

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ  
RAFAEL AUGUSTO GOMES**

**MONITORAMENTO E CONTROLE DE  
DESPERDÍCIOS NO PROCESSO PRODUTIVO  
ATRAVÉS DO SOFTWARE EXCEL**

**Taubaté - SP  
2019**

**RAFAEL AUGUSTO GOMES**

**MONITORAMENTO E CONTROLE DE  
DESPERDÍCIOS NO PROCESSO PRODUTIVO  
ATRAVÉS DO SOFTWARE EXCEL**

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: Prof. Ivair Alves dos Santos

**Taubaté – SP  
2019**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

### **SIBi - Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

G633m      Gomes, Rafael Augusto  
                 Monitoramento e controle de desperdícios no processo produtivo  
                 através do software excel / Rafael Augusto Gomes. – 2019.  
                 45f. : 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. Desperdícios. 2. DMAIC. 3 Monitoração. I. Título. II. Graduação  
                 em Engenharia Mecânica

CDD 658.562

**Ficha catalográfica elaborada por Angela de Andrade Viana – CRB-8/8111**

RAFAEL AUGUSTO GOMES

MONITORAMENTO E CONTROLE DE DESPERDÍCIOS NO PROCESSO  
PRODUTIVO ATRAVÉS DO SOFTWARE EXCEL

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: 03-12-2013

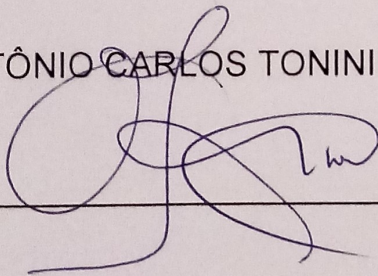
RESULTADO: Aprovado

BANCA EXAMINADORA:

PROF ME. ANTÔNIO CARLOS TONINI

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

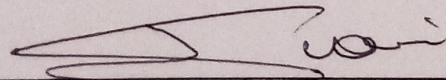
Assinatura:



PROF. ME. IVAIR ALVES DOS SANTOS

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura:



Dedico este trabalho para os meus pais Francisca Vanuza Gomes e Geraldo Geovani Gomes, aos meus avós paternos João Martins Gomes, Maria Adelaide Gomes e aos meus avós maternos Geraldo Leite e Maria Aparecida Gonçalves.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pela minha vida, minha família, minha inteligência, meus amigos e por iluminar o meu caminho.

Agradeço a meus pais Geraldo Geovani Gomes e Francisca Vanuza Gomes, por me apoiarem nas minhas escolhas e serem a base para realizar meu sonho de formar como engenheiro, pela minha educação, pelo amor, pelo respeito e honestidade.

À meu avô João Martins Gomes por incentivar e estimular minha carreira profissional e acadêmica, sendo uma inspiração.

À minha avó Maria Adelaide Gomes por me apoiar e torcer por mim.

A meu avô Geraldo Leite por seus ensinamentos de honestidade e fé.

À minha avó Maria Aparecida Gonçalves por seus ensinamentos e carinho.

A todos meus amigos e pessoas que de alguma forma me apoiaram neste caminho para realizar o meu sonho.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu um ambiente educacional com profissionais qualificados.

Ao meu orientador e amigo, *Prof. (Dr. Msc) Ivair Alves dos Santos* por todo o incentivo, orientação acadêmica e profissional, paciência e motivação na orientação deste trabalho.

“Um dia aprendi que os sonhos existem para tornar-se realidade. E desde aquele dia, já não durmo para descansar. Simplesmente durmo para sonhar”.

Walt Disney

## RESUMO

Nas indústrias é comum ter perdas de matéria prima e produtos durante o processo produtivo, onde pessoas estão sempre dispostas a reduzir esses desperdícios com intuito de garantir melhor qualidade de seu produto podendo atender as demandas do mercado. Melhorar o processo produtivo é essencial para se obter maiores margens de lucro nas indústrias e garante a qualidade do produto final. Neste trabalho de dissertação pretende-se apresentar ferramentas desenvolvidas para gestão através de baixos recursos financeiros e apresentar a importância da de introduzir melhorias no processo produtivo. Após basear se em uma determinada empresa do ramo automotivo, o presente trabalho tem por objetivo propor a aplicação do software Excel onde foi desenvolvida uma programação VBA que tem a função de monitorar e controlar a quantidade de desperdícios dentro do processo produtivo. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a DMAIC (Definir-Melhorar-Analisar-Implementar-Controlar), onde foi aplicada por profissionais e especialistas na área. Depois da aplicação da metodologia junto com o uso da planilha criada de Excel para controle e análise do processo, apresentou a eficiência da planilha para se medir o processo e possibilitou aos gestores com uma ferramenta simples e de baixo custo à monitoração de desperdícios em tempo real.

**Palavras-chave:** DMAIC, Desperdícios, Monitoração.



## **ABSTRACT**

In industries it is common to have losses of raw materials and products during the production process, where people are always willing to reduce these wastes in order to ensure better quality of their product and can meet market demands. Improving the production process is essential for higher profit margins in industries and ensures the quality of the final product. This dissertation work intends to present tools developed for management through low financial resources and to present the importance of introducing improvements in the production process. After being based on a certain automotive company, this paper aims to propose the application of Excel software where a VBA programming was developed that has the function of monitoring and controlling the amount of waste within the production process. The methodology used to develop this work was the DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control), where it was applied by professionals and specialists in the field. After applying the methodology together with the Excel spreadsheet created for process control and analysis, it presented the efficiency of the spreadsheet to measure the process and enabled managers with a simple and low-cost tool to monitor waste in real time.

**KEYWORDS:** DMAIC, Waste, Monitoring.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Procedimento geral de análise de valor.....	21
Figura 2 - Modelo de formulário FMEA .....	23
Figura 3 - Fluxograma do processo.....	27
Figura 4 - SIPOC.....	28
Figura 5 - Diagrama de Ishikawa.....	28
Figura 6 - Diagrama de causa e efeito .....	29
Figura 7 - Gráfico de estoque da borracha físico x sistema.....	30
Figura 8 - Pareto dos desperdícios de matéria prima derivados da borracha em kg no período de junho a setembro.....	31
Figura 9 – Tela Inicial da planilha.....	33
Figura 10 - Tela secundaria para imputar as informações .....	33
Figura 11 - Tela de confirmação que os dados foram inseridos.....	34
Figura 12 –Tela de acesso para analisar as informações .....	34
Figura 13 – Banco de dados .....	35
Figura 14 - Planilha de gestão em tempo real.....	36
Figura 15 - Pareto das atividades necessárias para gerar a informação do antes e depois da implantação da planilha.....	38
Figura 16 - Dados coletados no mês de setembro.....	39
Figura 17 – Comparação da quantidade de matéria prima no sistema x fisico no mês de Outubro .....	40
Figura 18 – DashBoard “Controle de desperdícios” .....	41
Figura 19 – Variação do peso de borracha descartado de um determinado item durante o mês de Outubro .....	42
Figura 20 - Histograma.....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMAIC	DEFINE, MEASURE, ANALYSE, IMPROVE, CONTROL
HSE	Human Safety Environmental
PCP	Planejamento e Controle de Produção
SIPOC	Suppliers Inputs Process Outputs Costumers

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
1.1	Objetivos .....	14
1.1.1	Objetivo Geral .....	14
1.1.2	Objetivos Específicos .....	14
1.2	Delimitação do Estudo.....	14
1.3	Relevância do Estudo.....	15
1.4	Organização do Trabalho .....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	Qualidade: .....	16
2.2	DMAIC.....	17
2.2.1	Definir.....	17
2.2.2	Medir .....	18
2.2.3	Analisar .....	18
2.2.4	Melhorar .....	19
2.2.5	Controlar .....	19
2.3	PRODUTIVIDADE:.....	19
2.4	PROJETOS:.....	20
2.4.1	Aspectos básicos conceituais sobre projetos.....	20
2.4.2	Análise de valor.....	20
2.4.3	Brainstorm.....	21
2.4.4	Análise de modo e falhas (FMEA).....	22
2.5	CUSTOS: .....	23
3	METODOLOGIA .....	24
3.1	Classificação dos Métodos de Pesquisa .....	24
3.2	De acordo com a abordagem.....	24
3.3	De acordo com o objetivo.....	24
3.4	De acordo com os procedimentos técnicos.....	25
4	DESENVOLVIMENTO .....	26
4.1	Apresentação da empresa .....	26
4.2	Aplicação DMAIC .....	26
4.2.1	Definir.....	26
4.2.2	Medir .....	30
4.2.3	Analisar .....	31
4.2.4	Melhorar .....	32
4.2.5	Controlar .....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
5.1	Aplicação da metodologia DMAIC.....	37
5.2	Ações realizadas.....	37
5.2.1	Ação 01:.....	37
5.2.2	Ação 02:.....	39
5.2.3	Ação 03:.....	40
5.3	Análise do processo:.....	41
6	CONCLUSÃO .....	43
	REFERÊNCIAS .....	44

## 1 INTRODUÇÃO

Produtividade é um termo muito desejado em todas as empresas sendo elas de diversos setores de atuação. Em meados do ano de 1990 houve uma longa discussão sobre os conceitos de produtividade onde com o fim das barreiras não tarifárias e a redução das tarifas, passou-se a adoção de políticas liberais de comercio, como previsto pelos defensores da abertura comercial aumentaria o acesso a insumos de melhor qualidade e, ao aumentar a competição, forçaria a indústria nacional a aprimorar seus produtos e seus métodos de produção. Esses fatores contribuiriam para um aumento de produtividade no país, onde desde então a produtividade brasileira passou a crescer drasticamente o que indicou uma grande mudança no setor industrial brasileiro.

As empresas visam sempre obter maior produtividade com intuito de reduzir custos, sendo que produtividade é o desenvolvimento de ações para que o processo produtivo tenha um elevado aumento de eficiência. Logo um processo produtivo é basicamente a constituição de uma cadeia de execução das atividades propostas aos colaboradores a serem desenvolvidas para tornar a matéria prima em um bem de consumo.

No ambiente fabril as empresas que já possuem demanda podem estar correndo o risco de não perceber a variação dos desperdícios de matérias primas, quando inclusive se tratar de um processo de fabricação em que envolve diversas etapas, gerando assim perdas que não possuem uma informação exata de onde e quando a mesma está ocorrendo.

Em todos os processos produtivos é comum haver perdas de matérias primas ou produtos não conformes que conseqüentemente aumenta os custos de produção. As perdas inerentes ao processo, ou seja, aquelas que ocorrem em condições operacionais eficientes, devido às características da produção da empresa tornando as mercadorias imprestáveis para sua utilização, portanto uma das principais atividades da gestão da empresa é identificar e reduzir ou até mesmo eliminar essas perdas no processo produtivo. Nesse contexto é necessário adequar sistemas e ferramentas que auxiliam e mostram o estado atual do processo de perdas.

O presente trabalho aplica os conceitos de DMAIC, para que junto à monitoração de perdas no processo produtivo, podendo ser calculado, através do

auxílio da implantação de uma planilha de Excel com o intuito de coletar os dados online sendo alimentado pelos próprios colaboradores e assim realizar por meio da mesma análises através de uma DashBoard. Após o levantamento de dados é possível aplicar a metodologia DMAIC juntamente com suas diversas técnicas estatísticas, onde a mesma tem o objetivo de gerar produtos com agilidade de custos e prazos, além de serviços mais eficientes obtendo as menores perdas possíveis então se tornando a atual organização mais competitiva.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de controle e monitoramento do processo de desperdícios o utilizando a metodologia DMAIC na gestão e estratificação dos diferentes incidentes que podem ocorrer com a falta da informação com qualidade visando otimizar o tempo de geração da informação do processo e aumentar a assertividade do processo de programação tendo com base em a informação em tempo real.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

O objetivo específico deste trabalho, consiste em aplicar a metodologia Seis Sigma (DMAIC) ao processo de geração e qualidade da informação uma empresa de Automotiva, comprovando como esta abordagem pode ser eficaz para possibilitar vantagem à organização que a executa para obter controle do seu atual processo.

## 1.2 Delimitação do Estudo

Este estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa automobilística localizada no Vale do Paraíba. A empresa possui processos de injeção de borracha por meio de injetoras hidráulicas onde uma das matérias primas utilizada é a borracha.

Após reuniões realizadas com os setores envolvidos no processo e análise da falta de indicadores, foi possível evidenciar a necessidade da aplicação da aplicação da metodologia DMAIC.

### 1.3 Relevância do Estudo

O tema abordado neste trabalho tem como princípio a aplicação da metodologia Seis Sigma (Método DMAIC) para análise e solução de problemas, visando à melhoria da qualidade da informação e otimização da geração tempo da informação. Tal metodologia foi baseada na aplicação dos conceitos de DMAIC. Com a aplicação destes conceitos foi possível identificar, qualificar e quantificar os fenômenos ocorridos que ocasionavam gargalos no processo.

Este trabalho delimita-se ao estudo e aplicação da metodologia DMAIC em uma empresa automotiva situada na cidade no Vale do Paraíba, visando aprimorar a qualidade da informação com a aplicação de uma planilha de controle do processo.

### 1.4 Organização do Trabalho

O trabalho está estruturado em capítulos e subcapítulos. No capítulo 1, são expostos a justificativa do estudo, o escopo do trabalho, os objetivos e a metodologia adotada.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre qualidade e o DMAIC.

O capítulo 3 explica a metodologia adotada na pesquisa, apresentando como foi feita a coleta, obtenção dos dados e como foi conduzida a pesquisa na empresa automotiva.

O capítulo 5 apresenta as considerações finais, conclusões

Por fim, são apresentadas as referências utilizadas neste trabalho.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Qualidade

A sobrevivência das empresas depende do aumento de negócios, onde é exclusivamente ditado pela satisfação do cliente, governada pelo tripé qualidade, preço e serviços. Essas condições são obtidas por meio da capacidade do processo, que é imenso devido conter inúmeras variações. Consequentemente a variação do processo ocasionam ao aumento de defeitos, falhas, custos e maiores tempos de ciclo de produção. Com a finalidade de eliminar essas variações é necessário aplicar os conhecimentos corretos, no qual a metodologia Seis sigmas vêm se destacando a fundo no meio industrial. (ANDRIETTA & MIGUEL, 2002).

Segundo Scatolin, (2005), a aplicação da metodologia DMAIC correta gera retorno várias vezes maior que os investimentos prescritos para a aplicação da metodologia.

De acordo com Hoerl, (2001), a popularidade que vem crescendo da aplicação da metodologia DMAIC se tem dado devido a aplicações bem-sucedidas em grandes empresas mundiais como, por exemplo, a Motorola e a GE-General Eletric. A popularidade se tem dado graças aos altos retornos adquiridos após a aplicação da metodologia onde a Motorola recebeu no ano de 1988 o Prêmio Malcolm Balbrige de Qualidade (Breyfogle III et al, 2001).

Segundo Van Iwaarden, et al. (2008), cita que para conseguir e manter bons resultados no projeto em que se aplica a metodologia DMAIC, é preciso apoio de gestores do processo, mostrando confiança na melhoria desenvolvida e a participação de todos os donos do processo e também no processo de escolha dos projetos que deveram ser implementados, apontando ganhos financeiros, visando sempre as necessidades dos clientes internos e externos. Observando sempre a indispensabilidade de aplicar o DMAIC com melhorias na qualidade e no processo de fabricação do produto envolvido.

Segundo Van Iwaarden, et al. (2008), trabalhar sempre com redução de custos, usar minuciosamente o DMAIC no sistema de gestão da qualidade, garante segurança nas posições de alta liderança, logo aperfeiçoando de maneira positiva o negócio, consequentemente aumenta a competitividade no mercado.



Uma empresa ao desenvolver um produto de qualidade se ocasiona diversas vantagens sobre seu produto e processo, como vantagens competitivas, produtos menos suscetíveis a erros, entrega mais rápida ao cliente, cumprimento de prazos mais eficazes, alinhamento de novas estratégias, produção com baixo custo, redução de perdas, aprimoramento de processos, otimização do tempo de produção, redução de retrabalho, dentre outras vantagens (Marques, 2017).

## 2.2 DMAIC

O DMAIC é uma ferramenta de extrema importância na aplicação de metodologia. Segundo Harry e Schoroeder, (2000), embora o processo DMAIC seja algumas vezes representado de forma contínua as fases e sequências nem sempre acontecem de maneira contínua. A metodologia é composta por 5 técnicas mais utilizadas no método DMAIC, onde se justificam de tal ocorrência, pois nesta fase que são aplicadas as ferramentas com intuito de medir o desempenho dos processos assim permitindo a visualização do estado atual dos mesmos. (Breyfogle III et al, 2001) e (Mc Adam; Lafferty, 2004). De todas as etapas a que mais se trabalha na metodologia é a fase “Medir” devido ser ela a responsável por realizar o levantamento e a descoberta dos problemas apontados. Logo a partir da etapa medir que pode elaborar as ações necessárias para solucionar o problema proposto.

Segundo Sunil et al, (2013), o DMAIC disponibiliza dados estatísticos de todas as ações que são realizadas em um processo, com isso a metodologia ajuda a realizar tomadas de decisões mais eficientes, o que transforma o DMAIC uma metodologia que conduz as empresas a tomarem decisões de qualidade e produtividade.

O sucesso da implementação de um programa de qualidade como o DMAIC é obtido somente se caso houver planos de ações para a melhoria da qualidade e que seja empregado de forma adequada as orientações planejadas que se almeja atingir (Santos, 2010).

### 2.2.1 Definir

É a etapa em se estrutura a equipe responsável pela condução da metodologia DMAIC estabelecendo a distribuição das responsabilidades aos integrantes, tem por objetivo essa fase definir quais serão os problemas que precisam ser resolvidos e

quais são suas possíveis soluções dentro deste processo de qualidade. É fundamental que fique muito claro qual são as necessidades e expectativas que os setores estão esperando por melhorias. Para a aplicação da metodologia seja eficaz é de suma importância que fique muito claro quais serão as metas a serem atingidas e os prazos para o desenvolvimento dos trabalhos. Portanto após a equipe toda estruturada e capacitada, juntamente com as metas e prazos bem definidos é hora de dar início ao projeto de melhoria.

### **2.2.2 Medir**

Esta fase tem por objetivo estabelecer técnicas para coletar os dados sobre o desempenho atual do respectivo setor em que está em análise. É muito importante nessa fase a confiabilidade dos dados coletados, onde os mesmos devem direcionar as informações que se destacam as possíveis oportunidades de melhorias. Conforme a evolução do processo de mensuração dos dados coletados a equipe começa a entender o desafio que está prestes a encarar, graças as informações conseguidas sucessivamente podem se começar a perceber as possibilidades de melhoria. O interessante dessa fase se dá ao coletar essas informações começa-se perceber aspectos até então nunca observados aparecendo de forma bem clara, logo pode ser necessário coletar dados que até então não foram definidos como importantes para obter melhor entendimento do problema presente.

A coleta de dados durante essa etapa é fundamental para certificar e quantificar o problema e/ou oportunidade, onde se objetiva a definição das prioridades e a tomada de decisões sobre os princípios que serão fundamentais. (LIN et al, 2013).

### **2.2.3 Analisar**

Durante essa fase os dados levantados na “Fase Medir” tornam-se informações muito valiosas que servira para realizar a análise de todo o processo do setor. As informações coletadas serão utilizadas para discernir os problemas existentes no processo, logo eventualmente podendo ocasionar a necessidade de levantamento de dados que até então não eram considerados importantes.

A fase analisar é a etapa que se realiza detecção das variáveis que estão afetando o processo, onde é necessário encontrar as causas do problema com o

intuito de se aprofundar nos detalhes, constatando sua(s) atividade(s) crítica(s) (Lin et al, 2013).

#### **2.2.4 Melhorar**

Assim que finalizada a etapa analisar na qual, a mesma pode identificar os problemas, a equipe deve realizar as ações que possibilitam corrigir os respectivos problemas encontrados, com isso introduzir possíveis melhorias. Poderá ser necessário realizar um projeto piloto em um setor ou máquina para depois, programar as melhorias sendo validados os procedimentos e assim proceder aos colocando em pratica.

#### **2.2.5 Controlar**

Pode-se dizer que processos que tem sempre a mesma rotina acabam que desaparecem e como resultados começam a apresentar variações no processo que prejudicam o produto ou resultado final. A fase controlar precisa de planejamentos e procedimentos muito bem desenvolvidos com âmbito de controlar e monitorar as melhorias que foram implementadas no processo e assegurar as variações no processo, medindo, controlando, e registrando frequentemente as alterações realizadas no processo (Lin et al, 2013).

Para a manutenção do sucesso do projeto é fundamental a adequação de formas para controlar as melhorias de modo sistêmico, com planos de controle bem elaborados e auditorias freqüentes. O êxito do projeto é o controle por meio do trabalho padronizado que assegura que todos trabalhem e o controlem da mesma forma e monitorar o desempenho Matos, (2003). Durante esta fase é sugerido a aplicação de ferramentas como, Controle Estatístico de Processo (CEP), Histograma, relatórios de coleta de dados, onde os mesmos representam a posição atual do processo (Satolo et al, 2009).

### **2.3 PRODUTIVIDADE**

Produtividade pode ser definida genericamente como uma associação entre os bens produzidos e as condições usadas na sua produção, designadamente, tempo, trabalho, matérias-primas, e demonstrando a quantidade de produto, enquanto o resultado do processo de produção é gerado por uma unidade de fator produtivo.

Melhor dizendo é relação entre o que se é gerada por uma unidade econômica (fator, organização, região, país) os recursos que essa produção consumiu. (Capul e Ganier).

Conforme Júnior e Ferreira, a questão da produtividade vem sendo ganhando espaço no meio econômico devido à necessidade de países assegurarem a sua competitividade dentro do cenário da globalização.

A produtividade brasileira por meio de análises com fundamentação teórica ou estatística não é muito vasta, uma das primeiras publicações foi de Braga e Rossi em 1988. Os autores deste trabalho estudaram a evolução da produtividade total dos fatores (PTF) nos 21 setores da indústria da transformação brasileira no período de 1970 a 1983. (JÚNIOR & FERREIRA, 1999).

## 2.4 PROJETOS

### 2.4.1 Aspectos básicos conceituais sobre projetos

Segundo o PMBOOK– Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos, do *Project Management Institute* (PMI), um projeto é definido como "um esforço temporário empreendido na criação de um produto, serviço ou resultado único. Sua natureza temporária indica que ele tem início e término bem definidos e que o término é atingido quando seus objetivos são alcançados ou quando o projeto é encerrado".

O projeto de engenharia é a aplicação de várias técnicas e princípios científicos, onde requer conhecimentos específicos em determinadas áreas como matemática, física, química, mecânica, termodinâmica, mecânica dos fluidos, dentre outras ciências. Englobam-se diversos conhecimentos com a finalidade de se obter o produto final. (PAHR et al., 2005).

### 2.4.2 Análise de valor

Segundo CSILLAG, a análise de valor é uma metodologia utilizada para identificar as funções e o relacionamento com o custo para realizar cada função. Onde é objetivado identificar e eliminar custos desnecessários. (CSILLAG, 1995).

Na Figura 1 pode se notar as principais etapas do trabalho de análise de valor, onde se inicia com a definição do projeto e seus responsáveis para a execução do mesmo, em seguida analisa-se o objeto, define-se a situação alvo, desenvolvem-se ideias para a solução, define as soluções para o projeto e por fim materializa as mesmas podendo-se concretizar as ideias e soluções apresentadas.

**Figura 01: Procedimento geral de análise de valor**

<p><i>Preparar o projeto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escalar a equipe</li> <li>• Análise de valor - Delimitar o escopo</li> <li>• Definir a organização e o seqüenciamento</li> </ul>	<p><i>Desenvolver idéias de solução</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coletar as idéias existentes</li> <li>• Buscar novas idéias</li> </ul>
<p><i>Análise do objeto (situação atual)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar funções</li> <li>• Determinar o custo das funções</li> </ul>	<p><i>Definir soluções</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliar as idéias das soluções</li> <li>• Detalhar as soluções das idéias de soluções selecionadas</li> <li>• Avaliar e decidir com relação às soluções</li> </ul>
<p><i>Definir situação-alvo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir as funções-alvo</li> <li>• Determinar os demais requisitos</li> <li>• Relacionar metas de custo com as funções-alvo</li> </ul>	<p><i>Materializar soluções</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detalhar as soluções selecionadas</li> <li>• Planejar a concretização</li> </ul>

Fonte: a DIN69910 [PAHL, et al., 2005]

### 2.4.3 Brainstorm

Traduzido para o português Brainstorm significa tempestade de idéias, tem como princípio deixar as ideias de os integrantes da equipe fluir sem questionamento.

É uma técnica antiga criada em 1942 e pode ser utilizada em diversos ambientes e situações.

Tem como objetivo principal criar maneiras para enxergar a situação, onde pode se ver os possíveis problemas e as maneiras mais adequadas para solucioná-los utilizando a criatividade dos integrantes compostos pela equipe.

O brainstorm faz parte do PDCA, focada na análise do processo e no plano de ação. Com ele é possível determinar as causas sobre o problema e contra-atacar. (Andrade, 2017).

#### **2.4.4 Análise de modo e falhas (FMEA)**

A análise de modos e falhas, conhecidos como FMEA onde do inglês significa (Failure Mode and Effect Analysis), estuda-se e identifica as falhas em potencial que possam ocorrer em qualquer parte do sistema durante o desenvolvimento do produto.

O FMEA foi mais bem desenvolvido e aplicado pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) e em 1966 foi utilizado para o desenvolvimento do programa espacial Apollo, onde o objetivo foi verificar e eliminar as falhas, onde que após o lançamento os equipamentos compostos no foguete não poderiam ser reparados. (Rausand 2004)

Em seguida na década de 70 o FMEA começou a ser utilizado na indústria automotiva pela Ford. Após um desastroso desempenho do Ford Pinto, a Ford Motor Company iniciou a aplicação da metodologia na concepção de novos produtos e serviços. Após a adoção do FMEA a Ford conquistou a maior credibilidade e fiabilidade do mercado automobilístico. (Gavin Robbins Consulting Ltd 2013, 2014).

O objetivo do FMEA é analisar e minimizar os riscos de um produto e processo, recorrendo a análise das possíveis falhas e implementar ações corretivas para melhorar a fiabilidade e qualidade dos produtos visando a fidelização e satisfação do cliente. (Santos A. C., 2011).

O FMEA deve ser feito em todos os projetos, pois o mesmo determina antecipadamente os riscos no planejamento do desenvolvimento de produtos, sistemas e processos, avalia o projeto e minimiza os riscos envolvidos, aumenta a confiabilidade de produtos e capacidade do processo, podendo garantir a segurança e evitar que a falha chegue ao consumidor final.

Na Figura 02, pode se notar um modelo de formulário de FMEA.

Figura 02: Modelo de formulário FMEA

Cabeçalho		ANÁLISE DO MODO E EFEITO DAS FALHAS FMEA de Projeto ( ) de Processo ( )										FMEA N°:						
		Projeto/ Processo:		Nome/Código do Produto: Máquina/Operação:			Data Início:		Data Limite:			Página: de						
		Preparado por:		Respons. Projeto/ Processo:			Aprovação da Gerência:											
		Equipe:																
Desenvolvimento		Item/ Etapa	Função	Modo de falha	Efeito da falha	Severidade	Causa da falha	Ocorrência	Controles atuais	Detecção Risco (NPR)	Ações recomendadas	Resposn/ Prazo	Ação tomada	Resultado				
														Severidade	Ocorrência	Detecção	Risco (NPR)	

Fonte: McDermott et. al. (2009)

## 2.5 CUSTOS

De acordo com a NPC 2 do IBRACON, “Custo é a soma dos gastos incorridos e necessários para a aquisição, conversão e outros procedimentos necessários para trazer os estoques à sua condição e localização atuais, e compreende todos os gastos incorridos na sua aquisição ou produção, de modo a colocá-los em condições de serem vendidos, transformados, utilizados na elaboração de produtos ou na prestação de serviços que façam parte do objeto social da entidade, ou realizados de qualquer outra forma.” Segundo (Zanluca), pode se dizer que custo e basicamente o valor gasto para produzir bens e serviços.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Classificação dos Métodos de Pesquisa

Segundo Gil (1991), uma pesquisa pode ser explicada como método racional e sistemático que tem o objetivo de apresentar argumentos sobre os problemas apontados. Começa se um trabalho científico quando não se tem informações suficientes para que possa solucionar o problema, ou quando há informações porem precisam ser organizadas para que possam ser analisadas.

A pesquisa científica é elaborada a partir de um processo que inclui várias etapas, começando na formulação do problema a ser investigado até a apresentação dos resultados e conclusões. (SILVA; MENEZES, 2005).

#### 3.2 De acordo com a abordagem

Assim que foi determinado qual o problema a ser trabalhado, a próxima etapa é escolher qual modelo de pesquisa que irá se adotar para conduzir as próximas ações. Ao se abordar o problema, o modelo de pesquisa poderá ser categorizado como quantitativo ou qualitativo conforme Gil (1991).

A pesquisa quantitativa é considerada quando os problemas podem ser medidos, possibilitando a realização de análises e soluções, por meio do uso de ferramentas estatísticas e ferramentas da qualidade. (SILVA; MENEZES, 2005).

#### 3.3 De acordo com o objetivo

Conforme os objetivos, as pesquisas podem ser determinadas como Pesquisas Exploratórias, Pesquisa Descritiva e Pesquisa Explicativa Gil (1991).

Segundo Gil (1991) as pesquisas exploratórias são responsáveis por gerar maior familiaridade com o problema, tornando-o concebível uma vez que o mesmo pode ser formado baseado em hipóteses ou intuições contendo levantamento bibliográfico, citações e exemplos que auxiliaram a compreensão do assunto, além de conversas com pessoas que tiveram vivência com o problema pesquisado. Pesquisas bibliográficas e estudos de casos são extremamente utilizados em pesquisas exploratórias, tendo que é muito empregado a intuição do pesquisador.



A pesquisa descritiva tem como finalidade descrever detalhadamente o objeto de estudo (problema, fenômeno, população) empregando levantamento e coleta de dados qualitativos, mas especialmente quantitativos (GIL, 1991).

Pesquisa Explicativa tem o intuito de buscar identificar e explicar as causas do problema selecionado para o estudo, mostrando a realidade ao esclarecer a razão das coisas. É muito comum a pesquisa explicativa da sequência a pesquisas descritivas e exploratórias, devido oferecer uma interpretação mais aprofundada no assunto do tema delimitado.

### 3.4 De acordo com os procedimentos técnicos

Conforme Gil (1991), os procedimentos técnicos são classificados como:

Pesquisa Bibliográfica na qual é elaborada em materiais já estão prontos, constituídos principalmente por livros e artigos científicos. Pesquisa documental é semelhante à bibliografia, porém é constituído de materiais que até então não passaram por uma avaliação crítica. Pesquisa Experimental resume-se a estabelecer maneiras de controle e de verificação dos resultados que a variável proporciona.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 Apresentação da empresa

O estudo de caso apresentado foi realizado através de um levantamento de dados através do acompanhamento de produção da empresa Beta, onde reclamações do cliente interno devido atrasos no processo da informação, dentre outras ferramentas que possibilitaram a coleta de dados necessários para a concepção do presente trabalho.

De acordo com Calazans (2008), a falta da qualidade da informação em uma organização pode causar grandes impactos no negócio, onde deve ser identificado os possíveis gargalos no processo e esforços imediatos devem ser realizados para sua solução. Pode se afirmar que a qualidade da informação é a base para a sobrevivência das empresas nos dias atuais.

### 4.2 Aplicação DMAIC

Neste capítulo será apresentado o passo a passo da metodologia DMAIC, que foi definida anteriormente em revisão bibliográfica e detalhada de acordo com o projeto selecionado para desenvolver o presente trabalho. As etapas a seguir serão Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar, atuando com o propósito de agilizar e garantir melhor qualidade da informação de desperdícios de matéria prima no processo produtivo.

#### 4.2.1 Definir

Iniciando o projeto DMAIC, o primeiro passo foi identificar a variação de desperdícios da matéria prima, o que ocasiona uma divergência no sistema SAP.

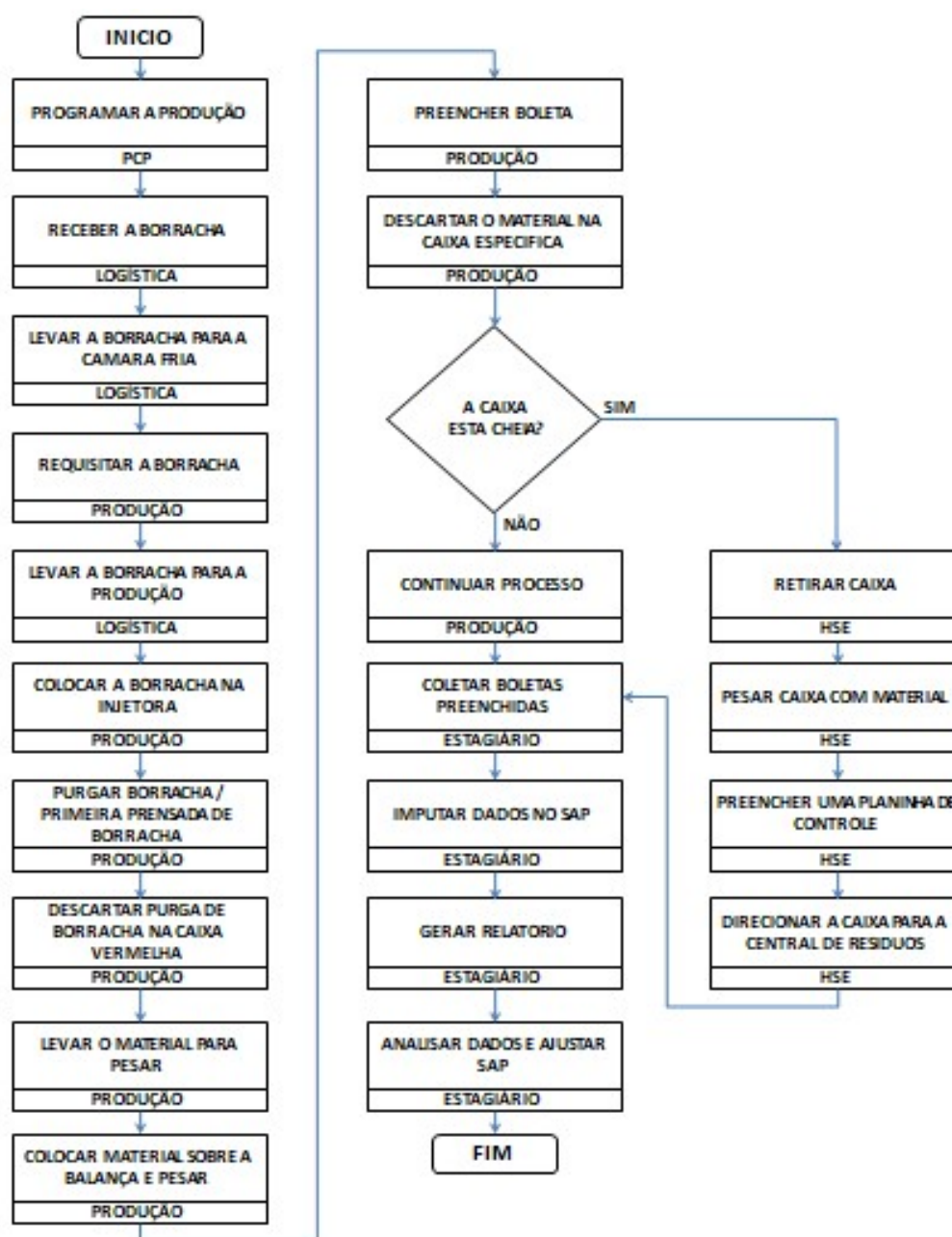
Para a definição do escopo do projeto foram levantadas as possíveis causas do problema através de indicadores e por meio da VOC (Voice of Customers).

**VOC:** “A quantidade de matéria prima (borracha) em estoque é menor do que a apontada no sistema SAP. Não se sabe o valor desperdício gerado da matéria prima derivada da borracha (purga / tiras / peças vulcanizadas)”.

Este problema ocasiona erros na programação de produção, atrasos para realizar ajustes no sistema devido à informação ser imputada manualmente no sistema.

Com o objetivo de analisar e encontrar possíveis falhas no processo foi realizado um fluxograma do processo de descarte da matéria prima, conforme mostra a Figura 3.

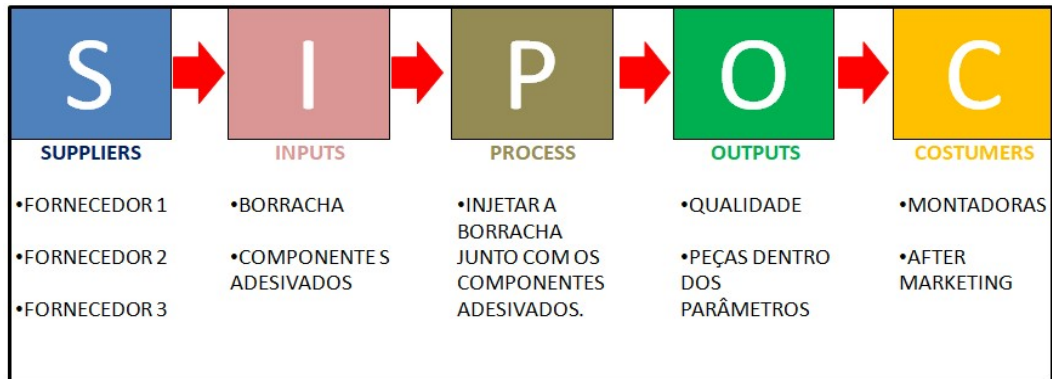
Figura 3: Fluxograma do processo



Fonte: Próprio autor

Após apresentado o fluxograma a equipe, foi realizado um SIPOC (Supplier – Input – Process – Output – Costumers) com o intuito de dispor de uma visão mais geral do processo, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4: SIPOC



Fonte: Próprio autor

Após reunir todos os envolvidos no projeto foi possível realizar uma dinâmica em grupo “Brainstorm”, onde em seguida fez-se o diagrama de causa e efeito, chamado também de Ishikawa, expondo as potenciais causas de ocasionar o erro de estoque e não obter o controle da matéria prima derivada da borracha, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Próprio autor

Assim com os resultados obtidos através do diagrama de Ishikawa, em seguida foi feita a matriz de causa e efeito conforme mostra a Figura 6. Com os resultados obtidos da matriz causa e efeito foi possível identificar as principais variáveis que contribuíram para ocasionar o erro de estoque.

**X1:** Pesar borracha purgada e vulcanizada;

**X2:** Anotar valor pesado na boleta;

**X3:** Descartar borracha;

**X4:** Lançar dados no SAP

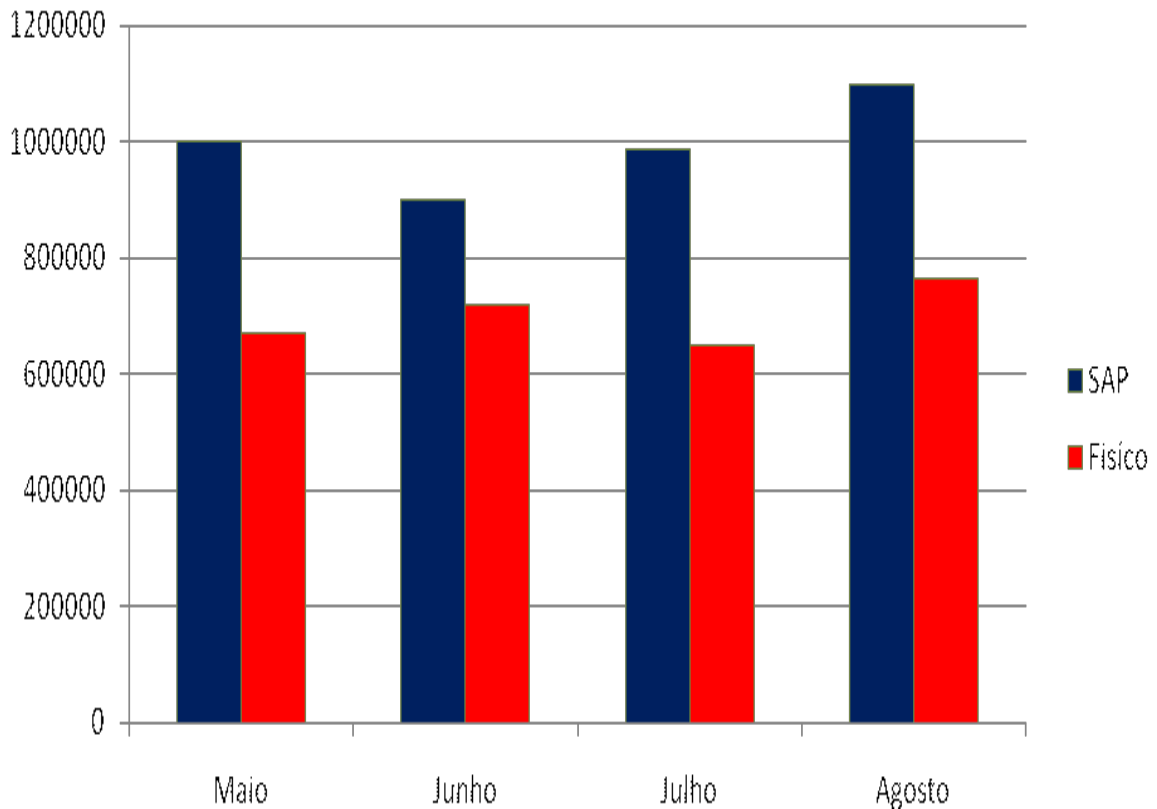
**Figura 6: Matriz de causa e efeito**

<b>Matriz de Causa e Efeito</b>				
<b>Índice de importância</b>				<b>9</b>
<b>Crítérios de Pontuação:</b>			<b>Baixo</b>	<b>3</b>
			<b>Médio</b>	<b>5</b>
			<b>Alto</b>	<b>9</b>
<b>nº</b>	<b>Process Step</b>	<b>Process Input</b>	<b>Pontuação</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	Receber matéria prima	Receber borracha	3	27
		Colocar borracha na injetora	3	27
<b>2</b>	Colocar a borracha na máquina	Purgar maquina	5	45
		Primeira prensada de borracha	5	45
<b>3</b>	Descartar borracha perdida no processo	Pesar borracha purgada e vulcanizada	9	81
		Anotar valor pesado na boleta	9	81
		Descartar borracha	9	81
<b>4</b>	Dar baixa no sistema	Lançar dados no SAP	9	81

**Fonte: Próprio autor**

Na Figura 7, pode se notar no Pareto da situação atual comparando a quantidade de borracha física com a quantidade que mostra no sistema, notando nitidamente uma grande diferença o que está ocasionando erro na programação de produção.

**Figura 7: Gráfico de estoque da borracha físico x sistema.**



**Fonte: Próprio autor**

#### **4.2.2 Medir**

A partir do presente trabalho que se começou a ver a necessidade de realizar medidas do processo de desperdícios de matéria prima derivada de borracha, onde anteriormente não havia coletado nenhuma informação.

Nessa etapa da metodologia foi necessário criar um plano de ação para se desenvolver alguma forma para que possa ser coletada diariamente a informação do estado atual.

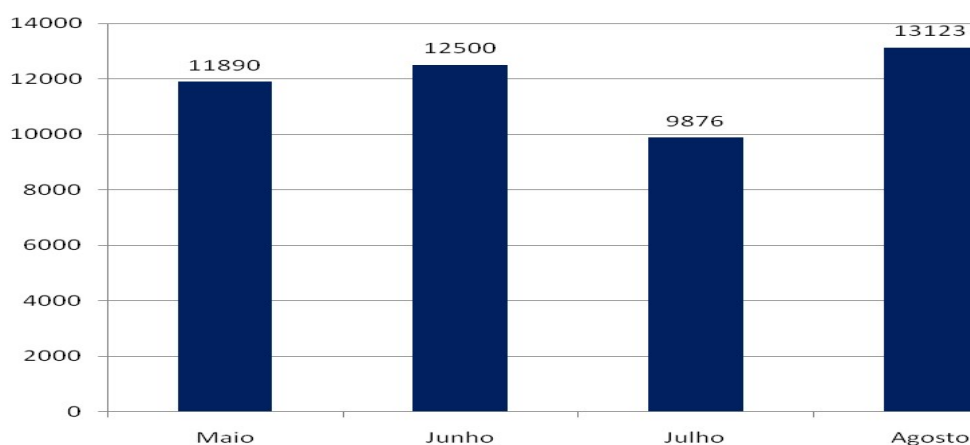
### 4.2.3 Analisar

O desperdício de matéria prima derivado da borracha pode ser classificado dentro da organização onde este trabalho está sendo realizado como purga, onde a borracha não é vulcanizada porem passa pela injetora e é pré-aquecida, sendo necessário purgar a borracha na injetora em casos específicos como início de trabalho e parada de máquina; borracha vulcanizada onde tem se a necessidade de fazer uma prensada de borracha sem ferragens para garantir que o processo está conforme e pronto para seguir a produção e por fim pode também ser classificado como tira de borracha, sendo que essa borracha não chega a entrar na injetora devido problemas de não qualidade ou conformidade da borracha.

No estado atual do processo a purga, borracha vulcanizada e tiras de borracha não são contabilizadas e mensuradas individualmente o que impossibilita realizar uma análise mais intensa do desperdício individual de cada categoria.

Na Figura 8, mostra a quantidade gerada de perdas de matéria prima derivadas da borracha durante o período de maio a agosto do ano de 2019. Vale destacar que a quantidade está englobando purga, borracha vulcanizada e tiras de borracha. Pode se notar que não há o controle da perda. O Pareto foi realizado por meio de dados coletados no SAP, porem a informação ainda está ocasionando divergência devido a fatores como ZCOGI, que é basicamente um erro de saldo no estoque ao realizar a baixa, dentre outros fatores que ainda estão causando a não qualidade da informação.

**Figura 8: Pareto dos desperdícios de matéria prima derivados da borracha em kg no período de junho a setembro.**



Fonte: Próprio autor

#### 4.2.4 Melhorar

A equipe selecionada para desenvolver o projeto elaborou um plano de ação para as principais falhas identificadas que contribuíram para esse modo de falha.

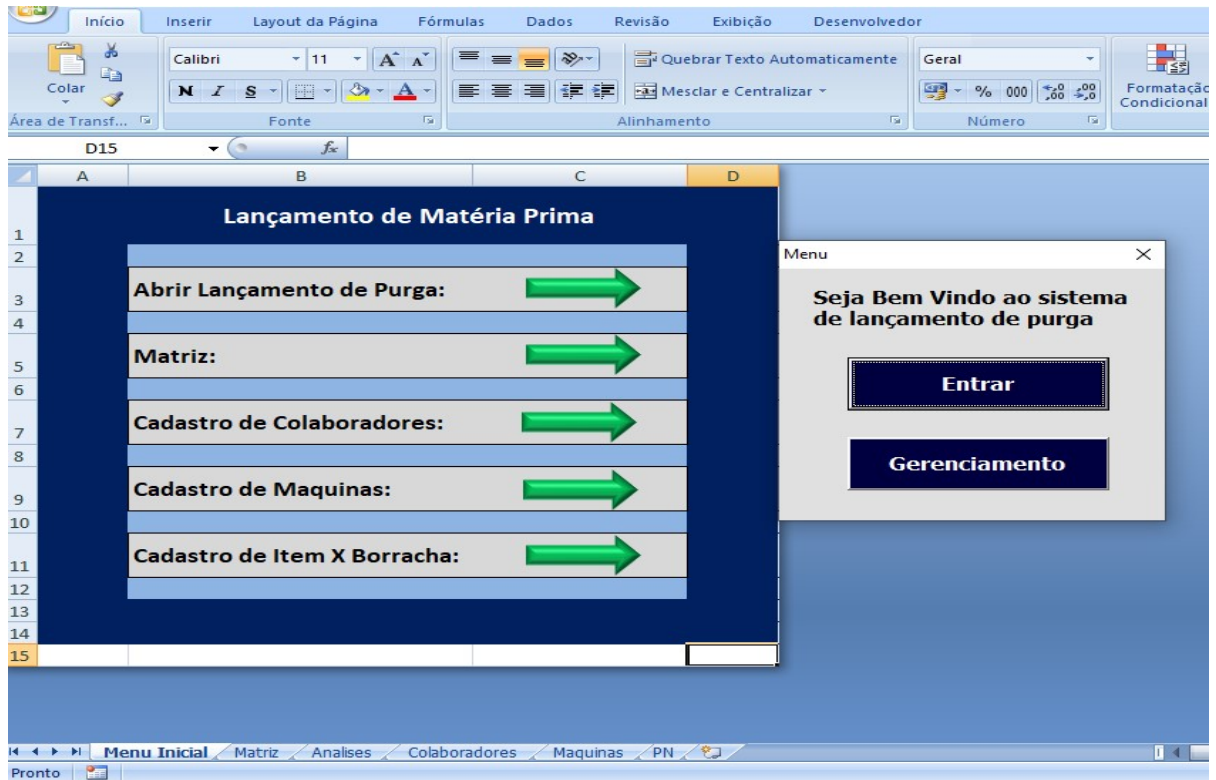
- a) AÇÃO 01: Elaborar uma planilha para o input de dados pelos colaboradores, reduzindo tempo e garantindo maior qualidade na informação dos dados, podendo obter parâmetros de medidas nos quais jamais foram possíveis medir até então.
- b) AÇÃO 02: Separar fisicamente cada matéria prima derivada da borracha em caixas distintas para que possa ser efetuada a comparação sistema x físico de cada tipo. Desenvolver uma planilha que exporte os dados imputados pelos colaboradores com o intuito de obter-se o controle em tempo real do processo de perdas de matéria prima dentro do processo produtivo.
- c) AÇÃO 03: Desenvolver uma planilha que exporte os dados imputados pelos colaboradores com o intuito de obter-se o controle em tempo real do processo de perdas de matéria prima dentro do processo produtivo.

Após serem implantadas as ações determinadas pela equipe, foi mostrada uma melhoria significativa na melhoria do processo da informação.

APLICAÇÃO DA AÇÃO 01: Foi desenvolvida uma planilha de Excel VBA para substituir o processo de preenchimento da boleta de papel, onde a planilha tem a principal funcionalidade de ser autodidata, podendo coletar informações mais complexas sobre o descarte da matéria prima derivada da borracha. A planilha conforme apresenta a Figura 9, Figura 10 e Figura 11 coleta informações como a hora do lançamento dos dados, qual foi o colaborador que descartou a matéria prima e de qual turno de trabalho este colaborador trabalha, a planilha coleta também dados da peça em que se gerou o descarte e sua respectiva máquina em que estava trabalhando. A planilha foi desenvolvida com o intuito de coletar informações sobre o processo de perda de matéria prima. Todas as informações coletadas são destinadas para um banco de dados bloqueado onde somente pessoas chaves no processo têm acesso para alterar a informação, sendo um ponto crucial para evitar a alteração ou que se possa excluir qualquer dado depois de imputado.

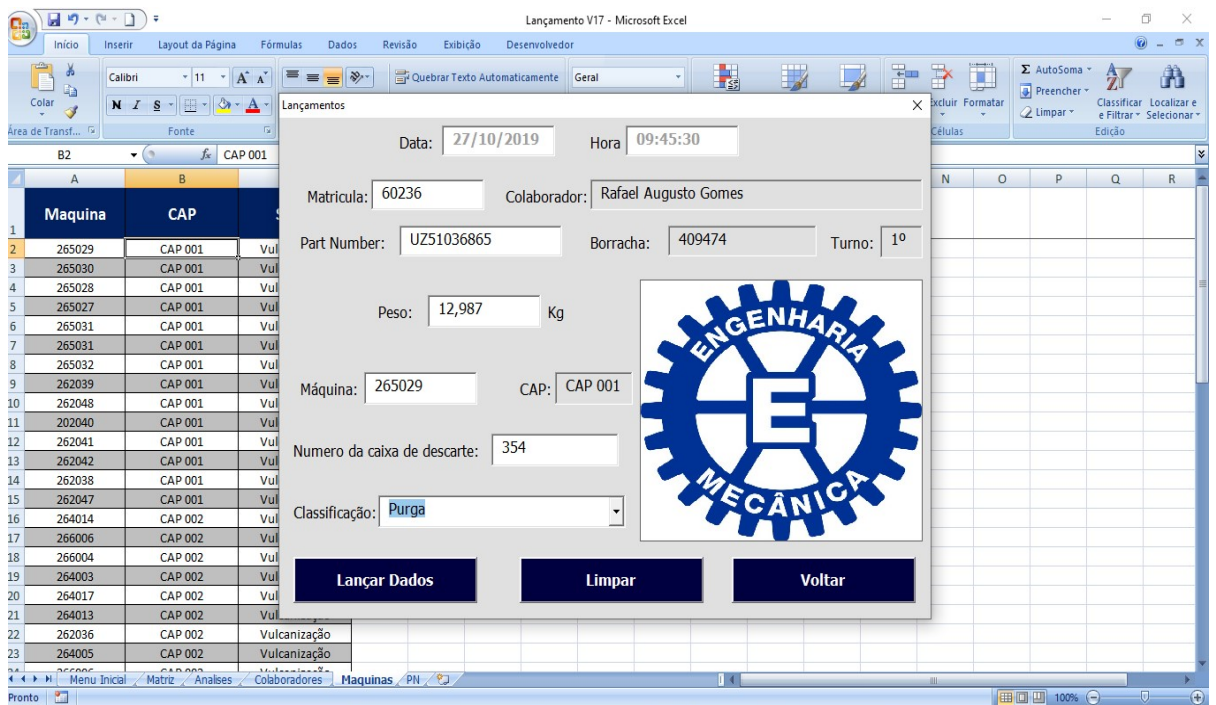


Figura 09: Tela Inicial da planilha



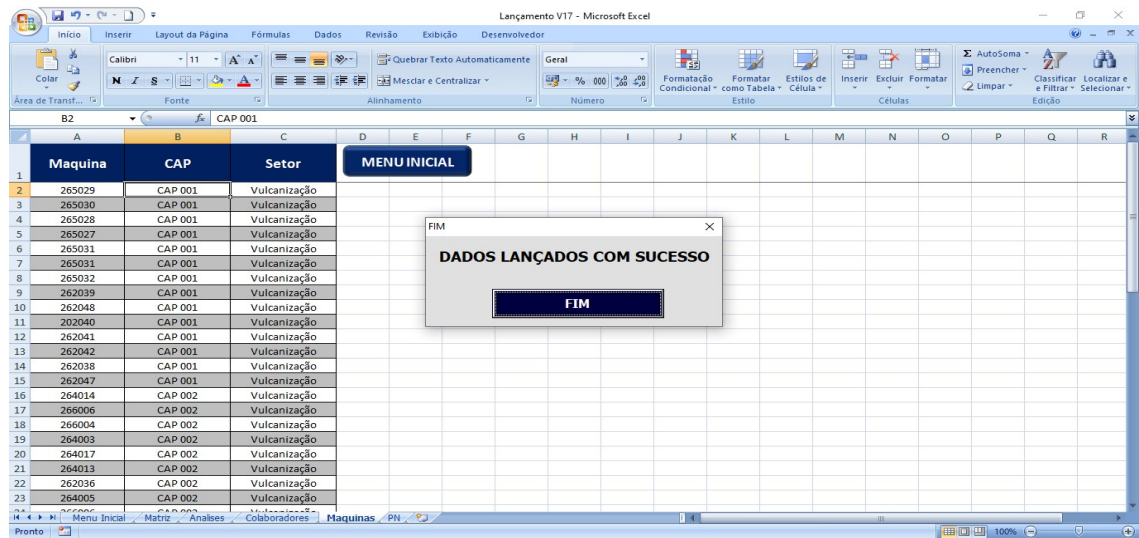
Fonte: Próprio autor

Figura 10: Tela secundaria para imputar as informações



Fonte: Próprio autor

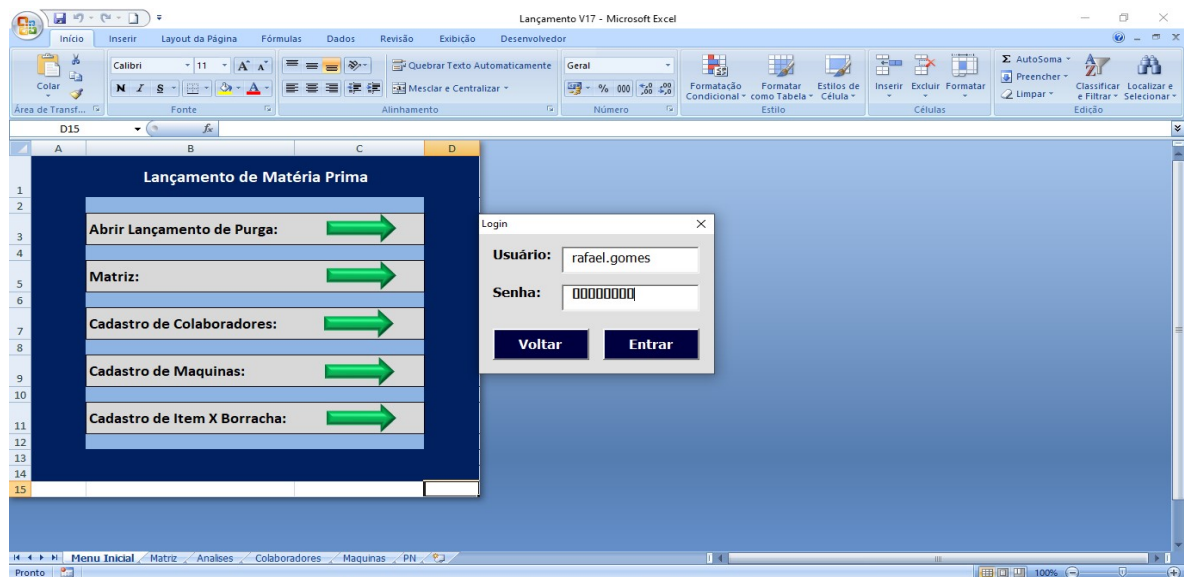
**Figura 11: Tela de confirmação que os dados foram inseridos.**



Fonte: Próprio autor

Para realizar as análises e ter acesso ao banco de dados gerado conforme mostra a Figura 13, depois de preenchido as informações pelos colaboradores nas etapas anteriores, é necessário que volte para a tela inicial conforme mostra a figura 9 e clicar na opção gerenciamento, onde será direcionado para um login de acesso em seguida para o banco de dados coletados. Vale destacar que a planilha só é possível ser fechada ou excluída por pessoas chaves que possuem um login e senha para ter acesso a mesma conforme mostra a Figura 12, sendo todos os comandos da planilha fora da programação VBA bloqueados.

**Figura 12: Tela de acesso para analisar as informações.**



Fonte: Próprio autor

Figura 13: Banco de dados

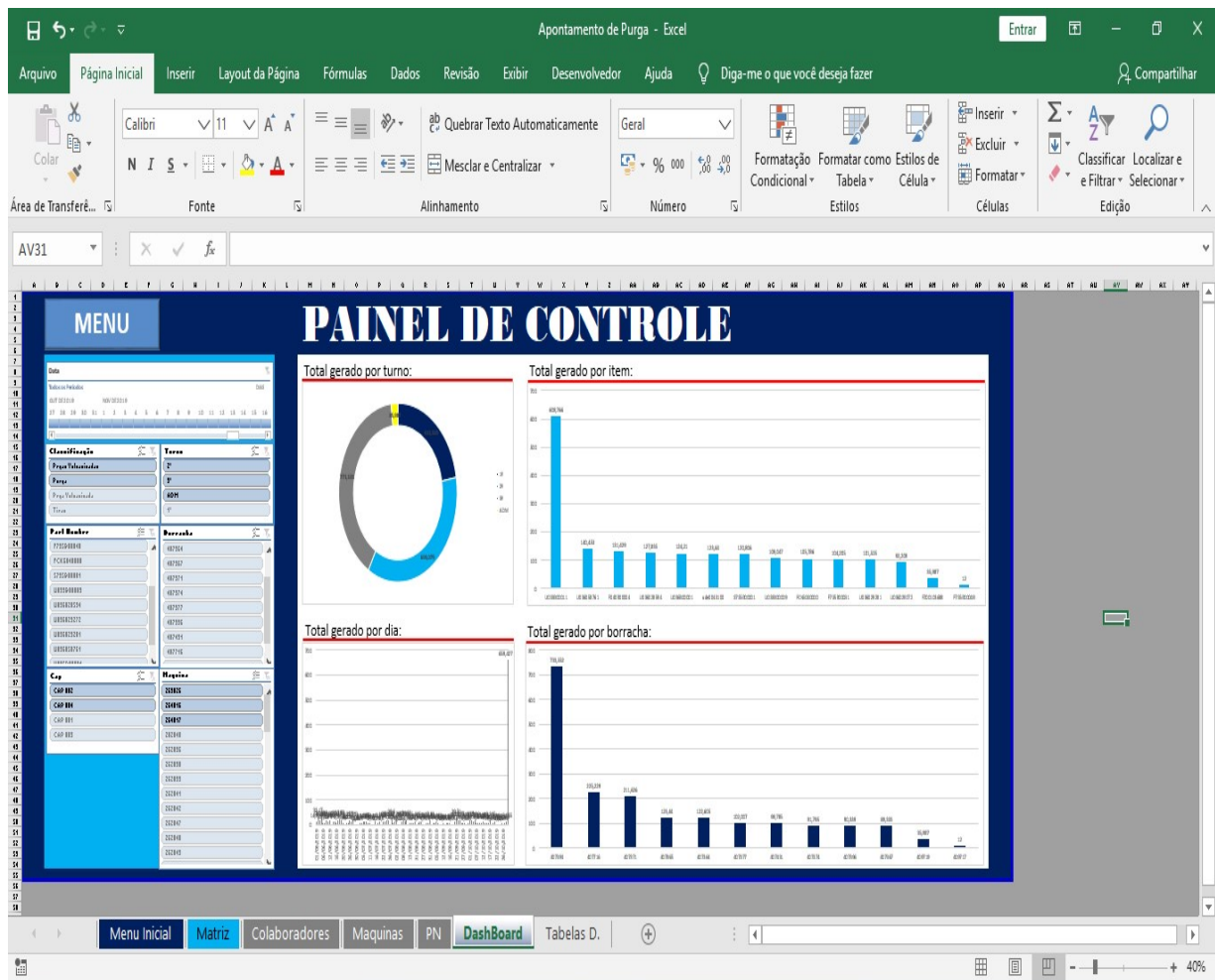
Data	Hora	Matricula	Operador	Part Number	Borracha	Peso (Kg)	Maquina	Cap	Turno	Classificação	Numero da Caixa
07/08/2019	22:51:45	60236	Rafael Augusto Gomes	F735B0048	409717	12,000	262049	CAP 004	1º	Purga	123
07/08/2019	23:21:54	60236	Rafael Augusto Gomes	F735B0048	409717	12,000	265029	CAP 001	1º	Purga	123
18/08/2019	16:00:35	60600	Francisca Vanuza Gomes	F735B0048	409717	12,000	265029	CAP 001	1º	Peças Vulcanizadas	123
18/08/2019	16:01:32	60601	Geraldo Geovani Gomes	uz51236975	400135	13,987	265029	CAP 001	2º	Tiras	124
18/08/2019	16:01:59	60236	Rafael Augusto Gomes	F735b0031	409745	9,000	265029	CAP 001	3º	Purga	123
24/08/2019	22:53:11	60600	Francisca Vanuza Gomes	uz51036865	409474	1,0000	265029	CAP 001	1º		1
24/08/2019	22:54:42	60601	Geraldo Geovani Gomes	f735b0031	409745	12	265029	CAP 001	1º	Purga	12
07/10/2019	22:50:56	60236	Rafael Augusto Gomes	UZ51036865	409474	12,000	265029	CAP 001	1º	Peças Vulcanizadas	123
07/10/2019	23:04:32	60600	Francisca Vanuza Gomes	F735b0031	409745	12,3	265032	CAP 001	1º	Peças Vulcanizadas	123
17/10/2019	11:14:55	60601	Geraldo Geovani Gomes	F735b0048	409717	12,3	265029	CAP 001	1º	Purga	211
27/10/2019	09:45:30	60236	Rafael Augusto Gomes	UZ51036865	409474	12,987	265029	CAP 001	1º	Purga	354
27/10/2019	09:45:31	60600	Francisca Vanuza Gomes	UZ51036866	409475	12,988	265030	CAP 002	2º	Purga	355
27/10/2019	09:45:32	60601	Geraldo Geovani Gomes	UZ51036867	409476	12,989	265031	CAP 003	3º	Purga	356
27/10/2019	09:45:33	60236	Rafael Augusto Gomes	UZ51036868	409477	12,990	265032	CAP 004	4º	Purga	357
27/10/2019	09:45:34	60600	Francisca Vanuza Gomes	UZ51036869	409478	12,991	265033	CAP 005	5º	Purga	358
27/10/2019	09:45:35	60601	Geraldo Geovani Gomes	UZ51036870	409479	12,992	265034	CAP 006	6º	Purga	359
27/10/2019	09:45:36	60236	Rafael Augusto Gomes	UZ51036871	409480	12,993	265035	CAP 007	7º	Purga	360
27/10/2019	09:45:37	60600	Francisca Vanuza Gomes	UZ51036872	409481	12,994	265036	CAP 008	8º	Purga	361
27/10/2019	09:45:38	60601	Geraldo Geovani Gomes	UZ51036873	409482	12,995	265037	CAP 009	9º	Purga	362
27/10/2019	09:45:39	60236	Rafael Augusto Gomes	UZ51036874	409483	12,996	265038	CAP 010	10º	Purga	363
27/10/2019	09:45:40	60600	Francisca Vanuza Gomes	UZ51036875	409484	12,997	265039	CAP 011	11º	Purga	364
27/10/2019	09:45:41	60601	Geraldo Geovani Gomes	UZ51036876	409485	12,998	265040	CAP 012	12º	Purga	365
27/10/2019	09:45:42	60236	Rafael Augusto Gomes	UZ51036877	409486	12,999	265041	CAP 013	13º	Purga	366
27/10/2019	09:45:43	60600	Francisca Vanuza Gomes	UZ51036878	409487	12,1000	265042	CAP 014	14º	Purga	367
27/10/2019	09:45:44	60601	Geraldo Geovani Gomes	UZ51036879	409488	12,1001	265043	CAP 015	15º	Purga	368
27/10/2019	09:45:45	60236	Rafael Augusto Gomes	UZ51036880	409489	12,1002	265044	CAP 016	16º	Purga	369

Fonte: Próprio autor

**APLICAÇÃO DA AÇÃO 02:** Foi definido com o departamento de HSE, onde o mesmo é responsável por coletar os resíduos não aproveitados na fábrica e destiná-los para o local correto. Onde o processo anterior todas as matérias primas derivadas da borracha eram descartadas em uma única caixa, logo foram separadas no processo de descarte uma caixa para cada tipo, com isso torna-se possível mensurar a quantidade de purga, borracha vulcanizada e tiras de borracha descartada durante o processo.

**APLICAÇÃO DA AÇÃO 03:** Com a implantação da ação 01, foi desenvolvida simultaneamente uma planilha secundaria que tem a função de exportar as informações do banco de dados da planilha de imputar de dados, para um banco de dados secundário onde a mesma tem função de analisar por meio de DashBoards a informação coletada podendo obter-se o gerenciamento em tempo real do processo de desperdícios de matéria prima, comparando a quantidade gerada com a quantidade pesada pelo departamento de HSE verificando as divergências e as controlando. Na Figura 14 mostra a planilha de controle, onde foi desenvolvida com o intuito de servir também de backup caso a planilha de imputar dados seja apagada ou ocorra algum problema que possa ocasionar a perda da informação.

**Figura 14: Planilha de gestão em tempo real**



Fonte: Próprio autor

#### 4.2.5 Controlar

A sistemática de controlar o processo de descarte de matéria prima do processo produtivo foi possível devido a implementação da planilha de controle em tempo real, onde possibilitou através de DashBoards monitorar por meio de gráficos de Pareto e gráficos de pizza o descarte de purga, tiras de borracha e borrachas vulcanizadas.

A qualidade da informação foi um ponto crucial, onde a partir do uso de planilha de controle foi possível obter a informação online no processo garantindo maior assertividade na programação de produção a partir dos dados reais da quantidade de estoque atual, devido não haver mais atrasos de baixa e processamento da informação.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Este capítulo tem a finalidade de discutir os resultados adquiridos a partir das ações desenvolvidas ao decorrer deste trabalho

### **5.1 Aplicação da metodologia DMAIC**

Foi possível obter o desenvolvimento deste trabalho a partir da aplicação da metodologia DMAIC, pode se levantar ações para aplicação e melhoria do processo da informação sobre a qualidade e velocidade da informação obtida, com o intuito melhorar o processo da perda de matéria prima derivada da borracha dentro do processo produtivo

### **5.2 Ações realizadas**

#### **5.2.1 Ação 01**

Implementação da planilha de imputar dados no processo produtivo, onde anteriormente era feito de forma manual por meio de preenchimento de papel. Com a aplicação desta planilha reduziu-se a probabilidade de preenchimento de forma que a planilha foi criada com todos os seus campos bloqueados possibilitando somente o preenchimento na informação correta. Essa função foi obtida através do autopreenchimento dos campos no VBA, onde caso o colaborador venha a preencher dados errados a planilha não preenche os respectivos campos que derivam da informação preenchida bloqueando a tela para o colaborador retorne e preencha o campo com a informação correta. Após todos os campos preenchidos e validados pelo próprio Excel, o colaborador pode então finalizar a operação de lançamento. Quando desenvolvido esta planilha, foi pensado na hipótese da possibilidade da alteração das informações coletas, onde para evitar esse problema a planilha foi toda bloqueada sendo necessário para acessar as informações somente pessoas chaves no processo que possuem o login com senha.

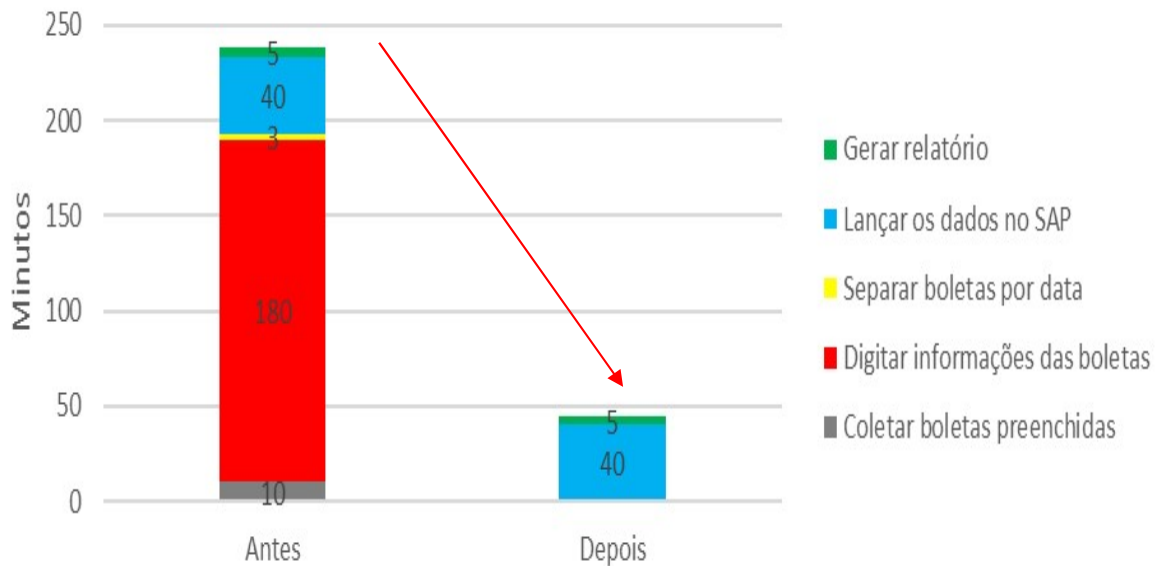
A implementação desta planilha possibilitou diversas vantagens e oportunidades como:

- a) Maior qualidade na informação
- b) Agilidade no processo de análise dos dados coletados
- c) Maior assertividade, podendo analisar o processo
- d) Redução no tempo da geração da informação

Com a implantação da planilha foi possível coletar dados onde antes não se tinha informação de como estava o estado atual do processo. Onde no estado atual pode se realizar análises específicas avaliando o estado atual de cada item quando falamos em desperdícios da respectiva matéria prima, avaliando a situação e abrindo a possibilidades de realizar projetos de redução.

Foi possível também obter a redução em 85% do tempo gasto para a informação ser gerada, como pode se notar na Figura 15

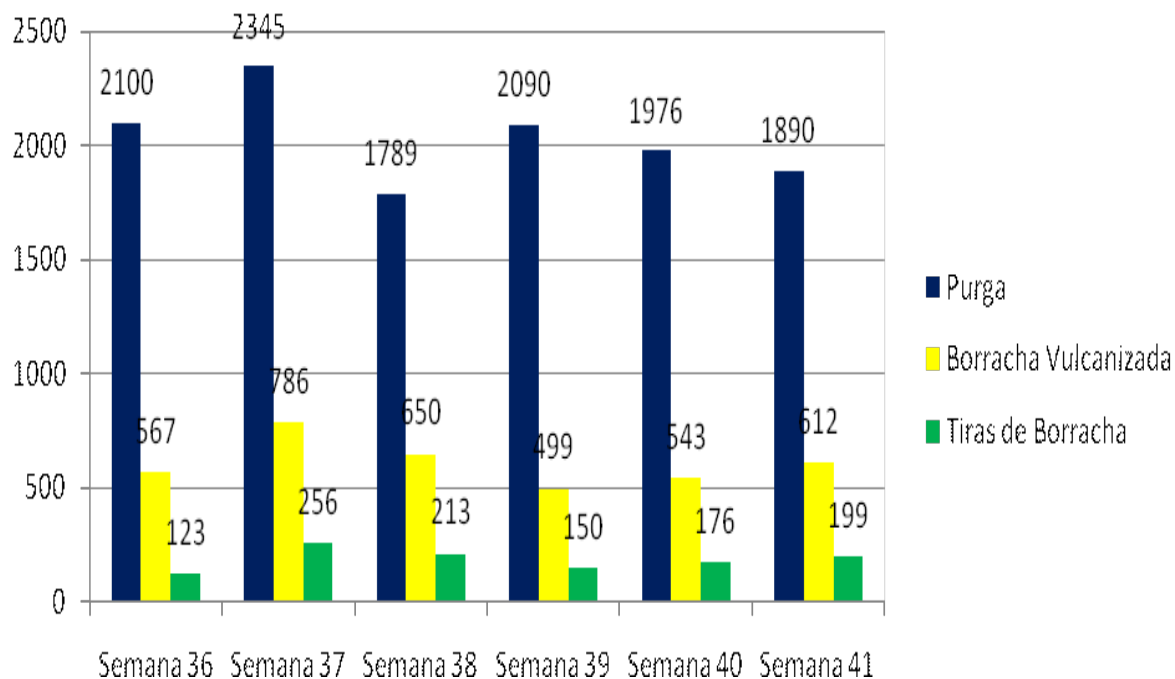
**Figura 15: Pareto das atividades necessárias para gerar a informação do antes e depois da implantação da planilha.**



**Fonte: Próprio autor**

Com a aplicação da planilha também foi possível medir e estratificar a matéria prima onde antes era somente identificado como purga o descarte de matéria prima hoje, tem se o controle de cada desperdício derivado da borracha sendo eles purga propriamente dita, borracha vulcanizada (processo realizado sem ferragens para garantir a qualidade do processo) e tiras de borracha.

**Figura 16: Dados coletados no mês de setembro.**



**Fonte: Próprio autor**

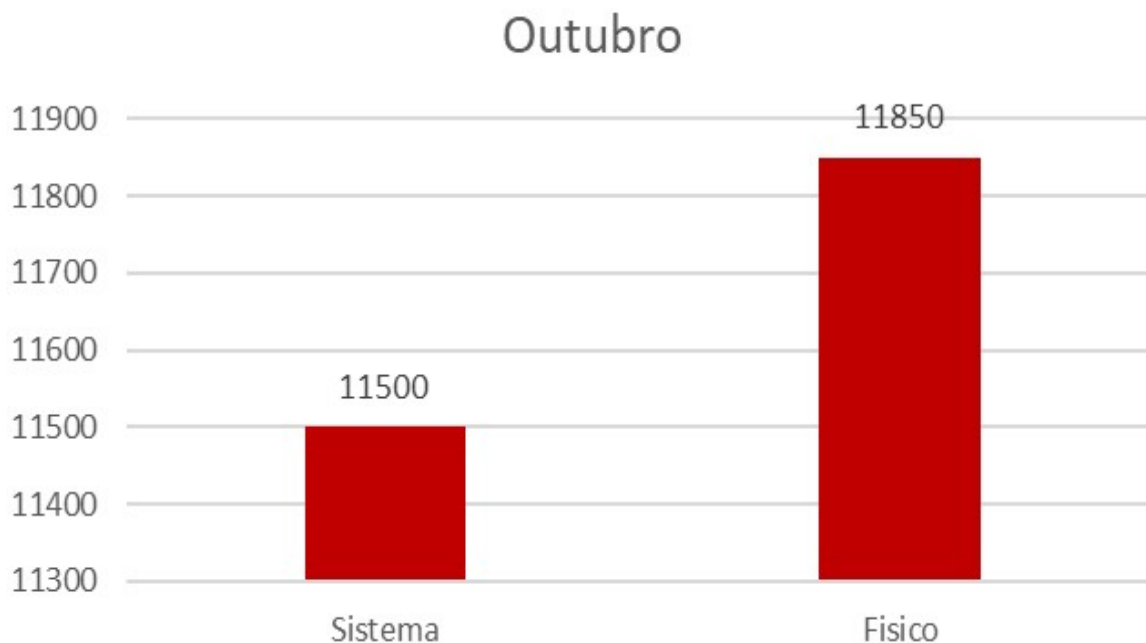
### **5.2.2 Ação 02**

No estado anterior a matéria prima derivada da borracha (purga, borracha vulcanizada e tiras) era somente descartada em uma única caixa onde não era possível medir a quantidade física descartada individualmente, o que dificultava o controle e acurácia do processo. Logo ao decorrer do projeto foi definido entre os departamentos de HSE, produção e logística onde foi implantado 3 caixas distintas para descartar cada matéria prima derivada da borracha. Após essa implementação foi possível junto com o departamento de HSE que é o atual responsável pelo melhor encaminhamento de resíduo sendo eles para venda ou descarte. O departamento faz um controle do peso do resíduo podendo então ser comparado juntamente com os dados coletados pela planilha realizar uma comparação dos valores apontados pelos colaboradores x descartados.

Por mais que não seja o objetivo deste trabalho é válido destacar que foi possível evidenciar este problema graças a aplicação da planilha no processo onde foi possível adquirir informações cruciais.

Na figura 17, pode se notar que a mesma evidencia que os colaboradores ainda estão descartando matéria prima sem realizar a baixa na planilha.

**Figura 17: Comparação da quantidade no sistema x físico no mês de outubro**



Fonte: Próprio autor

### 5.2.3 Ação 03

Após as ações anteriores serem implementadas foi desenvolvido uma planilha com a função de gerenciamento dos dados em tempo real por meio de DashBoard. A principal função desta planilha é importar os dados da planilha de lançamentos de dados, onde por meio de gráficos é possível saber a quantidade de desperdícios de matéria prima está ocorrendo em tempo real no processo produtivo.

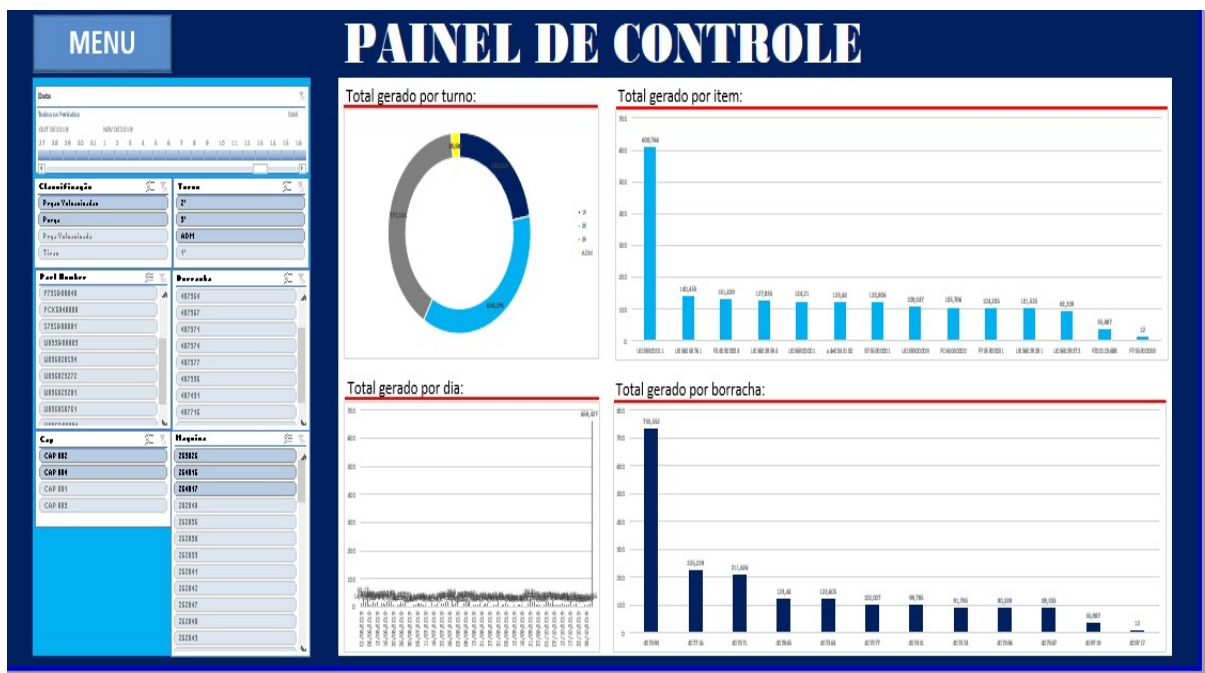
Essa planilha possui um papel fundamental para realizar as análises de processo, e também por possibilitar que a informação chegue online e principalmente estratificada possibilitando maior confiabilidade para uma possível tomada de decisão.

Um ponto muito importante é que a informação em tempo real possibilita o ajuste do estoque mais eficiente garantindo maior assertividade para o PCP, na hora de programar o dia de trabalho da produção.



Na Figura 18 mostra a planilha de gerenciamento em tempo real, onde pode se ver que é possível analisar por meio de Pareto a quantidade de desperdícios de matéria prima gerada em tempo real no processo produtivo.

Figura 18: DashBoard “Controle de desperdícios”



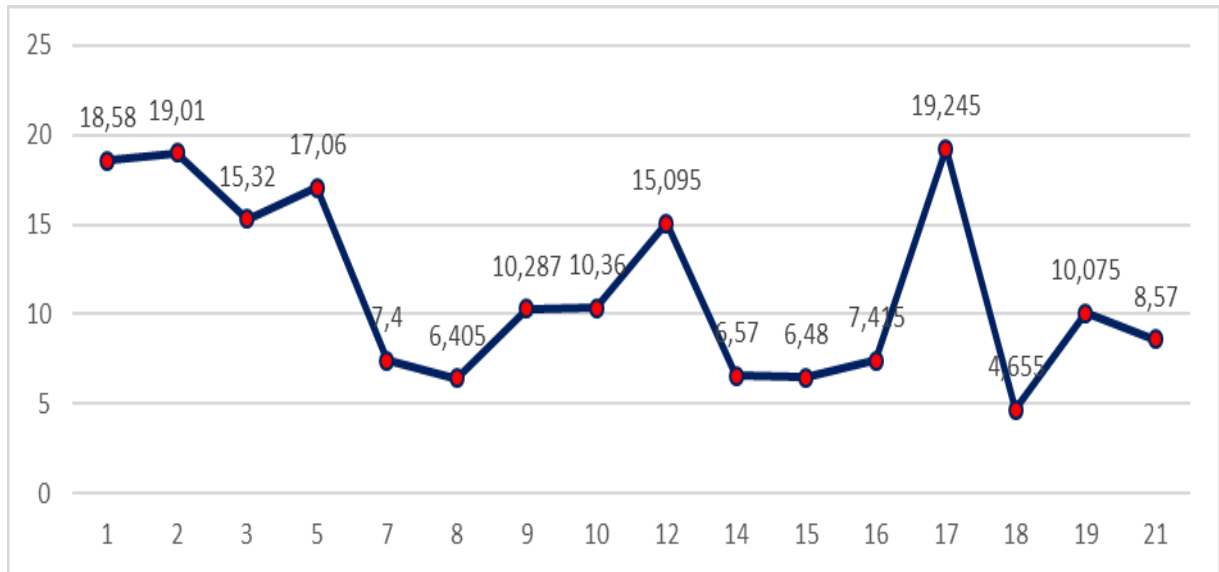
Fonte: Próprio autor

### 5.3 Análise do processo

Evidenciou-se uma melhoria significativa no processo da qualidade da informação após realizado o projeto com a aplicação da metodologia DMAIC, visto que anteriormente não havia um controle preciso do processo de desperdícios de matéria prima. Após a implementação da planilha foi possível realizar o levantamento e mostrar através de análises feitas pelo Minitab a partir dos dados coletados que o processo de desperdícios de matéria prima não é um processo estável onde mostra oportunidades de melhoria.

Na Figura 19 pode-se ver a variação diária monitorada durante o mês de outubro de 2019 da quantidade de purga gerada por um único item podendo notar que o processo não está estável, onde a partir destas análises foi possível realizar um projeto de redução da matéria prima. Pode-se afirmar que a implementação da planilha foi de extrema importância para medir o processo.

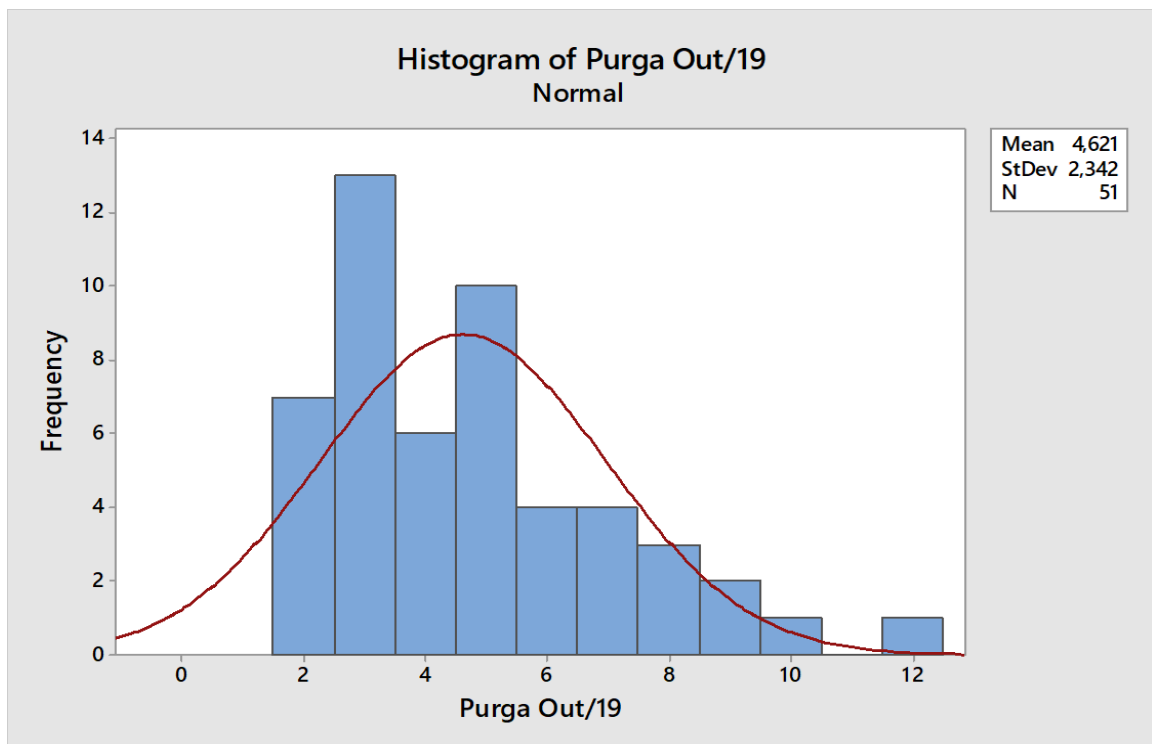
**Figura 19: Variação da quantidade de um determinado item durante o mês de outubro de 2019.**



Fonte: Próprio autor

Com os dados da Figura 19 pode-se fazer um histograma utilizando o software estatístico Minitab onde a partir dos dados coletados da planilha onde foi analisado uma peça específica, conforme mostra a Figura 20 o processo apresentando um alto desvio padrão em um grupo amostral pequeno, a partir dessa análise pode-se notar a instabilidade no processo.

**Figura 20: Histograma.**



Fonte: Próprio autor

## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho possibilitou a aplicação da metodologia DMAIC, com o objetivo de buscar a otimização do processo de perda de matéria prima no processo produtivo e melhor a qualidade da informação.

A partir destas premissas realizou-se um estudo de caso para encontrar a causa raiz do problema porem durante a fase “Melhorar” do projeto viu-se a possibilidade de criar um sistema simples e muito eficaz a partir do software Excel, onde possibilitou da melhoria do processo como:

- a) Otimização da velocidade da informação;
- b) Qualidade da informação;
- c) Análise do estado atual do processo;
- d) Melhorias no processo;
- e) Identificação de gargalos;
- f) Monitoramento em tempo real do processo de descarte de matéria prima.

A aplicação da metodologia DMAIC apresentou ser eficiente e prático de ser utilizada onde possibilitou a exploração das causas raízes descobertas dentro do processo produtivo. Sempre é possível melhorar porque todos os processos existem a possibilidade de aplicar algum modo de falha logo a possibilidade de utilizar a melhoria continua do mesmo.

Pode se concluir com o trabalho atual que a partir de uma ferramenta sem custo algum que foi o Excel, foi possível desenvolver um sistema de análise em tempo real aprova de erros, que possibilitou o monitoramento e controle do processo de desperdícios de matéria prima dentro do processo produtivo.

## REFERÊNCIAS

ANDRIETTA, João Marcos, and Paulo Augusto Cauchick MIGUEL. "A importância do método Seis Sigma na gestão da qualidade analisada sob uma abordagem teórica." *Revista de ciência & tecnologia* 11.20 (2002): 91-98.

Andrade, L. (27 de junho de 2017). TUTORIAL: COMO FAZER BRAINSTORMING PASSO A PASSO. Acesso em 27 de Maio de 2019, disponível em SiteWare: <https://www.siteware.com.br/metodologias/como-fazer-brainstorming-passo-a-passo/>

Calazans, Angelica Toffano Seidel. "Qualidade da informação: conceitos e aplicações." *TransInformação* 20.1 (2008): 29-45.

CSILLAG, J. M. (1995). *Análise do Valor, metodologia do valor, engenharia do valor, gerenciamento do valor, redução de custos, racionalização administrativa*. Ed. Atlas, 367 p. São Paulo

Gavin Robbins Consulting Ltd 2013. (2014, January). Note on benefits of FMEA / FMECA. Retrieved from Failure Modes & Effects Analysis (FMEA): [http://www.fmea.co.uk/FMEA\\_benefits.html](http://www.fmea.co.uk/FMEA_benefits.html)

GIL, A. C., *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3ª edição, São Paulo. Editora Atlas, 1991.

HOERL, R. Six sigma Black Belts: what do they need to know? *Journal of Quality Technology*. Milwaukee, wi, v33, n.4, p.391-406, Oct 2001.

JÚNIOR, J.L., & FERREIRA, P.C. (1999). *Evolução da produtividade industrial*. *Pesq. Plan. Econ.*, 1-36.

LIN, C. et al. Continuous improvement of knowledge management systems using Six Sigma methodology. *Robotics and Computers-Integrated Manufacturing*, v.29, p. 93-103, 2013.

MARQUES, J. R. (3 de Setembro de 2017). *Afinal, o que é ou que pode ser considerado qualidade de um produto?* Fonte: Instituto Brasileiro de Coaching: <https://www.ibccoaching.com.br/portal/afinal-o-que-e-ou-o-que-pode-ser-considerado-qualidade-do-produto/>

MATOS, J. L. *Implementação de um projeto de melhorias em um processo de reação química em batelada utilizando o método DMAIC*. Dissertação (Mestrado). UFRGS, 2003.

MCADAM, R.; LAFFERTY, B. A multilevel case study critique of six sigma: statistical control or strategic change? *International Journal of Operations e Production Management*, Vol. 24 Iss: 5, pp.530 549, 2004.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE K. –H. Projeto na Engenharia – Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos. Métodos e Aplicações. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 2005. Tradução da 6ª edição alemã.

PMI. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. Guia PMBOK® 5ª. Ed. – EUA: Project Management Institute, 2013.

Rausand, Marvin; Hoylan, Arnljot. System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications. Wiley Series in Probability and Statistics. Second edition 2004, page 88

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Contribuições do Seis Sigmas: estudo de caso em multinacionais. Produção, v.20, n.1, jan./mar. 2010.

Santos, I. A., & Coppini, N. L. (2018). Aplicação da metodologia DMAIC na usinagem automobilística, Taubaté: Novas Edições Acadêmicas.

SATOLO, E. G. et al. Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo survey. Produção, v.19, n.2, p.400-416, 2009.

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

SILVA E. L., MENEZES E. M., Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4ª edição revisada e atualizada, Florianópolis. UFSC, 2005.

SUNIL et al. Productivity Improvement of a Special Purpose Machine Using DMAIC Principles: A Case Study Journal of Quality and Reliability Engineering, 2013

VAN IWAARDEN, J. The six sigma improvement approach: a transnational comparison. International Journal of Production Research, v. 46, n. 23, p. 6739-6759, 2008.