimento de suprimentos através do NET2000, uma plataforma que reúne quatro mil e quinhentos fornecedores através da internet. Vilaradaga (1999) enfatiza que é possível obter um forte relacionamento entre cliente e fornecedor, e com isso, é possível notar hoje em dia, o sistema utilizado pelas montadoras, conhecido como “*Just in Time*”, onde o recebimento das peças já prontas, facilita a ideia de simplesmente produzir o carro em algumas horas.

Apesar de todo o benefício alcançado pelas empresas, é possível notar um aumento de investimento e que é comprovado como a estratégia do Brasil é importante, mas em particular e também do Mercosul, de modo geral, para os maiores fabricantes e mundiais, não somente pela potência em que atuam no mercado, mas também por ser uma região de cultura do ocidente, e que possui uma mão de obra muito qualificada, disponível juntamente com a matéria-prima, a capacidade de exportação e um grande parque metal-mecânico situado (SANTOS e PINHÃO, 1999).

## 2.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO

Indústrias do ramo de autopeças tem como objetivo o desenvolvimento de peças e componentes que podem ser de origem metálica ou não, que se transformam a partir do processo de conformação plástica ou de corte, e podem ter sua utilização em automóveis. O processo consiste em obter, do melhor aproveitamento possível da chapa metálica, que será submetida a conformação ou corte, a peça moldada e cortada, e que tenha sua avaliação de qualidade positiva. É necessário ter um cuidado muito grande na escolha do material que irá se submeter ao processo, pois cada material possui um comportamento diferente e nem sempre é possível obter o resultado previsto e desejado (DALEFFE 2008).

O processo de produção consiste em alimentar a máquina denominada prensa, com um material em formato de chapa e que geralmente é comercializada e armazenada em bobinas, que conseqüentemente são desenroladas conforme as dimensões das peças à serem produzidas. As prensas podem ser classificadas como transfers, que são utilizadas para pequenas produções, ou progressivas, que são

utilizadas para produções de grandes séries. O resultado desejado depende das dimensões da peça a ser produzida, é necessário a escolha da máquina que realizará o trabalho, e em paralelo deve ser feito um estudo para prever suas condições térmicas podendo ser a frio ou a quente, segundo (AZEVEDO 2013).

### 2.3 NECESSIDADE DE MELHORIA

A consequência do processo de estampagem, de acordo com Rossi (1971), depois do processo de corte, obtém-se a sobra de material, que pode ser denominada refugo, que é gerado depois do processo de corte da peça. Essa sobra poder ser reutilizada com o processo de reciclagem. O aço é o material mais reciclado do planeta mas para isso é necessário ser comprada por outras indústrias desse ramo. Para a indústria de autopeças o refugo é perda de material, e conseqüentemente se transforma em custo.

### 2.4 TEMPO É DINHEIRO

De acordo com Chesnais (2001) o capital financeiro é o principal combustível para a empresa, o principal foco da indústria é produzir com qualidade, menor custo e menor tempo possível, para poder ser compatível e concorrente com o mercado em que atua. Muitos ideais de melhorias são encontrados para obter melhores resultados na produção ou no desenvolvimento de qualquer área dentro de uma indústria, pois o nível de consumo dos cliente finais sobe cada vez mais. Com isso, as indústrias do mundo todo visam melhorar o seu processo, seja ele qual for, para então obter os níveis desejados de performance e conseqüentemente gerando mais lucro e menos defeitos em seus produtos.

## 2.5 SEIS SIGMA

A busca em aumentar o desempenho organizacional sempre foi um dos objetivos das empresas desde o início da era industrial. O primeiro indício da implementação de projeto Seis Sigma teve início com Jack Welch (1980) em empresas grandes como a General Eletrics e também a Motorola, conseguindo alcançar um sucesso tremendo na época com a metodologia.

Essa estratégia gerencial, Seis Sigma, é uma estratégia disciplinada e quantitativa, e possui objetivos de elevar a performance de uma maneira expressiva, além da lucratividade das organizações, através da melhoria contínua que é fortemente ligada à qualidade dos produtos e também dos processos, aumentando então a satisfação do cliente e dos consumidores, sem esquecer de levar em conta os aspectos importantes da maneira do próprio negócio (WERKEMA, 2004).

De acordo com Werkema (2004), a metodologia do Seis Sigma consiste numa análise quantitativa, tendo como base a estratégia gerencial e tem como objetivo buscar a eficiência e qualidade da produção, que são fatores que agregam muito o valor no produto final destinado ao cliente, que além disso, cobra agilidade e menores custos.

A adoção do pensamento estatístico tomou conta da metodologia, pois permite a análise mais profunda dos dados, o uso contínuo de ferramentas dessa característica são indispensáveis nesse programa (CARVALO; PALADINI, 2005, P. 54).

Atender a necessidade do cliente é um fator extremamente importante, e isso tem despertado ações nas empresas para melhorarem cada vez mais seu processo produtivo. O Seis Sigma deve e pode ser usado por qualquer organização que queira obter uma melhoria em seus processos, reforça Werkema (2013). Hoje, existem inúmeras ferramentas de melhoria tanto na linha de produção, quanto na área administrativa.

O Seis Sigma foi inicialmente criado para melhorar somente medidas de qualidade, porém o processo foi evoluído para abranger uma parte maior e mais geral do negócio, como disse Barney (2002). A origem do palavra Seis Sigma vem

da própria palavra “Sigma” de origem grega e que é utilizada para representar um desvio-padrão de um ou mais conjuntos de dados, chamados de distribuição

No Brasil, essa metodologia passou a ser utilizada pela empresa Brasmotors, no final dos anos 90 e que conseqüentemente obteve sucesso e melhorias em seus processos Werkema (2002).

Alem da experiência de participar do processo, o Seis Sigma tem como foco ensinar os colaboradores e funcionários em melhoria dos processos como na Figura 4, aumento de qualidade, diminuição dos defeitos e alem disso a redução da chance de falha, essa educação obtida do processo é muito importante no gerenciamento futuro tanto do processo quanto de outros projetos. O Seis Sigma é extremamente recomendado para aumentar a qualidade do serviço, melhorando a satisfação, e conseqüentemente a relação com o cliente, alem de situar a empresa em lugares estratégicos no mercado (ANNAMALAI, 2008).

Dos diferentes métodos que compõe o Seis Sigma, DMAIC é o que mais é utilizado, por possuir cinco etapas diferentes e que juntas e bem utilizadas são responsáveis pela implementação, desenvolvimento, conclusão dos projetos e também pelo sucesso da ferramenta (ANDRIETTA; MIGUEL, 2007).

## 2.6 O MODELO DMAIC

A metodologia do Seis Sigma consiste em agrupar algumas das principais ferramentas para se obter os resultados almeijados, conhecida como DMAIC, e que com uma sequência organizada, com uma lógica de gerenciamento de projetos e que se mostra muito eficaz na sua implementação (GUPTA, 2005; FRANZ, 2003).

Segundo Hary a Schoroder (2000), em pesquisas realizadas é possível verificar que empresas que adotam o DMAIC como metodologia implementada, conseguem uma redução de desperdício no custo, sendo gradativo e com maior agilidade, comparados com seus concorrentes, alem dessa melhoria é possível identificar tambem o aumento na qualidade, que acaba refletindo na satisfação positiva do cliente final.

DMAIC, segundo Santos (2018), é considerada como uma metodologia que agrega em seu conceito inúmeras técnicas de origem estatística e que possuem como principais objetivos a redução de custo, melhoria contínua do serviço, melhor relação entre fornecedor e cliente e a diminuição de perdas, fazendo com que a empresa possa se adequar mais competitivamente no mercado.

De acordo com Antony e Banuelas (2002), é importante ressaltar que objetivos traçados para projetos onde serão implementados o DMAIC, tem como foco o fator de maximização de lucro, visando os processos de negocio. Os resultados precisam ser satisfatórios e apresentados com índices atrativos, alcançando a redução dos principais indicadores de rejeição e citando a diminuição na necessidade de retrabalho sobre o processo, aumentando a produção.

Alem disso, é muito importante ter a noção de que a metodologia DMAIC é encarada como uma necessidade global, logo que a importancia desse projeto precisa do envolvimento dos funcionários e dos gestores e executivos, ou seja, a hierarquia deve ser respeitada e bem definida para a criação e execução do projeto, diz Scatolin (2005).

A tomada de decisões em projetos é um fato que define o sucesso ou não do mesmo, logo, o processo de DMAIC é escolhido para tornar esse processo mais efetivo e correto, afirma Sunil *et al.* (2013), isso acontece devido ao poder do método, no fornecimento de dados estatísticos onde todas as decisões tomadas se baseiam.

Carvalho (2002) enfatiza que para um projeto DMAIC fluir bem, não é necessário a utilização somente de ferramentas de características estatísticas, e sim o trabalho harmonioso para um projeto bem gerenciado, e claro, mantendo sempre a qualidade do produto, para atender de melhor forma o cliente. O processo é capaz de apresentar um diferencial significativo no capital positivo de ganhos, conforme a implementação do projeto.

Na industria automobilistica, a troca rápida de ferramentas é crucial para o melhor aproveitamento da linha de produção e que, de acordo com Corrêa et al. (2014), em paralelo com a metodologia DMAIC é possível obter uma redução significativa de tempo durante a definição do setup da produção, onde os principais

fatores que possuem influências sobre o desenvolvimento são educação, treinamentos contínuos.

Existem diversas técnicas, métodos e ferramentas que são usadas na gestão de qualidade e algumas delas fazem parte das etapas do DMAIC e que podem ser escolhidas para serem aplicadas de acordo com o andamento do projeto, por exemplo a 5W2H, Reyes (2000) descreve essa ferramenta como sendo uma ferramenta poderosa e é utilizada para separar e organizar os planos de ações, traçados durante a fase de implementação do DMAIC, e que em alguns casos, ela pode servir também para a apresentação dos resultados e para o próprio planejamento. Todas as tarefas são consideradas para serem executadas de forma cautelosa e objetiva, mantendo sua implementação segura, organizada e confiável, quando forem respondidas as seguintes perguntas:

- A. What (o que)?;
- B. Who (quem)?;
- C. When (quando)?;
- D. Where (onde)?;
- E. Why (por quê)?;
- F. How (como)?;
- G. How much (quanto custa)?

O diagrama de causa e efeito também é uma ferramenta excelente e muito utilizada para quem aplica o DMAIC, Paladini (2008) aborda que o diagrama é muito eficaz quando utilizado em análises de operações e onde existem processos produtivos, e seu aspecto é na forma, literalmente, de uma espinha de peixe, como pode também ser chamado. Esse modelo, torna o diagrama extremamente útil para identificar as causas que influenciam os possíveis desvios nos processos. Um ponto importante na utilização desse método é que as palavras descritas na imagem abaixo, precisam ser as mesmas, e suas respectivas causas precisam ter alguma ligação ou referência com a palavra de cada espinha, como na Figura 1.

**Figura 1 – Diagrama de Causa e Efeito (Categorias “6Ms”)**



Fonte : Paladini (2008)

Outra ferramenta muito conhecida é a “Os cinco porquês”, que de acordo com Slack et al. (2002). A extrema importância do porque faz com que a análise se torne mais sólida e simples, e que possui uma grande capacidade de ajudar na compreensão das razões da possível ocorrência do problema, e isso simplesmente com a pergunta do “porquê”.

A representação gráfica dos dados, da análise ou do planejamento é sem dúvida, indispensável nos projetos que se utilizam o DMAIC e o fluxograma está presente nessa representação, com ele é possível registrar e designar o registro de forma gráfica, facilitando a projeção e visualização dos dados e das análises e que possui como uma de suas finalidades a ordem das etapas, por sequência (PEREIRA 1994).

A matriz de Priorização também é conhecida e utilizada como uma ferramenta pois com ela, é possível priorizar possíveis soluções benéficas para a organização que precisam estar alocadas de acordo com o grau de impacto e esforço. Servem para a seleção dos desvios ou as causas que são prioritárias, identificando assim os desvios e as não conformidades que fazem parte da matriz, além da definição dos critérios que serão a base da avaliação específica do processo. É possível também definir escalas de peso sobre os critérios e construindo a matriz, multiplicam-se todos os pesos que foram atribuídos, onde serão priorizados os que apresentarem a maior pontuação (RODRIGUES, 2006)

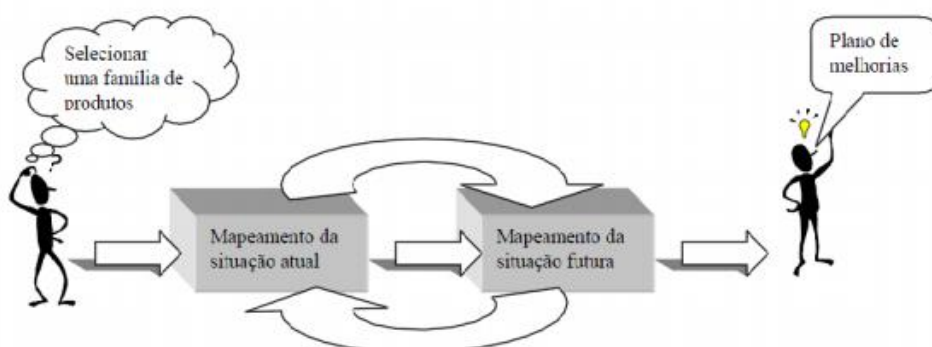
A sigla DMAIC consiste no agrupamento das iniciais das palavras que definem cada etapa do processo da ferramenta, e que são Define (D – definir), Measure (M – medir), Analyze (A – Analisar), Improve (I – Melhorar) e Control (C – Controlar) e que devem cumprir a sequência (ANDRIETTA;MIGUEL, 2007).

**Definir:** Essa palavra tem como objetivo a definição do principal foco de aplicação da ferramenta, o problema. A estratégia é baseada no problema em que o objetivo seja elimina-lo ou diminui-lo ao máximo. É necessário identificar o problema para que seja possível prosseguir com as outras etapas da ferramenta.

**Medir:** Nesse passo é necessária a medição dos fatores que influenciam a análise, apresentando a medida do desempenho de acordo com as ferramentas de medições estatísticas. Esse passo é muito importante e útil para que no futuro seja possível apresentar o histórico dos dados e o sucesso na implementação no projeto, conforme Shook e Rother (1998). Essa é a etapa de maior duração durante a aplicação do DMAIC.

**Analisar:** A aplicação das ferramentas estatísticas são aplicadas nessa etapa, para identificar possíveis problemas e suas causa-raiz. O mapeamento é muito importante desde o início das etapas, conforme Figura 2, para que o processo não tenha problemas futuros. Essa etapa é classificada como crítica, pois com ela é possível identificar a causa e a atuação sobre ela, além de útil, é importante adotar um processo de Kaizen como cita (CAMPOS 1992).

**Figura 2 – Etapas do mapeamento**



**Fonte: Gonçalves e Sant'Anna (2006)**

**Melhorar:** Essa fase leva em consideração a própria palavra em questão, é necessário realizar as atividades para conseguir obter novas ideias para que as mesmas consigam levar à possíveis soluções ou então à implementação dessas ideias.



Controlar: A última fase e não menos importante, controlar a atividade melhorada e aplicada é de extrema importância, é nessa fase onde ocorrem as análises de controle e avaliação do alcance dos objetivos traçados no início do processo. É necessário o controle e o monitoramento dos resultados para que seja possível observar a melhoria. Caso essa fase não alcance seu objetivo, é necessário voltar para a fase de medição (*Measure*), e verificar a possibilidade de ocorrência de erros ou falhas na determinação dos indicadores.

### 3 METODOLOGIA

Pesquisa, como propriamente dita, tem como objetivo a apresentação de descobertas de novos conhecimentos no ramo em que é aplicada e pode ser classificada de acordo com seus objetivos gerais, através de três vertentes: exploratórias, descritivas e explicativas. Segundo Gil (2002) a abordagem do problema, deve ser classificada como qualitativa ou quantitativa sendo assim, dependendo do procedimento utilizado, podem-se ser chamadas de : experimentais, bibliográficas, documentais, participantes, estudo de caso e de ação.

O presente estudo de caso possui como classificação a descritiva, onde tem-se como objetivo o estudo e a apresentação de uma melhoria contínua do processo de estampagem em uma industria de auto-peças, que por sua vez, apresentava um processo suscetível à melhoria, podendo então ter seu processo de produção aumentando, redução de custo e melhoria do produto, além da diminuição da sobra de material que é o assunto foco do estudo. As ferramentas utilizadas fazem uso de uma ampla abrangência do conhecimento da estatística, voltadas para projetos implementados em melhoria contínua, e que possuem características positivas no quesito vantagem e benefícios para as empresas, independente de seu ramo. Inicialmente foram levantados os dados em que se deram início a aplicação do estudo e então, foi feita uma análise severa dos dados coletados e apresentados, onde os colaboradores envolvidos foram de total importância para a identificação dos possíveis problemas. Os dados de quantidade de peça que sobrava do processo, custo total do material e do próprio processo de fabricação foram coletados e organizados á fim de melhorar sua apresentação durante a melhoria, facilitando também a aplicação das ferramentas que foram utilizadas no projeto, como por exemplo os diagramas e tabelas utilizadas no mapeamento das atividades e nos focos em que a melhoria poderia ser aplicada. Na conclusão do mesmo, foram apresentados resultados satisfatórios e a exposição dos problemas recorrentes, existindo as possibilidades de melhoria como sugestões de implementação.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 Apresentação da empresa

O estudo de caso apresentado foi realizado por meio de estudos da equipe dedicada a solucionar um problema específico que gerava impacto direto nos lucros da empresa. Um levantamento de dados através de acompanhamento da produção, indicadores de desempenho, e indicadores de custo com valor de matéria prima dentre outras ferramentas capazes de coletar todas as informações necessárias foram utilizados para a concepção do presente trabalho.

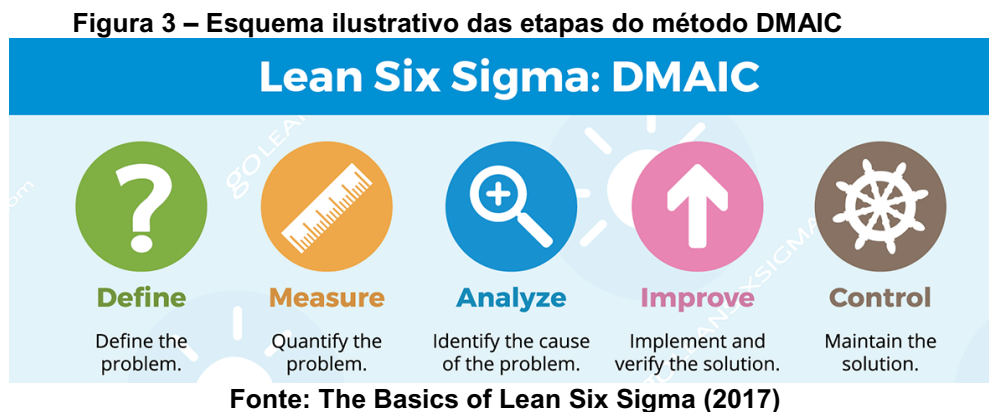
O estudo foi desenvolvido em uma empresa localizada na região do vale do paraíba, sendo esta uma multinacional conceituada por seu objetivo claro de se converter em um fornecedor de referência no setor de autopeças. (EMPRESA, 2018). Atualmente depois de 20 anos de história, a empresa está presente em 21 países, e conta com mais de um centenário de plantas industriais, 12 centros de pesquisa mais de 40.000 empregados em todo o mundo. (EMPRESA, 2018)

O projeto de melhoria continua apresentado teve como objetivo a identificação das possíveis falhas do processo, que causavam grande desperdício de matéria prima, gerando grande número de refugos em blanks retangulares estampados, além de não garantir a estabilidade do dimensional dos blank e também gerar até mesmo a quebra de ferramentas.

De acordo com Steve Jobs “Você pode encarar um erro como uma besteira a ser esquecida, ou como um resultado que aponta a uma nova direção. ” Sendo assim, a partir dos valores da empresa em que foi desenvolvido o projeto houve a necessidade de utilização de ferramentas capazes de analisar os indicadores da empresa, e assim determinar as possíveis causas raízes dos problemas.

Devido ao alto índice de refugo dos blanks retangulares no setor de estampagem foi determinado pelo time de processos da Estamparia da empresa a aplicação da metodologia DMAIC.

A Figura 3 tem como propósito reunir as cinco fases do DMAIC, já detalhadas anteriormente.



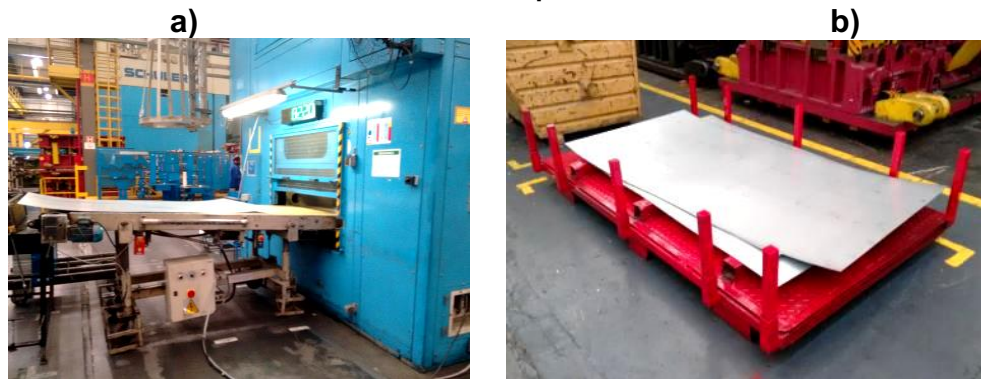
## 4.2 Aplicação da metodologia

Este capítulo tem como finalidade apresentar os passos da metodologia DMAIC, definida anteriormente, detalhadas de acordo com o projeto escolhido para desenvolvimento deste trabalho. A seguir serão descritas as etapas definir, medir, analisar, melhorar e controlar, com o propósito de modificar processo utilizado atualmente na área de estampagem, onde o grande número de refugos do projeto atual causa impacto direto nos lucros da empresa, uma vez que impacta na instabilidade do dimensional dos blanks muitas das vezes ocasionando na quebra das ferramentas.

### 4.2.1 Definir escopo

A primeira etapa da metodologia consistiu em definir qual o motivo do alto índice de refugos em estampados de blanks retangulares na prensa mostrada na Figura 4, analisando as características do processo utilizado na estampagem do material.

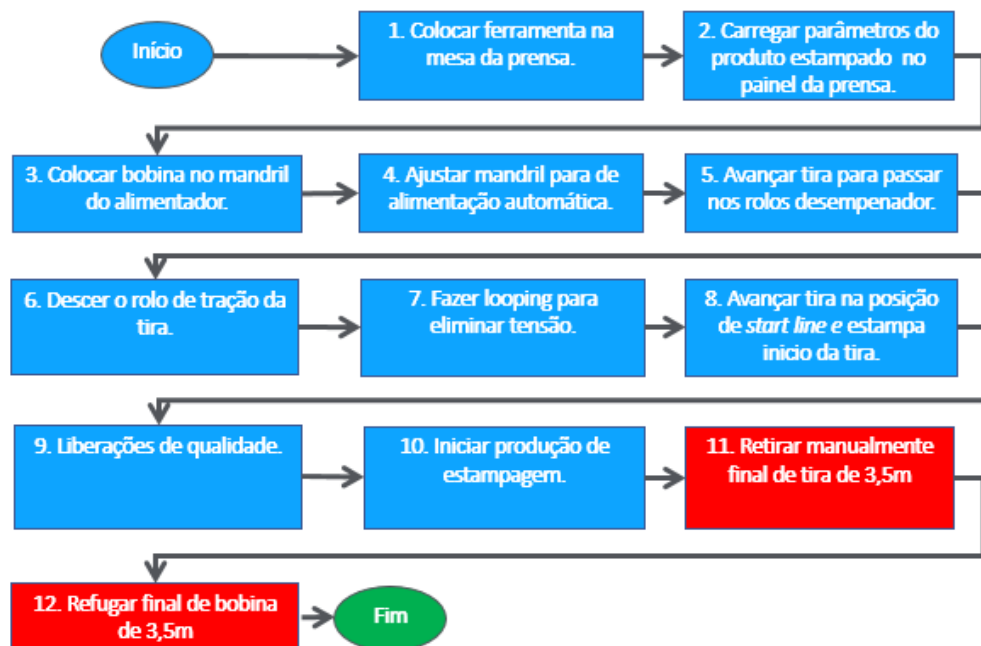
Figura 4 – a) Prensa blankline utilizada no processo de corte de blanks e b) Final de tira descartada no final do processo



Fonte: Próprio Autor

Para realização da próxima etapa do processo DMAIC, foi realizada uma análise crítica do processo de estampagem utilizando a partir da utilização de um mapeamento de processo (Figura 5).

Figura 5 – Mapeamento do processo de estampagem  
**MAPEAMENTO DO PROCESSO DE ESTAMPAGEM**



Fonte: Próprio Autor

Para a definição do escopo, foram levantados os possíveis problemas do Alto índice de refugos em estampados na prensa blankline através dos indicadores de desempenho disponibilizados por meio das plataformas SAP e CAPTOR.

Com o objetivo de dispor de uma visão mais ampla do processo elaboramos um SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Customer) que pode ser traduzir para português como Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas e Clientes (Tabela 1).

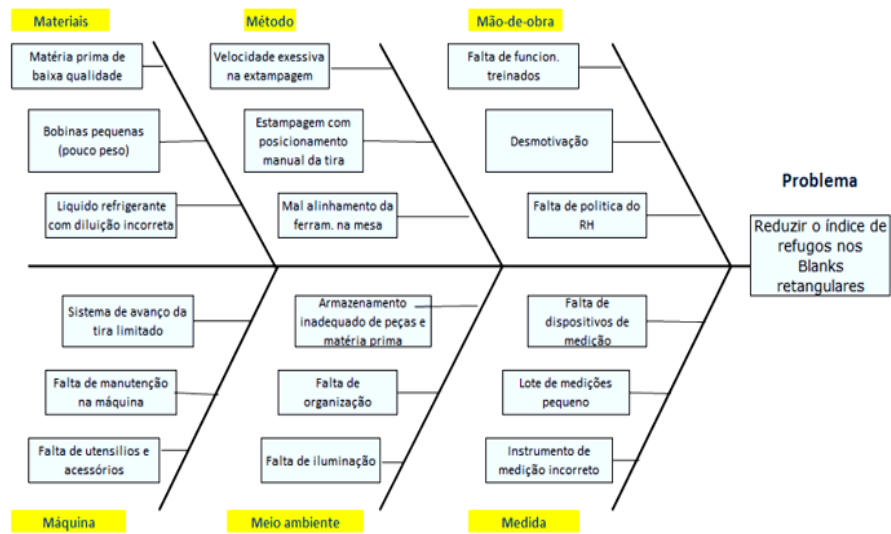
**Tabela 1 – SIPOC**

<b>S (fornecedor)</b>	<b>I (entrada)</b>	<b>P (processo)</b>	<b>O (saída)</b>	<b>C (cliente)</b>
<b>M.P:</b> GONVARRI	FERRAMENTAL	REALIZAR ESTAMPAGEM DE BLANK RETANGULAR NA PRENSA BLANKLINE.	BLANK NK ESTAMPADO	PROCESSO DE ESTAMPAGEM EM PRENSA TRANSFER
<b>M.P:</b> ARCELOR	AÇOS DE REPOSIÇÃO			
<b>STANDARD:</b> MD L DANLY	M.P BOBINAS			
<b>STANDARD:</b> UNI STAMP DAYTON				
<b>USINADAS:</b> CF USINAGEM				
<b>USINADAS:</b> GEPA				
<b>USINADAS:</b> MP MECANICA				

**Fonte: Próprio Autor**

Após uma dinâmica em grupo “*Brainstorming*” entre todos os envolvidos no projeto, fez-se um diagrama de causa e efeito, também chamado de Ishikawa, expondo graficamente potenciais causas do alto índice de refugos de blanks retangulares procedentes do processo.

**Figura 6 – Espinha de Peixe**  
**Alto índice de refugos em blanks retangulares**



Fonte: Próprio autor

4.2.2 Medir e mapear a situação atual

No decorrer dessa fase foi coletado o máximo de informações possíveis do projeto a ser estudado por meio de medições que impactavam diretamente na produtividade e no custo do processo de fabricação.

Com o objetivo de identificar em números o índice de refugos entre um determinado período de tempo e mensurar o custo gerado para a empresa a partir desses refugos, recorreremos aos indicadores sistêmicos para mensurar o índice de refugos em quantidade (Figura 7) e em custos (Figura 8).

**Figura 7 – Índice de refugos durante um determinado período de tempo**

SAVING DE REFUGOS REAL ENTRE 01/07/2017 A 15/07/2017						
MONTADORA	FERRAMENTA	TOTAL DE ACESSOS	TOTAL DE PRODUÇÃO	REFUGOS	MÊS	ÍNDICE DE REFUGOS
MONTADORA 1	FERRAMENTA 1	15838	15838	16	jan/17	0,101%
MONTADORA 1	FERRAMENTA 2	2079	2079	36	fev/17	1,732%
MONTADORA 1	FERRAMENTA 3	5677	5677	40	mar/17	0,705%
MONTADORA 1	FERRAMENTA 4	3706	3706	0	abr/17	0,000%
MONTADORA 1	FERRAMENTA 5	9970	9970	20	mai/17	0,199%
MONTADORA 1	FERRAMENTA 1	39279	39279	0	mai/17	0,000%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 2	11825	11825	0	jun/17	0,000%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 3	30791	30791	93	jan/17	0,250%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 4	24907	24907	0	fev/17	0,000%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 5	20634	20634	0	mar/17	0,000%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 6	11517	11517	0	abr/17	0,000%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 7	26012	26012	0	mai/17	0,000%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 8	23433	23433	0	jun/17	0,000%
<b>ÍNDICE TOTAL</b>						<b>0,080%</b>

Fonte: Próprio Autor

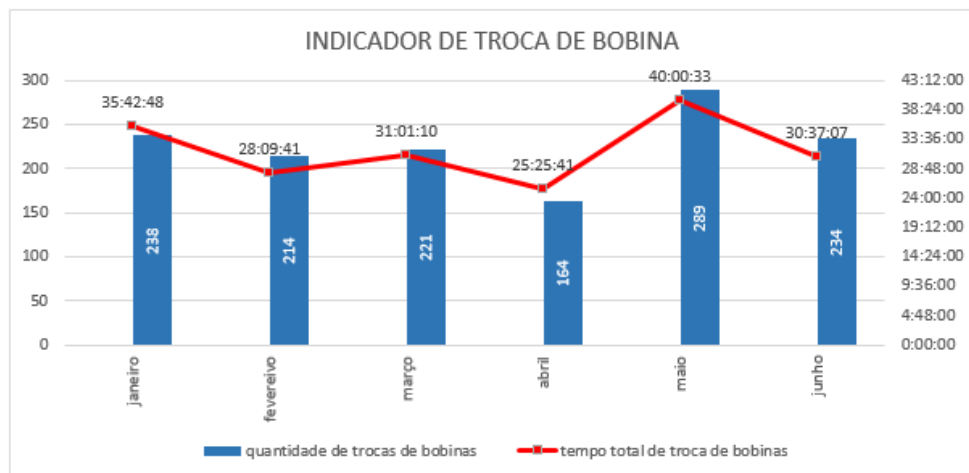
A partir dos dados coletados acima, foi possível mensurar a partir de cada referência o valor gerado a partir da quantidade de tira refugada no final do processo, onde utilizamos também dados coletados das ferramentas CAPTOR e SAP.

**Figura 8 – Mensuramento em custos a partir do índice de refugos**

SAVING DE REFUGOS REAL EM R\$ ENTRE 01/07/2017 A 15/07/2017											
FERRAMENTA	BOBINA	COMPRIMENTO (MM)	ESPESSURA (MM)	LARGURA (MM)	Ø INTERNO (MM)	Ø EXTERNO (MM)	QTD TROCA DE BOBINA (MÊS)	VALOR DO KG DO MATERIAL DA BOBINA	VALOR DO FINAL DE BOBINA DESCARTADO	VALOR DA PEÇA	VALOR PERDIDO EM PEÇAS
MONTADORA 1	BOBINA 1	3500	1,6	1100	480	1.364	3,7	R\$ 2,46	R\$ 436,73	R\$ 9,05	R\$ 1.606,67
MONTADORA 1	BOBINA 2	3500	2,9	570	480	1.859	0,33	R\$ 2,70	R\$ 40,93	R\$ 7,83	R\$ 118,70
MONTADORA 1	BOBINA 3	3500	2,9	570	480	1.859	1	R\$ 2,70	R\$ 122,78	R\$ 8,39	R\$ 381,53
MONTADORA 1	BOBINA 4	3500	1,5	740	480	1.425	7,3	R\$ 2,46	R\$ 550,87	R\$ 5,60	R\$ 1.254,01
MONTADORA 1	BOBINA 5	3500	1,5	740	480	1.425	5	R\$ 2,28	R\$ 348,11	R\$ 4,45	R\$ 679,43
MONTADORA 1	BOBINA 1	3500	0,8	700	480	1.425	0,67	R\$ 2,04	R\$ 20,95	R\$ 3,45	R\$ 35,43
MONTADORA 2	BOBINA 2	3500	1,15	420	480	1.950	1	R\$ 2,03	R\$ 26,97	R\$ 7,55	R\$ 100,31
MONTADORA 2	BOBINA 3	3500	1,35	1000	480	1.425	1	R\$ 2,29	R\$ 85,05	R\$ 4,36	R\$ 161,93
MONTADORA 2	BOBINA 4	3500	1,35	800	480	1.581	0,67	R\$ 2,24	R\$ 44,37	R\$ 3,14	R\$ 62,20
MONTADORA 2	BOBINA 5	3500	1,5	950	480	1.459	1,67	R\$ 1,99	R\$ 130,02	R\$ 4,52	R\$ 295,32
MONTADORA 2	BOBINA 6	3500	1,5	1150	480	1.425	4,33	R\$ 1,62	R\$ 333,13	R\$ 4,88	R\$ 1.003,50
MONTADORA 2	BOBINA 7	3500	1,35	1000	480	1.425	3,33	R\$ 2,29	R\$ 283,49	R\$ 4,60	R\$ 569,46
MONTADORA 2	BOBINA 8	3500	0,75	350	480	1.950	5,67	R\$ 2,04	R\$ 83,48	R\$ 4,35	R\$ 178,01
MONTADORA 2	BOBINA 9	3500	1,35	800	480	1.581	4	R\$ 2,04	R\$ 266,21	R\$ 3,13	R\$ 408,45
SOMATORIA TOTAL									R\$ 2.773,09	R\$ 75,30	<b>R\$ 6.854,93</b>

Fonte: Próprio Autor

**Figura 9 – Gráfico de Pareto : quantidade de trocas de bobinas mensal**



Fonte: Próprio Autor

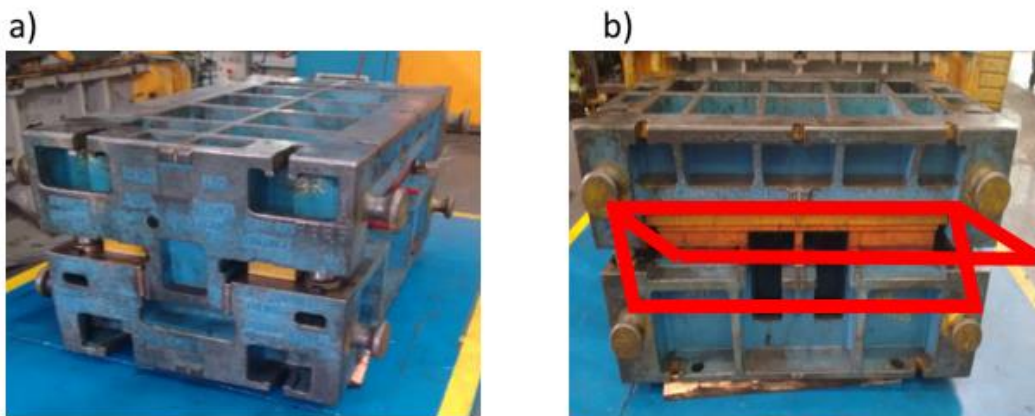
Também recorreremos ao gráfico de Pareto para avaliar a situação, conforme a Figura 9.



#### 4.2.3 Analisar

Depois de serem analisadas as informações coletadas, observou-se que o final de bobina descartado era em média de 3,5 metros por bobina utilizada, ou seja, havia a necessidade de utilização desta matéria prima. Observou – se também que o final de bobina era descartado pois havia inexistência de um equipamento que fosse capaz de conduzir este final de tira até a ferramenta para o corte do blank, deste modo, o final de tira era retirado manualmente e descartado, uma vez que o processo para o avanço da bobina manualmente elevava o tempo de máquina parada, impactando diretamente no O.E.E da máquina.

**Figura 10 – a) Ferramenta do processo atual e b) croqui do projeto a ser desenvolvido**



**Fonte: Próprio Autor**

Evidenciou-se que a partir da elaboração de um projeto para o desenvolvimento de um equipamento para puxar o final da tira da bobina até o ferramental seria eliminado 69% da matéria prima refugada ao final do processo (figura 10).

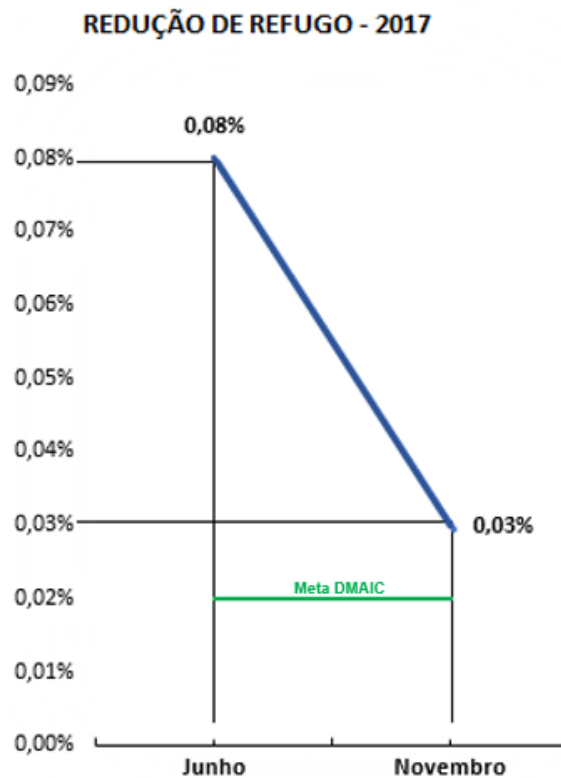
Deste modo a equipe definiu a meta para redução do índice de refugos (figura 11 e 12), definido também a economia anual gerada para a empresa (Figura 13).

Figura 11 – Simulação da redução de refugos a partir da melhoria implementada

SAVING DE REFUGOS REAL ENTRE 01/07/2017 A 15/07/2017						SIMULAÇÃO DO OBJETIVO APÓS IMPLIMENTAÇÃO DA MELHORIA		
MONTADORA	FERRAMENTA	TOTAL DE PRODUÇÃO	REFUGOS	MÊS	ÍNDICE DE REFUGOS	REFUGOS REAL	REFUGOS PROPOSTO	ÍNDICE DE REFUGOS
MONTADORA 1	FERRAMENTA 1	15838	16	jan/17	0,101%	16	4	0,03%
MONTADORA 1	FERRAMENTA 2	2079	36	fev/17	1,732%	36	10	0,48%
MONTADORA 1	FERRAMENTA 3	5677	40	mar/17	0,705%	40	12	0,21%
MONTADORA 1	FERRAMENTA 4	3706	0	abr/17	0,000%	0	0	0,00%
MONTADORA 1	FERRAMENTA 5	9970	20	mai/17	0,199%	20	6	0,06%
MONTADORA 1	FERRAMENTA 1	39279	0	mai/17	0,000%	0	0	0,00%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 2	11825	0	jun/17	0,000%	0	0	0,00%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 3	30791	93	jan/17	0,250%	93	27	0,07%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 4	24907	0	fev/17	0,000%	0	0	0,00%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 5	20634	0	mar/17	0,000%	0	0	0,00%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 6	11517	0	abr/17	0,000%	0	0	0,00%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 7	26012	0	mai/17	0,000%	0	0	0,00%
MONTADORA 2	FERRAMENTA 8	23433	0	jun/17	0,000%	0	0	0,00%
					ÍNDICE TOTAL			0,08%
							ÍNDICE TOTAL	0,02%

Fonte: Próprio Autor

Figura 12 – Definição da meta de redução de refugos a partir do projeto implementado



Fonte: Próprio Autor

**Figura 13 – Economia anual gerada a partir da melhoria implementada**

SAVING DE REFUGOS REAL EM R\$ ENTRE 01/07/2017 A 15/07/2017											PROPOSTA DE REDUÇÃO EM VALORES		
FERRAMENTA	BOBINA	COMPRIMENTO (MM)	ESPESSURA (MM)	LARGURA (MM)	Ø INTERNO (MM)	Ø EXTERNO (MM)	QTD TROCA DE BOBINA (MÊS)	VALOR DO KG DO MATERIAL DA BOBINA	VALOR DO FINAL DE BOBINA DESCARTADO	VALOR DA PEÇA	VALOR PERDIDO EM PEÇAS	ECONOMIA MENSAL	ECONOMIA MENSAL
MONTADORA 1	BOBINA 1	3500	1,6	1100	480	1.364	3,7	R\$ 2,46	R\$ 436,73	R\$ 9,05	R\$ 1.606,67	R\$ 1.169,93	R\$ 877,45
MONTADORA 1	BOBINA 2	3500	2,9	570	480	1.859	0,33	R\$ 2,70	R\$ 40,93	R\$ 7,83	R\$ 118,70	R\$ 77,76	R\$ 58,32
MONTADORA 1	BOBINA 3	3500	2,9	570	480	1.859	1	R\$ 2,70	R\$ 122,78	R\$ 8,39	R\$ 381,53	R\$ 258,75	R\$ 194,06
MONTADORA 1	BOBINA 4	3500	1,5	740	480	1.425	7,3	R\$ 2,46	R\$ 550,87	R\$ 5,60	R\$ 1.254,01	R\$ 703,14	R\$ 527,36
MONTADORA 1	BOBINA 5	3500	1,5	740	480	1.425	5	R\$ 2,28	R\$ 348,11	R\$ 4,45	R\$ 679,43	R\$ 331,32	R\$ 248,49
MONTADORA 1	BOBINA 1	3500	0,8	700	480	1.425	0,67	R\$ 2,04	R\$ 20,95	R\$ 3,45	R\$ 35,43	R\$ 14,48	R\$ 10,86
MONTADORA 2	BOBINA 2	3500	1,15	420	480	1.950	1	R\$ 2,03	R\$ 26,97	R\$ 7,55	R\$ 100,31	R\$ 73,35	R\$ 55,01
MONTADORA 2	BOBINA 3	3500	1,35	1000	480	1.425	1	R\$ 2,29	R\$ 85,05	R\$ 4,36	R\$ 161,93	R\$ 76,88	R\$ 57,66
MONTADORA 2	BOBINA 4	3500	1,35	800	480	1.581	0,67	R\$ 2,24	R\$ 44,37	R\$ 3,14	R\$ 62,20	R\$ 17,83	R\$ 13,37
MONTADORA 2	BOBINA 5	3500	1,5	950	480	1.459	1,67	R\$ 1,99	R\$ 130,02	R\$ 4,52	R\$ 295,32	R\$ 165,30	R\$ 123,98
MONTADORA 2	BOBINA 6	3500	1,5	1150	480	1.425	4,33	R\$ 1,62	R\$ 333,13	R\$ 4,88	R\$ 1.003,50	R\$ 670,38	R\$ 502,78
MONTADORA 2	BOBINA 7	3500	1,35	1000	480	1.425	3,33	R\$ 2,29	R\$ 283,49	R\$ 4,60	R\$ 569,46	R\$ 285,97	R\$ 214,47
MONTADORA 2	BOBINA 8	3500	0,75	350	480	1.950	5,67	R\$ 2,04	R\$ 83,48	R\$ 4,35	R\$ 178,01	R\$ 94,53	R\$ 70,90
MONTADORA 2	BOBINA 9	3500	1,35	800	480	1.581	4	R\$ 2,04	R\$ 266,21	R\$ 3,13	R\$ 408,45	R\$ 105,77	R\$ 79,33
<b>SOMATORIA TOTAL</b>								<b>R\$ 2.773,09</b>	<b>R\$ 75,30</b>	<b>R\$ 6.854,93</b>	<b>R\$ 4.045,39</b>	<b>R\$ 3.034,04</b>	

Fonte: Próprio Autor

#### 4.2.4 Melhorar

A equipe encarregada em desenvolver o estudo em questão elaborou um plano de ação para as principais variáveis que contribuíram para esse modo de falha:

A. Ação 1: Implantação do alimentador pneumático automatizado com sistema elétrico para realizar o movimento de avançar o final de bobina que não era capaz de chegar até a ferramenta no processo anterior (Figura 14).

B. Ação 2: Implantação de parâmetros na máquina junto ao setor de manutenção para que a mesma pudesse atuar juntamente com a velocidade programada para o alimentador pneumático (Figura 15);

C. Ação 3: Padronizar o alimentador pneumático para atender a todas as ferramentas estudadas durante o processo (Figura 16);

D. Ação 4: Treinar colaboradores para utilização do alimentador pneumático, atualizando o mapeamento do processo após a implementação da melhoria.

Figura 14 – Implementação do alimentador pneumático para avançar o final de bobina



Fonte: Próprio Autor

Figura 15 – Implementação do alimentador pneumático para avançar o final de bobina



Fonte: Próprio Autor

Figura 16 – Padronização do alimentador pneumático para atender a varias ferramentas



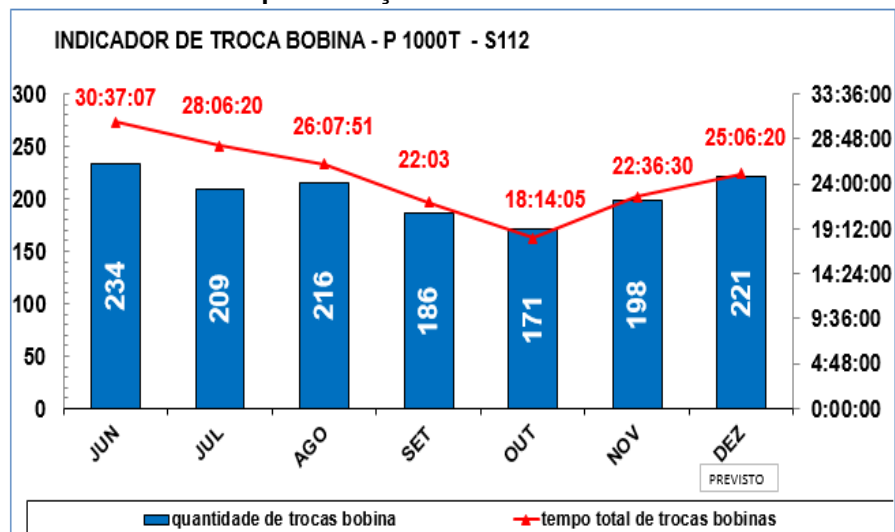
Fonte: Próprio Autor

#### 4.2.5 Controlar

Após implantações das ações mencionadas anteriormente, foi comprovada uma melhora significativa nos processos, conforme descrito a seguir:

Eficácia da Ação 1: Redução significativa no tempo utilizado para troca de bobinas, aumentado o OEE da máquina (Figura 17).

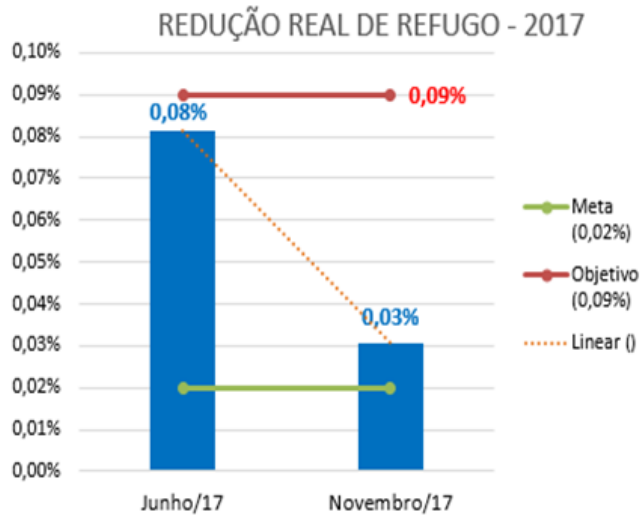
Figura 17 – Índice de paradas para troca de bobinas teve redução significativa após a implementação da melhoria



Fonte: Próprio Autor

Eficácia da Ação 2: Redução significativa do número de refugos devido as limitações do processo (Figura 18).

Figura 18 – Redução do número de refugos devido a implementação da melhoria



Fonte: Próprio Autor

Eficácia da Ação 3: Alcance de economia anual em relação aos refugos de R\$56.106,18 (Figura 19).

Figura 19 – Economia anual apresentada perante a redução do número de refugos

SAVING DE REFUGOS REAL EM R\$ ENTRE 01/07/2017 A 15/07/2017							PROPOSTA DE REDUÇÃO EM VALORES					
FERRAMENTA	BOBINA	QTD TROCA DE BOBINA (MÊS)	VALOR DO KG DO MATERIAL DA BOBINA	VALOR DO FINAL DE BOBINA DESEARTADO	VALOR DA PEÇA	VALOR PERDIDO EM PEÇAS SEM USO DO ALIMENTADOR	ECONOMIA MENSAL	ECONOMIA MENSAL	COMPRIMENTO PERDIDO	QUANTIDADE DE TROCA DE BOBINAS	VALOR PERDIDO COM O USO DO ALIMENTADOR	ECONOMIA A PARTIR DE 26/NOV/17
MONTADORA 1	BOBINA 1	3,7	R\$ 2,46	R\$ 436,73	R\$ 9,05	R\$ 1.606,67	R\$ 1.169,93	R\$ 877,45	1100	1	R\$ 504,95	R\$ 1.101,71
MONTADORA 1	BOBINA 2	0,33	R\$ 2,70	R\$ 40,93	R\$ 7,83	R\$ 118,70	R\$ 77,76	R\$ 58,32	1100	0	R\$ 37,30	R\$ 81,39
MONTADORA 1	BOBINA 3	1	R\$ 2,70	R\$ 122,78	R\$ 8,39	R\$ 381,53	R\$ 258,75	R\$ 194,06	1100	1	R\$ 119,91	R\$ 261,62
MONTADORA 1	BOBINA 4	7,3	R\$ 2,46	R\$ 550,87	R\$ 5,60	R\$ 1.254,01	R\$ 703,14	R\$ 527,36	1100	2	R\$ 394,12	R\$ 859,90
MONTADORA 1	BOBINA 5	5	R\$ 2,28	R\$ 348,11	R\$ 4,45	R\$ 679,43	R\$ 331,32	R\$ 248,49	1100	5	R\$ 213,53	R\$ 465,89
MONTADORA 1	BOBINA 1	0,67	R\$ 2,04	R\$ 20,95	R\$ 3,45	R\$ 35,43	R\$ 14,48	R\$ 10,86	1100	0	R\$ 11,14	R\$ 24,30
MONTADORA 2	BOBINA 2	1	R\$ 2,03	R\$ 26,97	R\$ 7,55	R\$ 100,31	R\$ 73,35	R\$ 55,01	1100	2	R\$ 31,53	R\$ 68,79
MONTADORA 2	BOBINA 3	1	R\$ 2,29	R\$ 85,05	R\$ 4,36	R\$ 161,93	R\$ 76,88	R\$ 57,66	1100	0	R\$ 50,89	R\$ 111,03
MONTADORA 2	BOBINA 4	0,67	R\$ 2,24	R\$ 44,37	R\$ 3,14	R\$ 62,20	R\$ 17,83	R\$ 13,37	1100	0	R\$ 19,55	R\$ 42,65
MONTADORA 2	BOBINA 5	1,67	R\$ 1,99	R\$ 130,02	R\$ 4,52	R\$ 295,32	R\$ 165,30	R\$ 123,98	1100	0	R\$ 92,81	R\$ 202,51
MONTADORA 2	BOBINA 6	4,33	R\$ 1,62	R\$ 333,13	R\$ 4,88	R\$ 1.003,50	R\$ 670,38	R\$ 502,78	1100	7	R\$ 315,39	R\$ 688,12
MONTADORA 2	BOBINA 7	3,33	R\$ 2,29	R\$ 283,49	R\$ 4,60	R\$ 569,46	R\$ 285,97	R\$ 214,47	1100	4	R\$ 178,97	R\$ 390,48
MONTADORA 2	BOBINA 8	5,67	R\$ 2,04	R\$ 83,48	R\$ 4,35	R\$ 178,01	R\$ 94,53	R\$ 70,90	1100	6	R\$ 55,95	R\$ 122,06
MONTADORA 2	BOBINA 9	4	R\$ 2,04	R\$ 286,21	R\$ 3,13	R\$ 408,45	R\$ 105,77	R\$ 79,33	1100	3	R\$ 116,91	R\$ 255,07
<b>SOMATORIA TOTAL</b>				<b>R\$ 2.773,09</b>	<b>#####</b>	<b>R\$ 6.854,93</b>	<b>R\$ 4.045,39</b>	<b>R\$ 3.034,04</b>			<b>R\$ 2.142,95</b>	<b>R\$ 4.675,52</b>

ECONOMIA NO 1º MÊS	R\$ 4.675,52
ECONOMIA NO 1º MÊS	R\$ 56.106,24

Fonte: Próprio Autor



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho possibilitou a aplicação da metodologia Seis Sigma através das etapas do DMAIC buscando otimizar o processo de estampagem de blanks retangulares de uma prensa blankline em uma indústria de autopeças, reduzindo o índice de refugos agregando valor ao processo e elevando os índices de KPI's da produção. Desta maneira realizou-se um estudo de caso a fim de investigar e eliminar o alto índice de refugo na prensa, permitindo chegar as seguintes conclusões:

A. A aplicação da ferramenta DMAIC resultou em um aumento da satisfação do cliente interno, sendo que houveram evidencias da melhoria deste processo após a implementação da metodologia. Constatou-se uma melhoria significativa da melhoria nos indicadores de refugo, O.E.E e disponibilidade da máquina.

B. O DMAIC mostrou ser eficiente e prático a fim de garantir resultados positivos além de gerar a possibilidade de exploração do conceito sobre melhoria contínua no processo de usinagem em planta fabril. A melhoria contínua é possível de ocorrer, porque sempre que um processo apresenta algum modo de falha existe a possibilidade de ser aplicada.

Os pontos citados foram levados em consideração pela gerência da empresa, à fim de atender de uma melhor forma os seus clientes, sem qualquer desperdício durante todo o processo. Além disso, melhorar a fidelização dos consumidores, a melhora da relação com os funcionários, e a relação com o mercado competidor. Esse estudo comprova a importância da metodologia DMAIC nas organizações, sendo uma ferramenta para não só entender melhor o funcionamento do processo, mas também para focar em pontos que muitas vezes não são notados pelos funcionários da empresa e que são imprescindíveis para a empresa como um todo, sendo importante o conhecimento de sua capacidade. Além disso, o estudo também trabalha no processo de melhoria contínua, que precisa ser implementado sempre que surgir a oportunidade, não podendo ocorrer limitações na sua aplicação. É muito importante sugerir a continuidade de aplicação de ferramentas que possibilitem a melhora nos processos já existentes e para conseguir então, enxergar novos

possíveis potenciais dentro da empresa. É importante a disciplina, o comprometimento e a vontade de aprender para o sucesso desse estudo.

Com isso, conclui-se que o estudo induz a compreensão das pessoas, pela utilização da metodologia Seis Sigma e de ferramentas didáticas, apresentadas as importâncias da cultura de melhoria contínua, quando bem implementada, dentro da equipe e onde existam pessoas, sendo assim, propagando entre os colaboradores a consciência da visibilidade da melhor forma de se produzir sem a dificuldade de enfrentar os paradigmas criados.

### 5.1 Ações realizadas

A. Implementação do alimentador pneumático para avançar o final de bobinas, este é ajustável para atender a várias ferramentas e pode ser instalado durante o pré setup da ferramenta, ou seja, durante a preparação da ferramenta para a próxima produção o alimentador pode ser instalado para trabalhar eliminando 69% dos refugos do processo antigo (Figura 20).

**Figura 20 – Implementação do alimentador pneumático nos ferramentais**

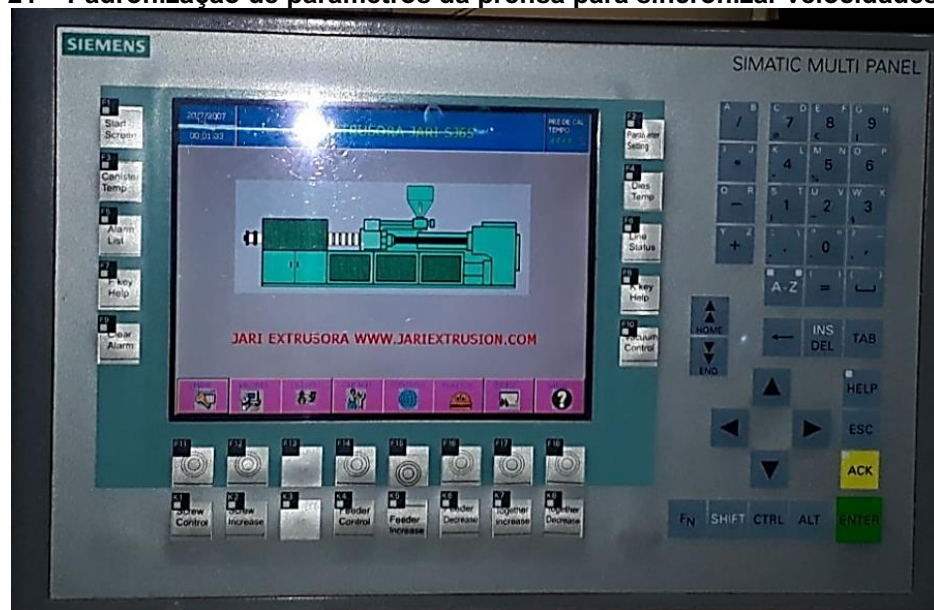


Fonte: Próprio Autor



B. Implementação de novos padrões na programação da máquina, trabalhando sincronizados, o alimentador pneumático e o martelo da prensa, tornando o processo eficaz, sem redução de velocidade e máquina parada (Figura 21).

**Figura 21 – Padronização de parâmetros da prensa para sincronizar velocidades**



Fonte: Próprio Autor

C. Implementação de treinamento para colaboradores para inserir os métodos utilizados para redução de refugos encontrados durante a aplicação do método DMAIC.

## 5.2 Análise da variação do processo antigo x processo novo

Evidenciou-se que houve uma melhora significativa após implementadas as ações para redução do índice de refugos de matéria prima expoente da dificuldade em passar a tira até o ferramental para a atividade de corte. Já após a implementação do equipamento sugerido as medições após a melhoria, medições apresentaram redução de 0,05% no índice de refugo, ocasionando em uma economia anual de R\$56.106,18 em relação ao índice de refugo na máquina.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo de caso possibilitou o maior conhecimento do Seis Sigma e a aplicação da metodologia DMAIC em um processo de estampagem, com o intuito de diminuir a perda de material, resultando na diminuição de gastos, no melhor aproveitamento de material e na melhora do processo onde foram alcançados com sucesso, depois de se aplicado a tal metodologia.

É possível verificar que o estudo foi realizado a fim de analisar, mensurar, aplicar e acompanhar a trajetória da implementação e execução da metodologia DMAIC, que por sua vez, induz de uma melhor forma, o conhecimento do processo de estampagem na indústria de auto-peças, pois é possível conhecer ainda mais sobre o processo em que essa metodologia é aplicada, possibilitando na melhoria das ações e da identificação na qual não são comumente vistas durante o dia a dia, e desta maneira, a metodologia mostra ser muito útil e que com dedicação, é possível executar o projeto com sucesso.

Verificou-se que o processo não era aproveitado da melhor forma, e que com o tempo, o gasto com peças que sobravam aumentava ainda mais, a metodologia DMAIC, além de mapear todo o fluxo de trabalho, e o funcionamento de cada parte do processo, apresentou diversas possibilidades de melhoria, resultando no objetivo de se reduzir a quantidade de matéria utilizada, para a construção da mesma peça, que antes era produzida com uma quantidade maior de matéria, sem que fosse percebido. Além disso, a utilização e a aplicação da metodologia DMAIC aumentou a satisfação do cliente, pois o processo foi melhorado, e além de aumentar o *cashflow* da empresa, que aumentou devido a diminuição da quantidade de matéria utilizada, pois foi possível aproveitar da melhor forma, a produção das peças com a mesma dimensão, porém com o melhor aproveitamento da chapa de metal, sem que haja a perda excessiva da mesma, diminuindo o custo total de produção.

A metodologia DMAIC, provou sua eficiência e praticidade, a fim de apresentar os resultados almejados e que foram positivos, além de garantir e facilitar a possibilidade de exploração sobre o conceito de melhoria contínua não somente no processo de estampagem na fábrica, mas como nos outros processos em que pode-se aplicar a metodologia, a fim de melhorarem ainda mais os processos novos e

os já existentes. Com essa melhoria contínua, é possível notar que quando aplicada da maneira correta, a sua ocorrência garante resultados satisfatórios tanto para as pessoas presentes no processo, quanto no processo em si, garantindo que seja apresentado algum modo de falha, ou problema existente, e que pode resultar na possibilidade de melhoria.

Com isso, conclui-se que a metodologia DMAIC é benéfica para qualquer tipo de processo passível à possuir a possibilidade de ser melhorado, de alguma forma em que haja o aumento de ganhos, aumento da produtividade, aumento da qualidade, aumento da confiabilidade, diminuição dos problemas, melhora do fluxo do processo, e além disso, identificação dos problemas ou erros que podem ser a chave para o funcionamento da produção, ou do processo em que é aplicado, possibilitando então a ação sobre os mesmos, para que se haja a melhoria e o melhor aproveitamento dos recursos, além da conscientização de pessoas, pelo uso das metodologias empregadas que agora, são capazes de aproveitarem tempo de serviço de uma melhor forma, podendo então contribuir ainda mais com os ganhos da empresa.

Esse estudo comprova que aplicações como a metodologia DMAIC são importantes na empresa, que sempre busca melhoria, qualificação, redução de gastos e maior ganho de mercado. Além de comprovar sua capacidade, esse estudo também mostra a competência que as organizações devem possuir, para alcançar uma cultura de melhorias, e que induz a busca de novas oportunidades.

## REFERÊNCIAS

- ANDRIETTA, J. M. MIGUEL, P.A.C. **Aplicação do programa seis sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras.** Gestão da Produção. São Carlos, v.14, n.2, p. 203-219, maio-ago, 2007.
- AZEVEDO, M. **Aplicação da Simulação Numérica na Indústria de Componentes Estampados.** Porto, 2013.
- ANNAMALAI, C. **Combining innovation with six sigma.** ASQ Six Sigma Forum Magazine, ABI/INFORM Global, v. 7, n. 2, p. 36, Feb 2008.
- ANTONY, J.; BANUELAS, R. **Key Ingredients for the effective implementation of Six Sigma program: Measuring Business Excellence.** 2008.
- CAMPOS, V. F. TQC: **Controle de qualidade total (no estilo japonês).** Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Eng. da UFMG, 1992.
- CORRÊA, O. **Investigação do Seis Sigma na redução do tempo de setup: uma pesquisa empírica em uma empresa do setor de polímeros,** Universidade Federal de São Carlos, 2014.
- CARVALHO, M. M. **Seleção de projetos Seis Sigma.**In: ROTONDARO, R. G.(ORG.) Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria do processo, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2002.
- CHESNAIS, F. **Mundialização: o capital financeiro no comando.** Revista Outubro, Rio de Janeiro, 2001.
- CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e casos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- DALEFFE, A. **Estudo do processo de estampagem incremental em chapa de alumínio puro.** Porto Alegre, 2008.
- ECKES, G. **A revolução Seis Sigma: O método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucros.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.

FRANZ , L.A. S.; TEN CATEN, C.S. **Uma discussão quanto à relação entre os métodos DMAIC e PDCA. SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E TRANSPORTES**, 3. 2003. Anais.. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HARRY, M. E SCHROEDER, R. **Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**. New York: 2000.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2008.

PEREIRA, A. G. **Gerenciamento da qualidade total: o caminho para aperfeiçoar o desempenho**. São paulo: Nobel, 1994.

REYES, A. **Implementação de um sistema de qualidade**. São Paulo: USP, 2000. Disponível em <<http://www.esalq.usp.br/qualidade/pagexp1.htm>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019.

ROSSI, M. **“Estampado en frio de la chapa – 9ª Edición”**, Hoepli Editorial Científico Médica; 1971

SANTOS, A. I. **Aplicação da metodologia DMAIC na usinagem automobilística**. São Paulo, Novas Edições Acadêmicas. 2018.

SANTOS, A. M. M.; PINHÃO, C. M. Á. **Pólos automotivos brasileiros**. BNDES Setorial. Rio de Janeiro, n. 10, p.173-200, set. 1999.

WERKEMA, C. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SCATOLIN, A. C. **Aplicação da metodologia seis sigma na redução das perdas de um processo de manufatura**. São Paulo: [s.n.], 2005.

SHOOK, J.; ROTHER, M. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.

Sunil et al. **Productivity improvement of a special purpose machine using DMAIC principles: A case study** Journal of Quality and Reliability Engineering, 2013.

SLAC, N. CHAMBERS, S.; JHONSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

VILARDAGA, V. **Montadoras ajustam produção à demanda**. Gazeta Mercantil, São Paulo, 21 set. 1999d. Relatório da Gazeta Mercantil – Logística, v.1, p. 2.

WERKEMA, M.C.C. **Criando a cultura seis sigma**. Rio de Janeiro. Qualitymark, v. 1, 2002.