

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR - MG
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
GLAUCIMAR RABELO MOREIRA

**ANÁLISE DO ÍNDICE DE RASGAMENTO DE SACARIA NO PROCESSO DE
ENSACAMENTO DE CIMENTO UTILIZANDO A METODOLOGIA SEIS SIGMA**

FORMIGA – MG
2017

GLAUCIMAR RABELO MOREIRA

ANÁLISE DO ÍNDICE DE RASGAMENTO DE SACARIA NO PROCESSO DE
ENSACAMENTO DE CIMENTO UTILIZANDO A METODOLOGIA SEIS SIGMA

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia de Produção do
UNIFOR- MG, como requisito parcial para a
obtenção do título de Engenheiro de
Produção.

Orientador: Prof. Ms. Elifas Levi da Silva

FORMIGA – MG

2017

Glaucimar Rabelo Moreira

ANÁLISE DO ÍNDICE DE RASGAMENTO DE SACARIA NO PROCESSO DE
ENSACAMENTO DE CIMENTO UTILIZANDO A METODOLOGIA SEIS SIGMA

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção do UNIFOR- MG, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Engenheiro de Produção.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Elifas Levi da Silva
Orientador

Prof. Neylor Makalister Ribeiro Vieira
UNIFOR

Formiga, 10 novembro de 2017.

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão,
perca com classe e vença com ousadia, porque
o mundo pertence a quem se atreve e a vida
é muito bela para ser insignificante”

- Charles Chaplin

Dedico este trabalho a minha avó Maria Rita Rabelo (*in memoriam*), por ser minha fonte de inspiração e meu exemplo de vida, por me ensinar a ser uma mulher forte, decidida, com objetivos e por me fazer acreditar que todos os meus sonhos poderiam ser realizados, que tudo só dependia da minha força de vontade.

Agradeço a ela por se fazer sempre presente, mesmo não estando mais fisicamente perto de mim, mas se fez presente espiritualmente, em meus pensamentos e em todas as minhas decisões.

Agradeço a Deus por ter me proporcionado a dádiva de ser sua neta e por você ter feito parte da minha vida. Enfim, este trabalho é uma homenagem a senhora.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar o dom da vida, saúde, força de vontade e por ter abençoado todos os meus caminhos.

Agradeço a toda minha família, em especial aos meus pais Nilda e Gilberto por terem me dado uma educação maravilhosa, amor e força para continuar caminhando rumo aos meus objetivos. As minhas irmãs Glauciene e Grazielle por serem minhas companheiras de vida. Aos meus sobrinhos Alípio e Alanna por todo carinho. Aos meus avós por todas as experiências de vida compartilhadas.

Agradeço a minha supervisora de estágio Isabella por todos os ensinamentos, pelo companheirismo, amizade, por acreditar no meu potencial e por ter somado tanto na minha experiência profissional.

Agradeço aos meus amigos Ciro, Daiani, Gabriela, Gleytinho, Jorge e Natan pela companhia diária, pelos vários momentos compartilhados, sorrisos, apertos e por terem feito com que essa etapa da minha vida fosse tão maravilhosa, seremos os eternos “Gases Nobres”, essa caminhada não seria a mesma sem vocês. Em especial gostaria de agradecer ao meu amigo Jorge por todos os conselhos e por ter me estendido a mão no momento em que mais precisei.

Agradeço também ao meu orientador Elifas, por toda dedicação, paciência, prestatividade, empenho e por me conduzir da melhor maneira possível, fazendo com que este trabalho ampliasse meus conhecimentos.

Enfim, obrigada a todos que mesmo não sendo citados aqui, fizeram parte dessa conquista.

RESUMO

A ferramenta Seis Sigma traz consigo a filosofia de detectar e tratar as falhas que tornam os processos insuficientes, reduzindo os desperdícios de forma a aumentar a utilização dos recursos. O presente trabalho teve como objetivo verificar e propor melhorias para o indicador de rasgamento de sacaria do processo de ensacamento de cimento granel de uma cimenteira localizada na região centro-oeste de Minas Gerais, para isto utilizou-se como ferramenta de análise a metodologia DMAIC. Os dados analisados foram coletados nos meses de janeiro a maio do ano de 2017, apresentaram média de 0,25 para o indicador de índice de rasgamento, a empresa tem como meta para o indicador a média de 0,20. Com o uso da metodologia tornou-se possível identificar as causas que impactavam diretamente no processo e o tornava insuficiente. O trabalho contou com o conhecimento e colaboração de funcionários que trabalham no setor de ensacamento da empresa, que através de pesquisas fundamentadas na metodologia, esclareceram os problemas presentes no processo, fazendo com que o trabalho fosse direcionado para as principais causas relevantes. Após a etapa de análise foram propostas melhorias. Contudo, seguindo as propostas de melhoria, será necessário após seis meses, recalcular a capacidade do processo para verificar se houve redução no índice de rasgamento.

Palavras-chave: Capacidade, DMAIC e Processo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia DMAIC	20
Figura 2 - Mapa de processo.....	21
Figura 3 - Matriz SIPOC	24
Figura 4 - Teste de Normalidade distribuição normal.....	26
Figura 5 - Teste de Normalidade distribuição não normal.....	26
Figura 6 - Histograma.....	29
Figura 7 - Boxplot	30
Figura 8 - Diagrama de Causa e Efeito	32
Figura 9 - Matriz de Esforço e Impacto	34
Figura 10 - Processo de fabricação de cimento	37
Figura 11 - Diagrama de Causa e Efeito	47
Figura 12 - Matriz Esforço x Impacto.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Simbologia Mapa de Processo.....	22
Quadro 2 - Elaboração da Matriz SIPOC	23
Quadro 3 - Matriz de Causa e Efeito	33
Quadro 4 - Matriz 5W2H	35
Quadro 5 – SIPOC	40
Quadro 6 - Matriz de Causa e Efeito	48
Quadro 7 - Motivos base para o Plano de Ação.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conversão simplificada do nível sigma	19
Tabela 2 - Verificação da Distribuição.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produção e sacos rasgados	16
Gráfico 2 - Teste de Normalidade	41
Gráfico 3 - Análise da Capabilidade do Processo	43
Gráfico 4 - Histograma de Capacidade	43
Gráfico 5 - Gráfico de Capacidade	44
Gráfico 6 – Histograma do processo	45
Gráfico 7 - Boxplot.....	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	JUSTIFICATIVA.....	15
4	PROBLEMA	16
5	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
5.1	Origem do Seis Sigma	17
5.2	O que é Seis Sigma	18
5.3	A metodologia DMAIC.....	19
5.3.1	Definir (<i>Define</i>).....	20
5.3.1.1	Mapa de Processo	21
5.3.1.2	SIPOC	22
5.3.2	Mensurar (<i>Mensure</i>)	24
5.3.2.1	Teste de normalidade.....	25
5.3.2.2	Capabilidade	27
5.3.2.3	Histograma.....	29
5.3.2.4	Boxplot	30
5.3.3	Analisar (<i>Analyse</i>)	31
5.3.3.1	Diagrama de Causa e Efeito (Espinha de Peixe).....	31
5.3.3.2	Matriz de Causa e Efeito	32
5.3.3.3	Matriz de esforço e impacto	33
5.3.4	Melhorar (<i>Improve</i>).....	34
5.3.4.1	5W2H	34
5.3.5	Controlar (<i>Control</i>)	35
5.4	História do Cimento Portland	36
5.5	Processo de fabricação do cimento	37
5.5.1	Processo de ensacamento	38
6	MATERIAL E MÉTODOS	38
6.1	Local do estudo	39
6.2	Escolha da amostra.....	39
6.3	Método de coleta de dados	39

6.4	Método de análise	39
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
7.1	Definição	40
7.2	Mensurar	41
7.3	Analisar	47
7.4	Melhorar	50
7.4	Controlar	50
8	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	52
	APÊNDICE A – Mapa de Processo	57
	APÊNDICE B - Resultados das amostras dos 151 dias.....	58
	APÊNDICE C – Plano de Ação	59

1 INTRODUÇÃO

O mercado do cimento no Brasil atualmente é constituído por 24 grupos cimenteiros, nacionais e estrangeiros, com 99 plantas produzindo, a capacidade de produção do país é de 100 milhões de toneladas/ano (CIMENTO.ORG, 2016). Por causa da estagnação do PIB no país, o qual tem uma ligação forte com o ramo da construção civil, e a alta taxa de desemprego, as vendas internas de cimento no período de janeiro a abril de 2017 tiveram uma queda de 10,1% comparada com o mesmo período no ano de 2016 (SNIC – SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO).

Por causa da queda de mercado dos últimos anos, se torna necessário que as empresas conquistem seus clientes para se manterem competitivas no mercado. Diante dessa situação é importante que todos os processos estejam funcionando da melhor maneira possível, e com mínimo registro de falhas, para que dessa forma, tragam uma maior lucratividade com menor custo, porém mantendo sempre a qualidade e o atendimento as normas especificadas.

Perante um mercado cada vez mais competitivo e acirrado, a metodologia Seis Sigma compõe uma poderosa ferramenta, que tem como finalidade orientar os gestores na eliminação dos desperdícios, melhorias de processo e no aumento da lucratividade. O uso da metodologia é vantajoso, pois, busca-se o aperfeiçoamento dos processos através da seleção correta dos processos que precisam ser melhorados, relacionando as técnicas estatísticas com as ferramentas da qualidade, seguindo um caminho lógico. Sua realização é altamente eficaz e rigorosa e de princípios e técnicas comprovadas de qualidade. Introduzindo outros elementos da qualidade, essa ferramenta busca o desempenho livre de erros.

O presente estudo foi realizado em uma empresa do ramo de cimentos, localizada na região Centro-Oeste de Minas Gerais. A empresa em análise tem uma alta produção de cimento, prezando sempre pela qualidade, confiabilidade, sustentabilidade e satisfação dos clientes. Um dos problemas detectados no processo produtivo foi o alto índice de rasgamento de sacaria no processo de ensacamento de cimento granel, esses rasgamentos podem ser advindos de vários fatores, mas todos trazem prejuízo para a empresa.

Por se tratar da última etapa do processo produtivo, antes do produto ser entregue para a equipe de logística, é importante que o processo esteja funcionando da melhor forma possível, evitando desperdícios e aumento de custos.

Utilizou-se a metodologia DMAIC (*define, measure, analyse, improve, control*), a qual permitiu analisar o processo de ensacamento de cimento granel e também seus vários motivos que ocasionam os rasgamentos de sacaria, a fim de propor ações de melhorias no processo e reduzir os custos incorridos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é apontar os principais problemas e propor melhorias para diminuir o índice de rasgamento de sacaria no processo de ensacamento de cimento, através da Metodologia Seis Sigma, utilizando como ferramenta o método DMAIC (*definir, mensurar, analisar, melhorar e controlar*).

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar o índice de rasgamento de sacaria de Janeiro a Maio de 2017;
- Aplicar a Metodologia DMAIC para análise do índice de rasgamento;
- Verificar as principais fontes geradoras dos rasgamentos de sacaria, propondo ações para eliminá-las ou reduzi-las;
- Propor melhorias para o processo de ensacamento de cimento.

3 JUSTIFICATIVA

Justifica-se este estudo, pelas dificuldades da empresa em análise em diminuir o número de sacos que rasgam no processo de ensacamento de cimento granel. Por essa razão, observa-se um aumento significativo em reprocesso e nos custos de suas operações, a maior parte dos aumentos estão relacionados com os problemas existentes dentro do processo.

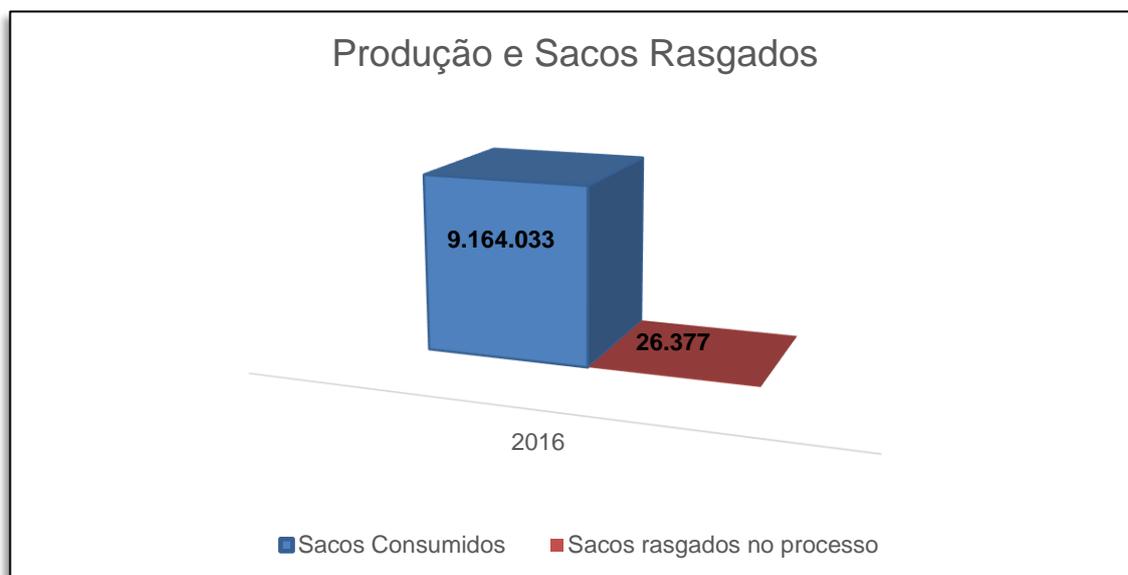
Dessa forma se torna necessário reavaliar os processos existentes e propor mudanças significativas em todas as etapas, para que dessa forma os custos sejam reduzidos, e a empresa continue em crescimento.

O sucesso da aplicação dessa metodologia motivará sua aplicação em outras áreas e processos que existem na empresa, diminuindo assim as não conformidades existentes.

4 PROBLEMA

Dados históricos ilustram que no ano de 2016 foram consumidos um total de 9.164.033 sacos para o ensacamento de cimento granel. Desse total, 26.377 sacos foram rasgados no decorrer processo GRAF. 1 o que equivale a 0,288% do total de sacos consumidos.

Gráfico 1 - Produção e sacos rasgados



Fonte: A autora, 2017.

Diante disso, como diminuir o alto índice de rasgamento de sacaria que ocorre no processo de ensacamento de cimento?

5 REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial visa compreensões teóricas e técnicas para a implementação da metodologia Seis Sigma utilizando o método DMAIC, auxiliando na identificação de processos insuficientes que possam ser melhorados.

5.1 Origem do Seis Sigma

A qualidade é um fator chave de sucesso para o desempenho, prosperidade e competitividade de um produto ou serviço nos negócios. Algumas literaturas retratam que na década de 20 nasceu o conceito de qualidade nos Estados Unidos, e desde então vem crescendo e sofrendo inúmeras alterações de melhoria. Destacando-se os trabalhos realizados por Deming, Shewhart, Juran, Feigenbaum, Crosby entre outros, que buscam a qualidade total (BERK, 1997).

Essa evolução do conceito de qualidade ficou conhecida como TQM (*Total Quality Management*) sendo traduzida como Gestão da Qualidade Total.

Segundo Oakland (1994), o TQM é um método para aumentar a competitividade, a eficácia e a eficiência dos processos e aumentar a flexibilidade da organização. É um modo de planejar, organizar e compreender cada atividade. Samuel (1999) diz que o TQM mostra um conceito geral que usa a melhoria contínua em toda organização e tem uma sistemática integrada, envolvendo todas as pessoas e recursos. Já Berk (1997) destaca que, o TQM não progrediu desde seu início nos EUA, ele foi adotado pelo Japão a partir da segunda guerra mundial e que os japoneses contribuíram para o desenvolvimento do TQM, aumentando o nível de qualidade dos seus produtos e competindo no mercado global.

Na década de oitenta, o TQM volta com força total para os Estados Unidos, acolhido como modelo de gestão por várias empresas que sofriam principalmente, com a concorrência japonesa. Dentre elas estava a Motorola que encarava sérios problemas com perda de mercado, pois os produtos japoneses tinham menor preço e melhor qualidade. Através de uma análise interna de seus produtos, descobriram que grande parte dos custos de fabricação estava ligada as perdas de processo, onde os preços eram afetados e conseqüentemente prejudicava os negócios. Diante disso, teve início um programa de qualidade dentro do TQM que almejava reverter à

situação com forte apelo financeiro, batizado como “Seis Sigma”. (RAISINGHANI ET AL., 2005).

Eckes (2001) cita que, o Seis Sigma surgiu no departamento de garantia da qualidade da Motorola, na década de 80, quando um engenheiro da Motorola começou a aplicar os conceitos de Deming sobre a variação de processo, o objetivo era diminuir a variação e melhorar o desempenho. Essa variação é medida por meio do seu desvio padrão e representada pela letra grega sigma (σ).

Para Harry e Schroeder (2000), o Seis Sigma se tornou internacionalmente conhecido através da General Eletric (GE). Entre os anos de 1996 e 1997, a GE investiu para sua implementação US\$450 milhões, em 1999 obteve ganhos de produtividade de US\$1,5 bilhões. Esses resultados foram alcançados pelo aumento do *market-share* da empresa, ao passo que os consumidores notaram os reais benefícios do Seis Sigma.

No Brasil, empresas como AmBev, a Kodak, o Grupo Gerdau, a Petrobrás, entre outras estão adotando a metodologia Seis Sigma com bons resultados (CICCO, 2003).

5.2 O que é Seis Sigma

Folaron (2003) cita que, o Seis Sigma não é uma modificação no modo de pensar nem providenciar um novo conjunto de ferramentas e técnicas. É uma mudança no modo de compreender a melhoria contínua que reúne vários dos melhores elementos do TQM, de forma exigente, disciplinada e clara.

De acordo com Goh e Xie (2004), o Seis Sigma surge para melhorar a qualidade, como a variação é o maior problema da qualidade, toda variação deve ser mensurada, reduzida e evitada. O termo Seis Sigma mostra a quantidade de desvios-padrão de um processo ou procedimento sobre a média. O sigma mensura a possibilidade do processo de não gerar defeitos. A escala sigma de medição está correlacionada a características como: defeitos por unidades, peças por milhão defeituosas, e probabilidade de falhas e erros. A Motorola adotou em todas as suas ações uma meta Seis Sigma de produção de 3,4 defeitos, por milhões de oportunidades (TAB. 1). A redução de custo de US\$2,2 bilhões entre 1987 e 1991, e a conquista do primeiro prêmio nacional de qualidade alcançada pela empresa, tornou o Seis Sigma uma condição estratégica rapidamente (FERREIRA, 1999).

Tabela 1 - Conversão simplificada do nível sigma

Nível Sigma	Defeitos por milhão de oportunidades (DPMO)
1	691462
2	308537
3	66807
4	6210
5	233
6	3,4

Fonte: Adaptado pela autora, 2017.

Existem vários conceitos sobre Seis Sigma. Segundo Antony (2004) pode ser um artifício de negócio que busca apontar e cortar causas de falhas ou defeitos nos processos, focando nas principais características do produto que são relevantes para o consumidor. De acordo com Harry e Crawford (2005) é interpretada como uma ferramenta que acrescenta valor ao produto para o cliente. Para Senapati (2004), Seis Sigma é uma metodologia para aperfeiçoamento de processos. Já para Harry e Schroeder (1998), Seis Sigma possibilita que as organizações maximizem seus lucros por meio da otimização das operações, melhoria da qualidade e eliminação de defeitos.

Rotondaro (2002) cita que Seis Sigma é uma filosofia de trabalho que busca maximizar e manter o sucesso comercial, de acordo com as necessidades do cliente. Diz também que é uma metodologia rigorosa que usa ferramentas e métodos estatísticos para definir as falhas e situações a melhorar, medir para ter os dados e informações, analisar os dados coletados, incorporar e realizar melhorias no processo, e por último controlar os processos ou produtos com o objetivo de atingir etapas ótimas, que gera assim um ciclo de melhoria contínua.

5.3 A metodologia DMAIC

Várias empresas começam implementando o Seis Sigma usando a metodologia DMAIC (*define, measure, analyse, improve, control*) (FIG. 1). A metodologia DMAIC deve ser utilizada quando um processo ou produto já existe dentro de uma empresa, mas apresenta problemas de desempenho e não atende as exigências dos clientes (GUIA SEIS SIGMA, 2001-2004).

Figura 1 - Metodologia DMAIC



Fonte: Calatec, 2017.

O DMAIC é usado quando através da melhoria de um produto, processo ou serviço existente, um objetivo de projeto para aumentar o desempenho pode ser alcançado (Pyzdek, 2003).

Segundo Adams et al. (2003), o programa Seis Sigma contém etapas sistemáticas para resolver os problemas: definir (*define*), mensurar (*measure*), analisar (*analyse*), melhorar (*improve*), e controlar (*control*), conhecido como método DMAIC. Essa técnica do programa Seis Sigma, pede o uso de ferramentas técnicas para cada um dos passos do DMAIC. As empresas devem adequar estas técnicas e ferramentas a sua realidade, para alcançar melhores resultados.

5.3.1 Definir (*Define*)

Rotondaro et al. (2002) afirma que, o objetivo do projeto de melhoria é definido nessa primeira etapa. Deve-se determinar qual é o problema, ou efeito indesejável do processo, que precisa ser eliminado ou melhorado pelo projeto. É fundamental que o projeto seja economicamente vantajoso e relacionado aos requisitos dos clientes.

Pande et al. (2001) defendem que o problema ou oportunidade a ser trabalhada, o cliente a ser atendido, o objetivo e qual processo deve ser melhorado, devem ser definidos nessa etapa.

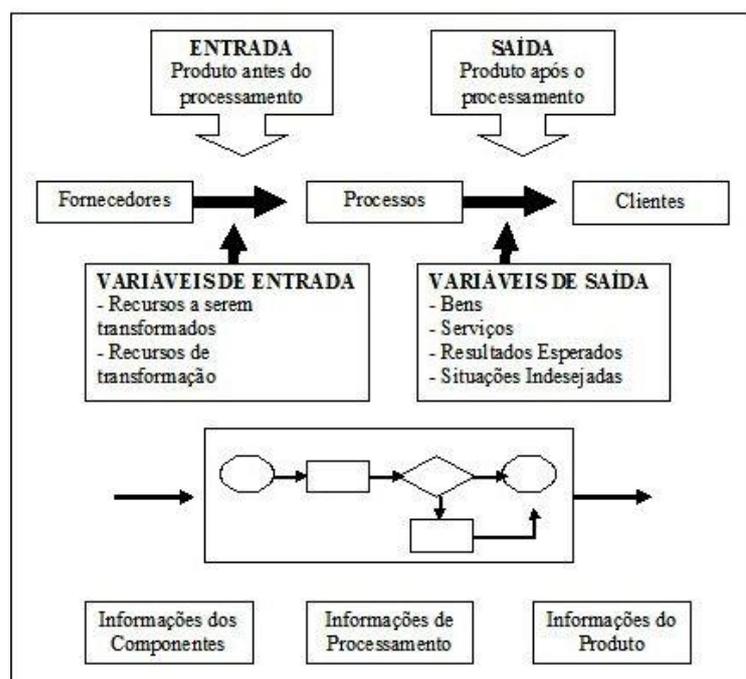
Nessa fase é determinado o escopo do projeto, o(s) cliente(s), definidas as exigências e necessidades, as características críticas para a qualidade (*Critical to Quality – CTQ*) e identificado os processos críticos, ligados aos CTQs do cliente, que estejam apresentando resultados ruins (ECKES, 2001; ROTONDARO et al., 2002).

De acordo com Eckes (2001), deve ser criado um mapa de processo utilizando o diagrama SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers*), para o projeto em questão. É uma ferramenta que possibilita visualizar o processo, mostrando os fornecedores, as entradas, saídas e os clientes do processo.

5.3.1.1 Mapa de Processo

Segundo Harrington (1997), o processo é definido como alguma atividade que recebe uma entrada (*input*), acrescenta valor e produz uma saída (*output*), para um cliente interno ou externo, usando os recursos da organização para criar resultados concretos (FIG. 2).

Figura 2 - Mapa de processo



Fonte: Blog da Qualidade, 2017.

Barnes (1982) argumenta que, o mapa de processo é uma forma de se registrar um processo de maneira compacta, buscando assim uma melhor compreensão e formas de melhoria. O mapa simboliza os vários passos ou eventos decorrentes de uma tarefa específica, ou no decorrer de uma série de ações. O diagrama, comumente, tem início com a entrada de matéria prima no processo e segue em cada um dos posteriores passos como, transportes e armazenamentos, inspeções, usinagens, montagens, até que se torne um produto acabado ou parte de um subconjunto. Para demonstrar todas as atividades realizadas, padronizou-se agrupar essas atividades em cinco categorias (QUADRO 1).

Quadro 1 - Simbologia Mapa de Processo

SÍMBOLO	ATIVIDADE
○	PROCESSAMENTO
➡	TRANSPORTE
□	INSPEÇÃO
D	ESPERA
▽	ESTOCAGEM

Fonte: SlidePlayer, 2017.

Barnes (1982), diz também que existem 4 visões que devem ser consideradas no desenvolvimento de possíveis soluções de melhorias de processos, são eles: eliminar todo o trabalho desnecessário; compatibilizar operações ou elementos; mudar a sequência das operações; facilitar as operações essenciais.

Para Galuch (2002), os processos são divididos em dois tipos, sendo eles, o empresarial e o produtivo. De acordo com Soares (2001), o processo que se identifica melhor nas indústrias é o processo produtivo, pois envolve a manufatura, isto é, envolve o contato direto com o serviço ou produto que será fornecido ao cliente externo.

5.3.1.2 SIPOC

A sigla SIPOC tem origem dos termos em inglês: *Suppliers* (fornecedores), *Inputs* (insumos), *Process* (processo), *Outputs* (produtos obtidos nas saídas) e

Customers (consumidores) (RASIS et al., 2002-03; PANDE, 2001). Além de ser uma ferramenta que permite ver e entender o principal processo envolvido no projeto (WERKEMA, 2002).

De acordo com ENTAC (2010), esta ferramenta mostra de forma mais visível e minuciosa o vínculo das empresas com os fornecedores, insumos ou entradas, saídas ou resultados e os clientes envolvidos nos processos. Algumas perguntas foram compostas para o estabelecimento dessas relações, alguns exemplos são apresentados no (QUADRO 2).

Quadro 2 - Elaboração da Matriz SIPOC

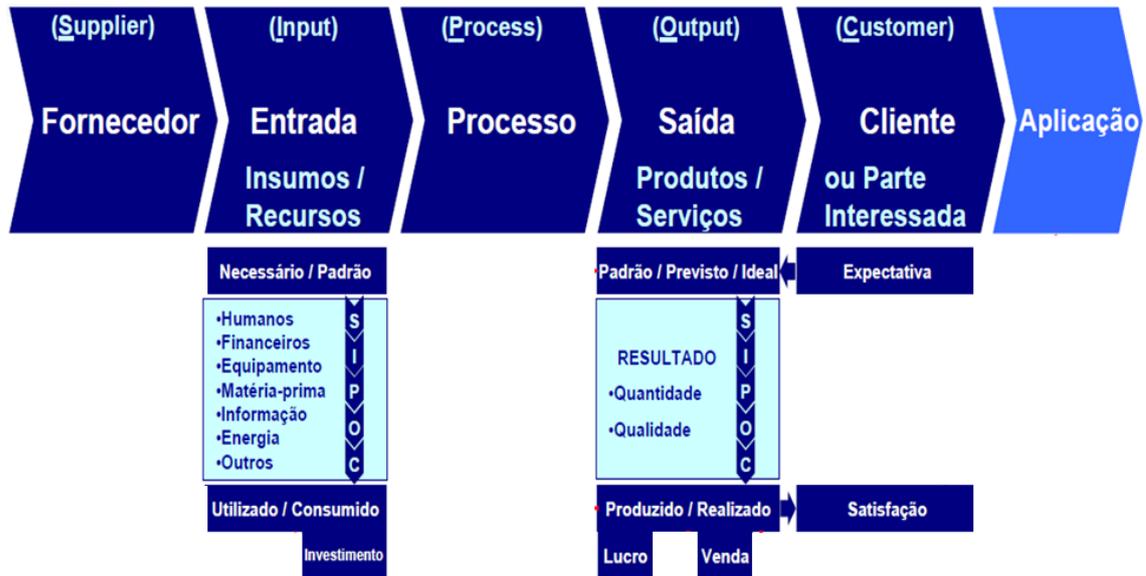
FORNECEDOR	- Quem são os fornecedores? O que eles fornecem? Onde afetam o fluxo do processo? Que efeito tem o processo e resultados?
ENTRADA	- De onde vem a informação ou material que se trabalha?
PROCESSO	- Qual o propósito deste processo? Que produto/serviço faz este processo? O que ocorre com cada entrada?
SAÍDAS	- Em que ponto termina o processo? Quais as principais saídas deste processo?
CLIENTES	- Quem usa os produtos ou serviços? Quem são os clientes interessados?

Fonte: ENTAC, 2010.

Keller (2005), diz que para elaborar o diagrama, são definidos primeiramente os processos (*process*). A partir dessa referência são identificados os clientes (*customers*) que recebem as saídas (*outputs*) de cada processo. Depois de definidas essas três etapas, é possível identificar as entradas (*inputs*) fundamentais para a realização de cada processo e o fornecedor (*supplier*) de cada entrada.

ENTAC (2010), completa que o mapeamento do processo exhibe o seguimento dos eventos no processo com todas as fases do processo. Ele possibilita o foco no estabelecimento e nas exigências dos fornecedores e exigências dos clientes que seja capaz de afetar o resultado do seu processo ou seu produto final (FIG. 3).

Figura 3 - Matriz SIPOC



Fonte: ENTAC, 2010.

Rasmusson (2006), descreve os cinco parâmetros do SIPOC como sendo:

- Fornecedor: o encarregado por determinar as entradas do processo.
- Entrada: os recursos fundamentais para o processo ser executado.
- Processo: referente a comunicações entre sistemas, processos e ou métodos que transformam as entradas em saídas.
- Saídas: os resultados provenientes do processo.
- Clientes: os que se privilegiam das saídas dos processos.

5.3.2 Mensurar (*Mensure*)

Nesta etapa, procura-se medir o desempenho do processo escolhido na etapa anterior, visto que, os processos não são usualmente medidos e controlados. Sendo assim a empresa deve examinar suas necessidades, o modo como veem os serviços prestados, quais são as expectativas, ver a forma que a empresa atende a essas necessidades e definir de qual forma pretende atender (HENSLEY E DOBIE, 2005).

De acordo com Eckes (2001), a meta de um programa de qualidade é melhorar a eficiência e a eficácia da organização. Na etapa de medição são identificadas as medidas de eficiência e eficácia, voltadas para o conceito Seis Sigma. A eficiência está relacionada ao tempo, custo ou valor das atividades que

conduzem a satisfação do cliente. A eficácia está relacionada a atingir ou superar as necessidades e expectativas dos clientes.

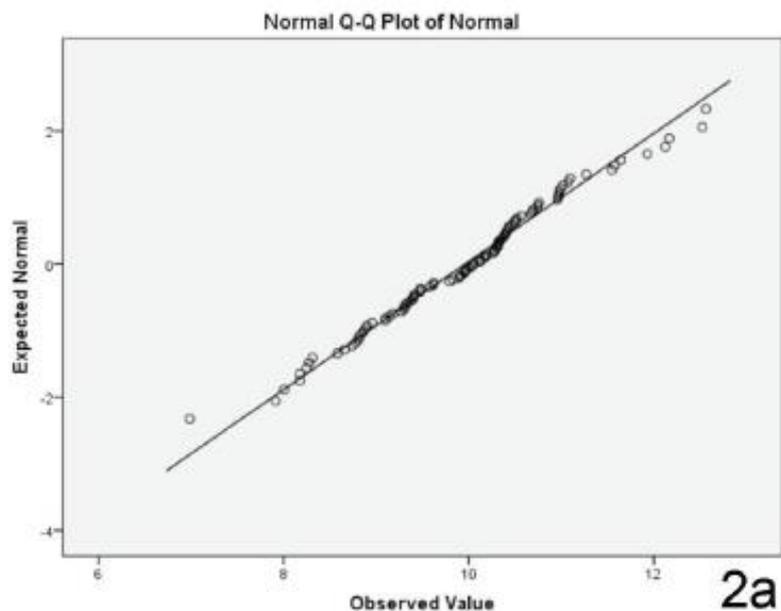
Segundo Pande et al. (2001) nessa fase as medições de desempenho relativas aos requisitos dos clientes são planejadas e executadas.

5.3.2.1 Teste de normalidade

Toda variável aleatória, tem em si uma determinada distribuição de frequências na população, que podem possuir formas variadas. Existem muitas distribuições teóricas nas literaturas estatísticas. São modelos de distribuições que buscam mostrar o comportamento de determinado evento, em função da frequência de sua ocorrência. No caso das variáveis contínuas, o evento será um intervalo de valores. As distribuições de frequência são, na realidade, distribuições de probabilidade, no qual teremos para um evento uma probabilidade de ocorrência associada. De uma maneira mais simples, a partir de uma distribuição de probabilidade totalmente especificada, é possível calcular a probabilidade de uma variável aleatória assumir determinado intervalo de valores (TORMAN, COSTER e RIBOLDI, 2012).

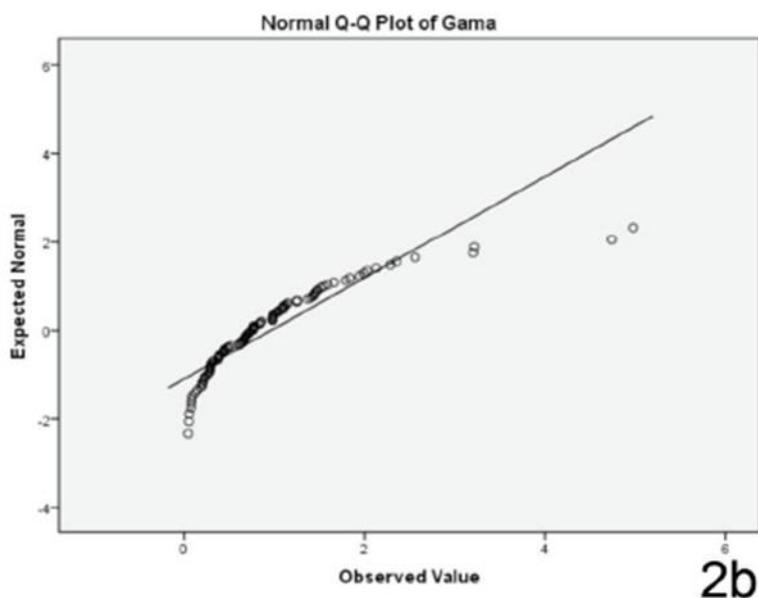
No eixo horizontal tem os valores observados da variável, e no eixo vertical, os valores esperados caso a variável tenha distribuição normal. Se os dados apresentarem uma boa aderência, a distribuição é Normal e os pontos estão próximos da reta de referência FIG. 4, se não, existe um grande desvio para a variável (FIG. 5) (TORMAN, COSTER e RIBOLDI, 2012).

Figura 4 - Teste de Normalidade distribuição normal



Fonte: Torman, Coster e Riboldi, 2012.

Figura 5 - Teste de Normalidade distribuição não normal



Fonte: Torman, Coster e Riboldi, 2012.

A probabilidade máxima é chamada de nível de significância do teste. Geralmente, o nível de significância é simbolizado por α e, na maioria das vezes, é especificado antes da extração das amostras e das hipóteses, de forma que, os

resultados adquiridos não interfiram na escolha. Geralmente são escolhidos os seguintes níveis $\alpha = 0,01$ ou $0,05$, ou seja, se for escolhido o índice de $0,01$ quer dizer que existe 1 chance em 100, da hipótese ser rejeitada. Podemos dizer da mesma maneira que existe uma confiança de 99% de que se tome uma decisão certa. Na resposta do teste de hipótese, um valor é confrontado com o nível de significância escolhido anteriormente, sendo chamado de p-valor ou valor p, ou seja, valor do poder do teste. O p-valor (nível de significância observado) é o menor nível de significância em que H_0 seria rejeitada, quando um procedimento de teste específico é utilizado em um determinado conjunto de dados. Dessa forma, quando $p\text{-valor} \leq \alpha$ provoca a rejeição de H_0 no nível de α . Ou se $p\text{-valor} > \alpha$ provoca a não rejeição de H_0 no nível de α . Então, em vários estudos as repostas poderão vir referenciando o nível de significância ou p – valor (SCUDINO, 2008)

5.3.2.2 Capabilidade

Segundo Toledo (2005), as expressões capacidade, capabilidade, aptidão e desempenho de processo, têm uma mesma identidade, pois apresentam em sua essência medidas estatísticas que apontam o percentual de variação presente no processo em relação às especificações dos clientes.

A avaliação da capabilidade busca identificar se um processo é capaz de produzir itens ou prestar serviços de acordo com as especificações impostas pelo cliente (MORAES, 2006). A avaliação da capabilidade do processo é uma tática que possibilita um confronto entre os critérios do cliente com o identificado no processo (CORRÊA e NETO, 2009). De acordo com Almas (2003), um processo pode estar entre os limites de controle estatístico, mas, mesmo assim não atender as especificações de qualidade impostas pelo cliente.

Matos (2003) afirma que, o uso do índice de capabilidade possibilita associar a variação e identificar a média do processo com as especificações dos clientes. Os índices de capabilidade proporcionam uma efetiva estimativa da capacidade do processo, possibilitando a atuação para melhorar a capabilidade e reduzir os custos.

Existem alguns índices de capabilidade, sendo eles C_p , C_{pk} , P_p e P_{pk} , cada um contém na sua forma diferentes informações, e por essa razão é de grande importância o perfeito entendimento de cada um, afim de facilitar uma interpretação correta e uma tomada de ações mais efetiva (MORAES, 2006).

De acordo com Montgomery (2004) e Samohyl (2009), para realizar análises de capacidade de processo sob controle estatístico, recomenda-se que sejam usados os índices de capacidade Cp e Cpk; já em processos que não se encontram sob controle estatístico, recomenda-se que sejam usados os índices de desempenho Pp e Ppk. O que difere o cálculo do índice de performance do cálculo dos índices de capacidade é o desvio padrão, que para o índice de performance é calculado com o desvio padrão amostral, já para os indicadores de capacidade é usado o desvio padrão populacional.

Segundo Moraes (2006), índice CP é a medida indireta da habilidade do processo em acatar as especificações, considerando o processo centrado na média das especificações.

De acordo com MATOS (2003), índice CPK é a média da variação do processo confrontado com a tolerância dos limites de especificações e o desvio padrão usado reflete a variação ligada ao processo, devido somente às causas comuns.

Índice PP é a medida do desempenho potencial, mas no lugar da estimativa σ para o desvio-padrão do processo, é utilizado o desvio-padrão S da amostra em análise, considerando o processo na média das especificações (MORAES, 2006).

Índice PPK é a medida da variação do processo confrontando com a tolerância dos limites de especificações e o desvio padrão engloba a variação total do processo, devido às causas comuns e especiais (MATOS, 2003).

Montgomery (2004) afirma ainda que, os índices Cp e Pp, assim como Cpk e Ppk são iguais quando um processo está sob controle, pois para que um processo se encontre estável a diferença entre o desvio padrão populacional e o amostral deve ser mínima. Porém, caso exista uma diferença maior entre capacidade e performance, quer dizer que, existe instabilidade no processo, ou seja, causas especiais estão agindo.

Os índices de capacidade Cp e Cpk mostram como o processo poderá agir no futuro, já os índices de performance Pp e Ppk mostram como o processo agiu no passado ou está agindo no momento (DATALYZER, 2006).

5.3.2.3 Histograma

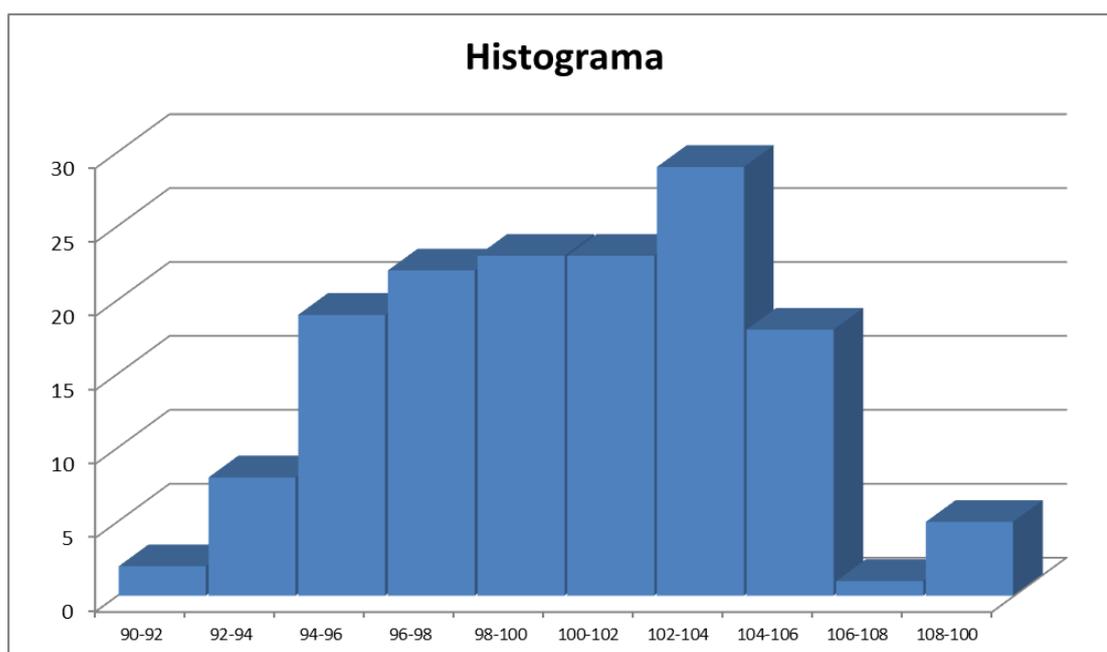
O Histograma é um gráfico de colunas utilizado na estatística. Ele é composto de diversos retângulos adjacentes, representando a tabela de frequências com perda de informação (valores reunidos por classe) de um conjunto de valores. Na escala horizontal são apontados os intervalos de classe, onde cada intervalo é a base de um retângulo ou barra. Na escala vertical, é apontada a altura dos retângulos ou barras, que representa as respectivas frequências absolutas das classes (FIG. 6) (LOPES, 1999).

Segundo Vieira (1999), a quantidade de informações coletadas por uma amostra é tão grande quanto à quantidade de dados. Devido à dificuldade de pegar informações em tabelas muito grandes, usa-se o histograma para dar uma visão rápida e objetiva da questão.

O histograma é uma ferramenta que permite a visualização de grande quantidade de dados de uma amostra de uma população. É um método veloz para análise, que através da organização de muitos dados, permite mostrar a população de uma maneira objetiva (KUME, 1993).

Wadsworth (1986) retrata que, o histograma é uma ótima ferramenta e um ótimo caminho para observar a periodicidade de ocorrências ou indicadores.

Figura 6 - Histograma

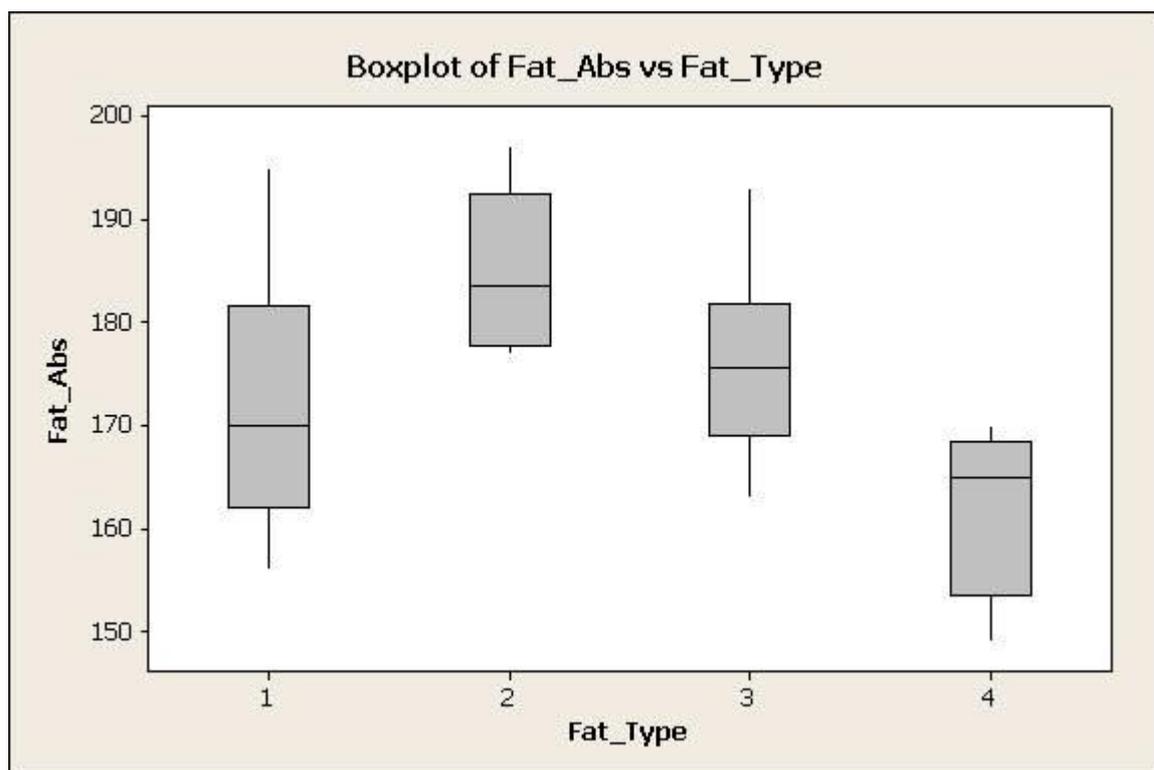


Fonte: Citisystems, 2017.

5.3.2.4 Boxplot

O Boxplot, conhecido também como Gráfico de Caixa, é um gráfico estatístico que permite retratar a distribuição de um conjunto de dados baseado em alguns parâmetros descritivos. Existem algumas variações no que diz respeito à quantidade de estatísticas exibidas nesse tipo de gráfico, mas de forma geral todos incluem a mediana, o 1º e o 3º quartil. Os quartis, ou seja, primeiro quartil, a mediana e o terceiro quartil são três valores que fragmentam os dados ordenados em quatro grupos com 25% dos valores em cada grupo aproximadamente. Na Estatística Descritiva ou na análise exploratória e comparação de dados, o boxplot é um gráfico configurado para apontar os *outliers* (valores discrepantes), valores incomuns, no sentido de estarem muito distantes da maioria dos dados (FIG. 7) (MAROCO, 2007).

Figura 7 - Boxplot



Fonte: Robert W. Hayden, 2007.

5.3.3 Analisar (*Analyse*)

Eckes (2001) considera esta a fase mais importante do DMAIC, pois é no decorrer da fase de análise, que é descoberta a causa raiz do problema.

Procura-se detectar meios de eliminar as lacunas entre o desempenho atual do sistema ou processo e o objetivo desejado. Para auxiliar no entendimento dos dados, são realizadas análises exploratórias e descritivas. São usadas ferramentas estatísticas para guiar a análise (PYZDEK, 2003).

Pande et al. (2000) afirma que é importante validar cada hipótese levantada através de análise de dados, e se a mesma não se confirmar deve-se aperfeiçoar a hipótese procurando novas explicações para o fenômeno. O resultado de tudo isso será um conjunto restrito de causas verificadas para o problema selecionado.

5.3.3.1 Diagrama de Causa e Efeito (Espinha de Peixe)

O Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Ishikawa, a princípio, foi criado pelo engenheiro *Kaoru Ishikawa* no ano de 1943 e aperfeiçoado nos anos seguintes (SINGEP, 2015).

Spengler et al. (1999), diz que o diagrama de causa e efeito é usado para apontar e constituir as causas para um determinado efeito, identificando as áreas que podem ser melhoradas. De acordo com Rotondaro (2002), o diagrama é usado para investigação, apresentação visual dos problemas que se quer eliminar e suas possíveis causas, além de mostrar o seu relacionamento com o problema.

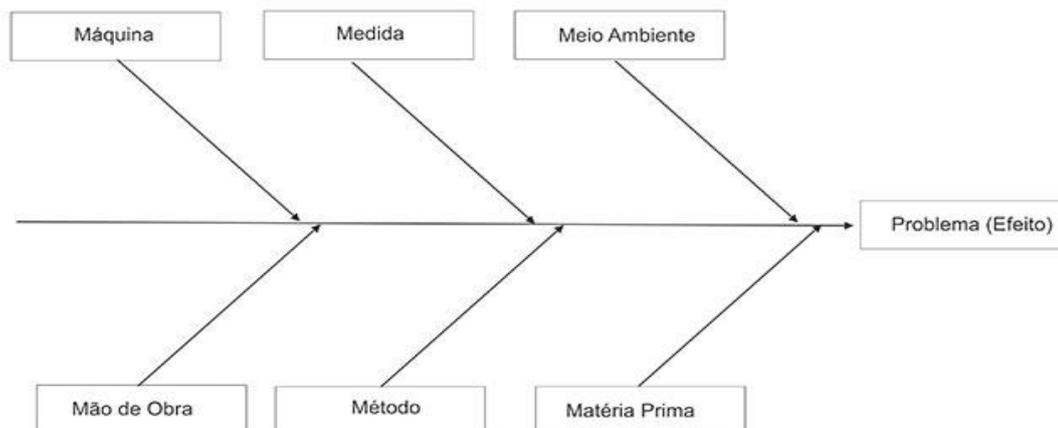
O diagrama possui uma seta que aponta o nome do problema, e as principais categorias de causas prováveis são representadas pelos ramos que saem desta seta, são elas: máquina, medição, pessoal, método, matérias e meio ambiente, sendo todas adaptadas aos processos (SCHOLTES, 1992).

A FIG. 8 ilustra como deve ser montado o gráfico, esse tipo de gráfico aumenta a probabilidade de identificar corretamente suas causas raízes, para que possam ser tratadas. O gráfico deve ser elaborado com a participação dos colaboradores que tem envolvimento e contato com o processo e o problema (ROTONDARO, 2002).

Scholtes (1992) ressalta que é importante reunir informações de quem não está diretamente ligado ao processo, mas, que estejam por dentro de tudo o que

acontece no mesmo, para que dessa forma não seja esquecida nenhuma possível causa.

Figura 8 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Blog Gestão de Segurança Privada, 2015-2017.

5.3.3.2 Matriz de Causa e Efeito

A Matriz de Causa e Efeito é uma ferramenta que orienta a equipe do projeto a eleger as prováveis causas para tentar classificar antecipadamente o que afeta ou não o processo. A saída da matriz é o “impacto” da variável sobre o processo (SETA DESENVOLVIMENTO GERENCIAL, 2013).

Essa matriz é muito usada quando o estudo engloba várias causas com mais de uma saída, pois o estudo de todas elas causaria um esforço muito grande. Portanto, utiliza-se essa ferramenta para escolher as entradas que mais afetam o processo. A matriz mostra como saída quais possíveis causas tem maior prioridade de ataque (QUADRO 3) (SETA DESENVOLVIMENTO GERENCIAL, 2013).

Quadro 3 - Matriz de Causa e Efeito

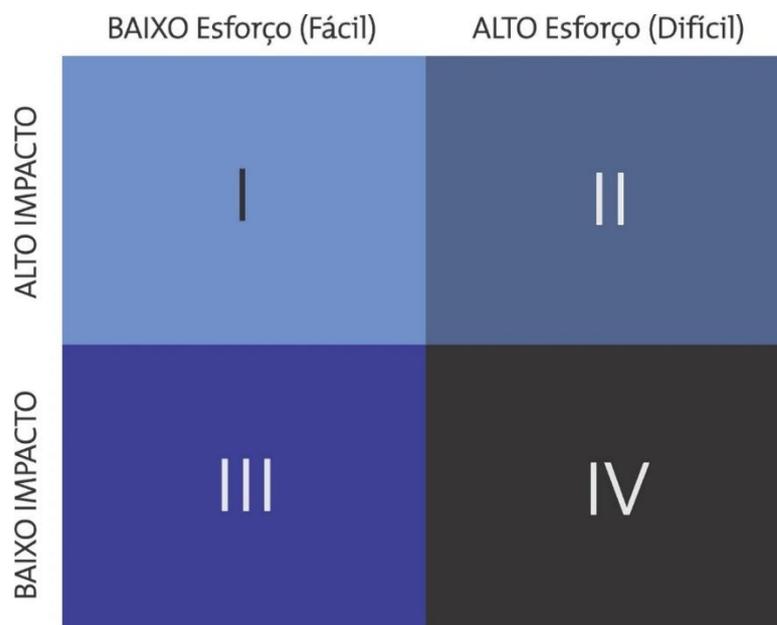
MATRIZ DE CAUSA E EFEITO										
10. 9. 8: Forte correlação		7. 6. 5. 4: Média Correlação			3. 2. 1: Baixa Correlação			0: Não há correlação		
Índice de Importância		10								
X's Processo		Consumo de água						TOTAL	Esforço de Eliminação da Variável de Entrada	Alto: 5 - 8 Baixo: 1 - 4
X01	LAVAGEM DE SILOS	8						80	baixo	5
X02	USO HIDROJATO	5						50	baixo	5
X03	USO BOMBA SAPO	5						50	baixo	5
X04	LIMPEZA DE PISOS (ÓLEO-PALLETS)	6						60	baixo	4
X05	VAZAMENTO EM LINHAS ENTERRADAS	7						70	alto	5
X06	VAZAMENTO EM LINHAS NÃO ENTERRADAS	7						70	baixo	5
X07	CX PASSAGEM SEM VISUALIZAÇÃO	3						30	alto	3
X08	PLACA MEDIÇÃO	4						40	baixo	3
X09	INEXISTÊNCIA DE ALARMES	5						50	baixo	5
X10	TRANSBORDO DA BACIA TORRE	6						60	baixo	3
X11	EVAPORAÇÃO TORRE DE RESFRIAMENTO	10						100	alto	8
X12	TEMPERATURA AMBIENTE	3						30	alto	3
X13	UMIDADE RELATIVA	3						30	alto	7
X14	TREINAMENTO/ PROCEDIMENTO	4						40	baixo	3
X15	CONCIENTIZAÇÃO PARA USO	4						40	baixo	4

Fonte: Adaptado pela autora, 2017.

5.3.3.3 Matriz de esforço e impacto

Segundo Rissi (2007), é uma matriz que parte a princípio das ideias desenvolvidas na utilização do Diagrama de Causa e Efeito. A matriz é composta por quatro quadrantes, de modo que as ideias são classificadas de acordo com o impacto que elas causam no processo em questão e o esforço para a eliminação da mesma (FIG. 9). Nesta ferramenta o importante é “atacar” primeiramente as causas que gerem o maior impacto com o menor esforço.

Figura 9 - Matriz de Esforço e Impacto



Fonte: Sociedade Brasileira de Coaching, 2017.

5.3.4 Melhorar (*Improve*)

Segundo Porter (2000) essa fase é uma etapa que envolve a geração de melhoria e soluções de problemas para que dessa forma sejam alcançados os requisitos financeiros e outros objetivos de desempenho.

Eckes (2001) e Pande et al. (2001) afirmam a necessidade da realização de um teste piloto antes de aplicar as possíveis soluções, pois a probabilidade de acontecer problemas imprevistos é alta. O teste piloto usa as soluções em pequena escala para identificar se terá a melhoria esperada, permitindo assim, corrigir ou modificar as propostas do projeto.

5.3.4.1 5W2H

Antes de implantar qualquer solução no processo, utiliza-se essa ferramenta para estruturar o pensamento de maneira que fique organizado, materializado e bem estruturado (BEHR; MORO; ESTABEL, 2008).

A base do 5W2H é a resposta para sete perguntas: What (o que será feito?); Why (por que será feito?); Where (onde será feito?); When (quando?); Who (por quem será feito?); 2H: How (como será feito?); How much (quanto vai custar?)

QUADRO 4, que contribuem para o planejamento de ações que serão elaboradas para os problemas que foram encontrados (PERALTA; BEZERRA, 2016).

Para Schreiber (2013), o uso dessa ferramenta auxilia os gestores por meio de sugestões de melhorias que podem ser implantadas de forma simples, que em seguida trarão melhorias para o processo.

Quadro 4 - Matriz 5W2H

What	O que?	O que deve ser feito? Qual o assunto?
Who	Quem?	Quem são os responsáveis pela execução?
Where	Onde?	Setor/ local em que deve ser executado?
When	Quando?	Ocasião em que deve ser executado?
Why	Por que?	Porque deve ser executado?
How	Como?	De que maneira deve ser executado? Qual o método?
How Much	Quanto?	Quanto custa para executar?

Fonte: Adaptado pela autora, 2017.

5.3.5 Controlar (*Control*)

A última e não menos importante fase do DMAIC é a fase Controlar, Pande et al. (2001), afirma que esta é a fase onde acontece o começo da melhoria e da integração sustentadas do sistema Seis Sigma. Ele defende a exploração dos desafios de curto e longo prazo, para sustentar a melhoria e unir todos os conceitos e métodos das fases anteriores, em uma metodologia de gestão transfuncional continuada.

Devem ser mensuradas e avaliadas as mudanças no processo. O feedback é de suma importância para saber o quanto o processo melhorou. Uma forma de acompanhar os resultados é através de pesquisas com os clientes. Esta fase também tem como objetivo assegurar que quaisquer ganhos obtidos sejam preservados a não ser que novos conhecimentos e dados mostrem que existe uma maneira ainda melhor de operar o processo (HENSLEY; DOBIE, 2005).

Segundo Matos (2003), é preciso um sistema de controle para manter o processo dentro do intervalo de tolerância. Nessa fase, é confirmada a implantação da melhoria, são validados os benefícios alcançados, a resolução do problema, as alterações necessárias aos procedimentos e a implantação de ferramentas de controle, e enfim, a auditoria do processo e o monitoramento do desempenho.

5.4 História do Cimento Portland

Cimento Portland é definido como um produto aglomerante hidráulico, que endurece por meio de reações como à adição de água, mas mantém suas propriedades e estabilidade em meio aquoso, adquirido através da mistura homogênea de Clinquer Portland, sulfato de cálcio (gesso), e adições normalizadas finamente moídos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP, 2002).

De acordo com Battagin (2006) a palavra cimento tem origem do latim *Caementu*, que descendia de uma pedra natural não esquadrejada dos rochedos de Roma. A origem do cimento remonta a cerca de 4500 anos, onde os grandiosos monumentos do Egito já utilizavam uma liga formada por uma mistura de gesso calcinado em suas construções.

Em 1756 o inglês John Smeaton, foi encarregado pelo grande passo para a evolução da indústria de cimento, ele conseguiu um produto de alta resistência por meio da calcinação de calcários moles e argilosos. O francês Vicat, em 1818, alcançou resultados parecidos com os de Smeaton, juntando componentes calcários e argilosos, o que conduziu ele a ser conceituado o pai do cimento artificial (BATTAGIN, 2006).

O construtor inglês Joseph Aspdin, em 1824, queimou juntamente pedras calcárias e argilas, gerando um pó fino. Percebeu então, que conseguia uma mistura, que depois que secava tornava-se tão dura quanto às pedras usadas nas construções da Inglaterra. Na época era normal o uso de uma pedra da ilha de Portland para construir, essa ilha ficava no Sul deste país, a cor e a dureza dessa pedra se igualavam com a invenção de Aspdin. No seu registro, o nome da ilha foi utilizado, criado assim o nome que conhecemos hoje, Cimento Portland (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP, 2002).

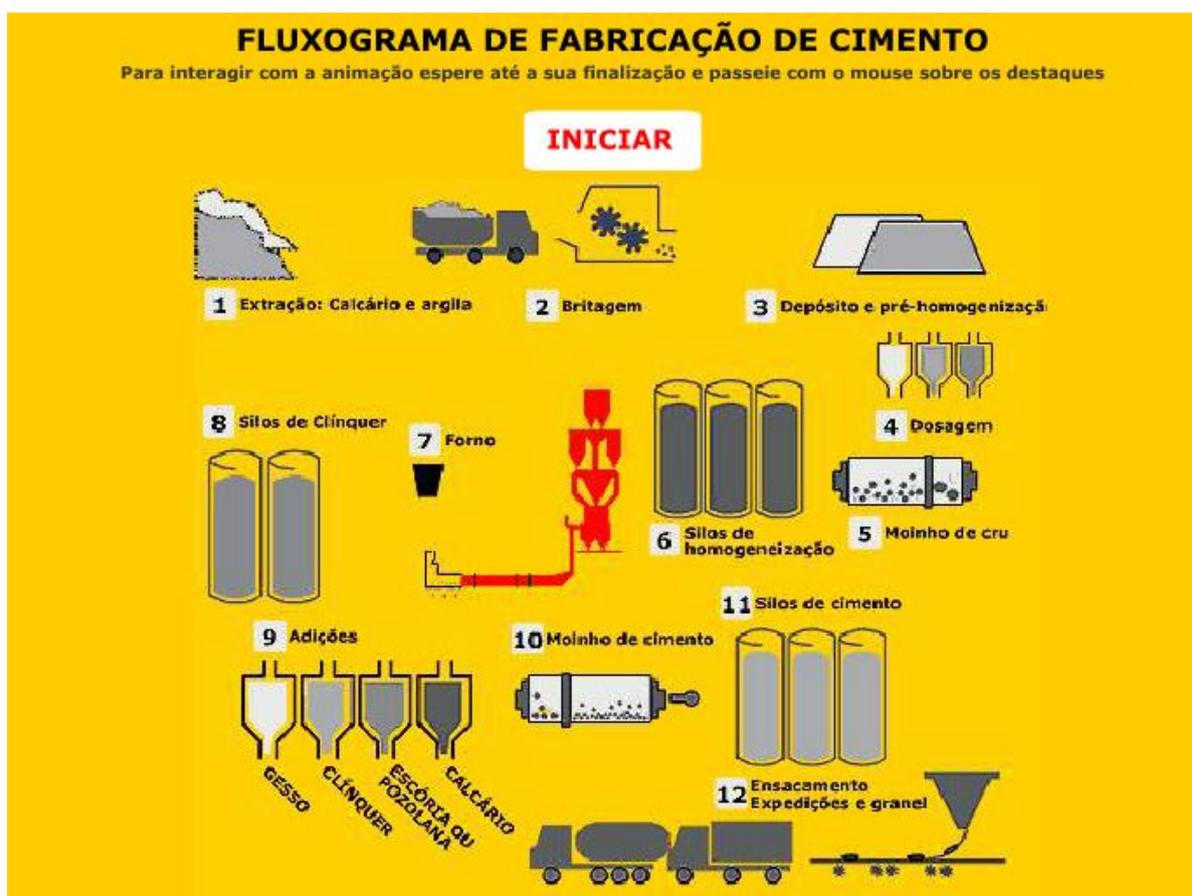
Segundo Battagin (2006), de 1888 a 1924 ocorreram no Brasil algumas tentativas de produção de cimento, mas foi em 1924, com a implantação de um fábrica pela Companhia Brasileira de Cimento Portland em Perus, São Paulo, que se deu início a produção. As primeiras toneladas de cimento foram colocadas no mercado em 1926, até aquele momento todo o cimento consumido no Brasil era importado. Com o passar do tempo a produção foi aumentando gradativamente,

novas fábricas foram implantadas, e as importações foram diminuindo até praticamente desaparecer.

5.5 Processo de fabricação do cimento

Gomides (1996), diz que o processo de fabricação de cimento é um processo físico-químico de transformação de mineral, como calcário, argila, minério de ferro e areia. Em uma combinação de materiais sintéticos que portam a capacidade de reagir com a água e desenvolver propriedades resistentes à compressão, a FIG. 10 exemplifica o processo de fabricação de cimento.

Figura 10 - Processo de fabricação de cimento



Fonte: Quality, 2017.

5.5.1 Processo de ensacamento

O cimento granel pode ser transportado de qualquer câmara do silo de armazenagem para a ensacadeira usando diferentes fluxos que são controlados pelos operadores de painel. O cimento é transportado por regueiras no interior do silo até chegar ao pé do elevador de caçambas. Ao chegar a cabeça do elevador, o material direciona-se para uma peneira vibratória e desloca-se diretamente para o silo de alimentação. Em seguida, o cimento vai para a ensacadeira, onde o mesmo será embalado em sacos (CSN CIMENTOS, 2015).

Dessa forma, os sacos são transportados por correias transportadoras e passam por uma balança, se o peso do saco estiver menor que o programado, o saco é rasgado em um rasgador de sacos e o material volta para o pé do elevador por meio de roscas transportadoras em uma corrente de reciclo. Os sacos com peso certo seguem por meio de uma correia transportadora para a paletizadora, onde os mesmos são empilhados em paletes e estão prontos para armazenagem e expedição (CSN CIMENTOS, 2015).

6 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa realizada neste trabalho pode ser classificada, quanto à natureza, como pesquisa aplicada, pois busca gerar conhecimento e propor ações que venham solucionar problemas específicos no setor de ensacamento de cimento.

Quanto aos objetivos é uma pesquisa exploratória, pois busca descobrir os problemas que mais impactam no setor, quanto aos procedimentos é uma pesquisa experimental, pois tem um objetivo de estudo. As variáveis que o influenciam serão selecionadas como também suas formas de controles.

Quanto à forma de abordagem é quantitativa, pois requer o uso de técnicas estatísticas para identificar e tratar os problemas encontrados.

De outro ponto de vista também é qualitativa, pois uma vez que assume diferentes significados no campo das ciências. Compreende um conjunto de diferentes técnicas interpretativas que visam descrever e decodificar os problemas que possam afetar tal processo.

6.1 Local do estudo

O trabalho foi realizado em uma indústria cimenteira localizada no município de Arcos, no centro-oeste de Minas Gerais. Sua população estimada para o ano de 2016 foi de 39.537 habitantes, com uma densidade demográfica aproximada de 71,78 (hab./Km²). (IBGE, 2017).

6.2 Escolha da amostra

Para alcançar o objetivo geral da pesquisa, se faz necessário o estudo de cada parte do processo de ensacamento que passa pelas etapas de: aplicador de sacos automáticos, ensacadeira, *check wiegher*, transportadores e desviadores e por fim paletizadora. Para posteriormente, verificar em qual parte do processo ocorre o maior número de rasgamento e buscar tratativas para os problemas encontrados.

A escolha desse universo amostral teve como justificativa o fato de o processo de ensacamento ser o processo final de toda a cadeia produtiva, se tornando um dos mais importantes, pois é a partir dele que o produto é enviado para os clientes.

6.3 Método de coleta de dados

Os dados desta pesquisa foram obtidos através de boletins de produção confeccionados diariamente em planilhas de Excel, onde é acompanhado o consumo de sacaria e a quantidade de sacos rasgados em cada etapa do processo de ensacamento.

6.4 Método de análise

Utilizou-se a metodologia DMAIC no presente estudo tendo como finalidade uma maior clareza na análise dos dados coletados, utilizou-se o Microsoft® Excel 2013 para elaboração de gráficos, fluxogramas e planilhas, para alcançar um melhor entendimento do processo foi utilizado o *Minitab 17*.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão apresentados os resultados e discussões relacionados ao índice de rasgamento de sacaria no processo de ensacamento de cimento granel, focando em análises estatísticas de controle de processo.

7.1 Definição

Para expor mais detalhadamente o problema presente na empresa, que é o alto índice de sacos que rasgam no processo de ensacamento de cimento granel, foi elaborado um estudo utilizando as ferramentas mapa de processo. Que proporcionou uma visão mais detalhada de como funciona todo o processo de ensacamento de cimento granel, e o SIPOC, possibilitou detalhar todo o processo.

O APÊNDICE A, mostra o mapa de processo onde é possível detalhar cada etapa do processo de ensacamento de cimento granel. A ordem dessas etapas deve ser seguida, sendo este o roteiro correto para a realização do ensacamento. Todas e quaisquer ações devem ser tomadas baseado na sequência do mapa de processo, visto que o mesmo assegura o melhor aproveitamento de todos os recursos disponíveis para tal.

O QUADRO 5 está fundamentado no método SIPOC, e relaciona cada um dos processos existentes dentro do processo de ensacamento.

Quadro 5 – SIPOC

Fornecedores (Suppliers)	Entradas (Inputs)	Processos (Process)	Saídas (Outputs)	Cientes (Customers)
Klabbin	Abastecimento do magazine	Aplicação do saco	Encaixe do saco no bico da ensacadeira	Ensacadeira
Ensacadeira	Material do pré-silo	Envase do cimento granel para o saco	Saco cheio	Correia extratora
Saco cheio	Correia extratora	Pesagem na balança check weigher	Sacos dentro do padrão de especificação	Paletizadora
Sacos pesados na balança check weighr	Sacos dentro do padrão de especificação	Paletização	Paletes fechados com 35 sacos	Logística

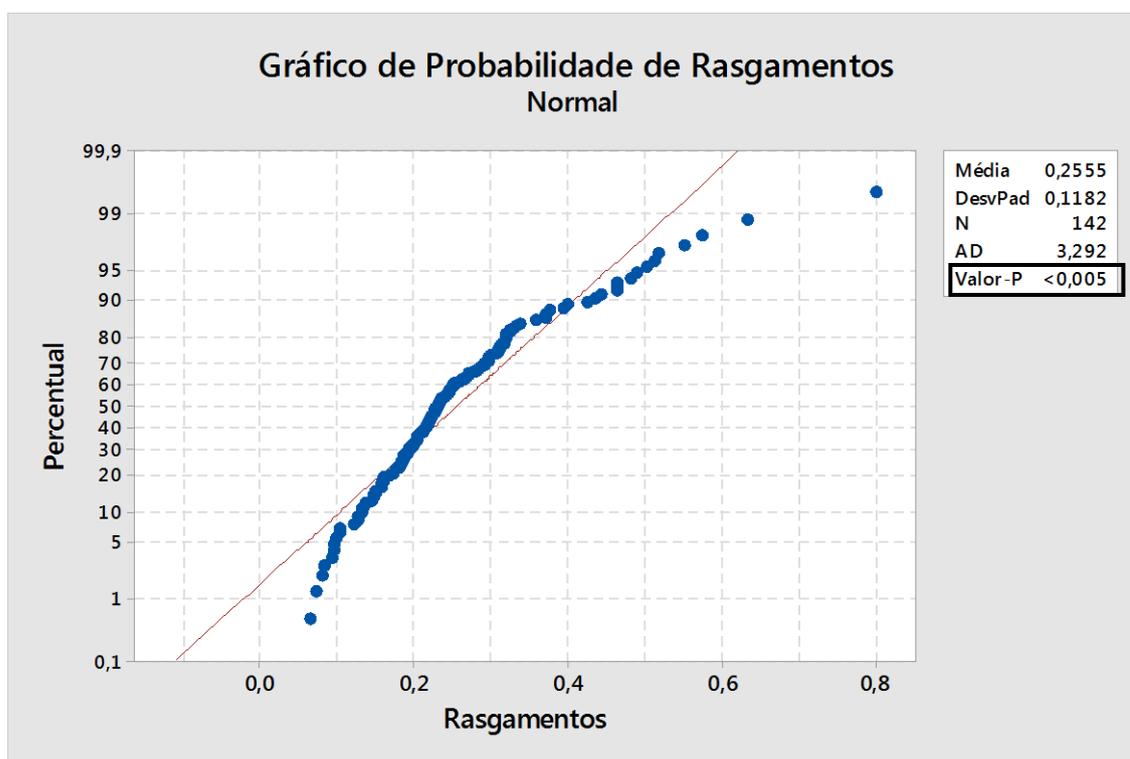
Fonte: A autora, 2017.

7.2 Mensurar

Na etapa mensurar, utilizou-se o Minitab para analisar a normalidade dos dados e a capacidade do processo. Foram coletados dados de Janeiro à Maio do ano de 2017, dados esses que, mostram a quantidade de sacos consumidos e rasgados por turno. Por se tratar de um grande volume de dados, foram agrupados em quantidades por dia, o que resultou em 151 dias, conforme (APÊNDICE B).

Após o agrupamento dos dados, os mesmos foram inseridos no Minitab. O GRAF. 2 ilustra que os dados não obedecem a uma distribuição normal, pois o P-valor é menor que 0,05.

Gráfico 2 - Teste de Normalidade



Fonte: A autora, 2017.

Como os dados não obedecem a uma distribuição normal realizou-se um teste para analisar qual a melhor distribuição que se adere aos dados, portanto aplicou-se o teste Anderson-Darling. Neste teste, a escolha da distribuição que melhor se adere aos dados se dá pelo menor coeficiente informado pelo teste.

De acordo com os resultados encontrados na TAB. 2 entende-se que a distribuição mais indicada é a “Loglogística de 3 Parâmetros”.

Tabela 2 - Verificação da Distribuição

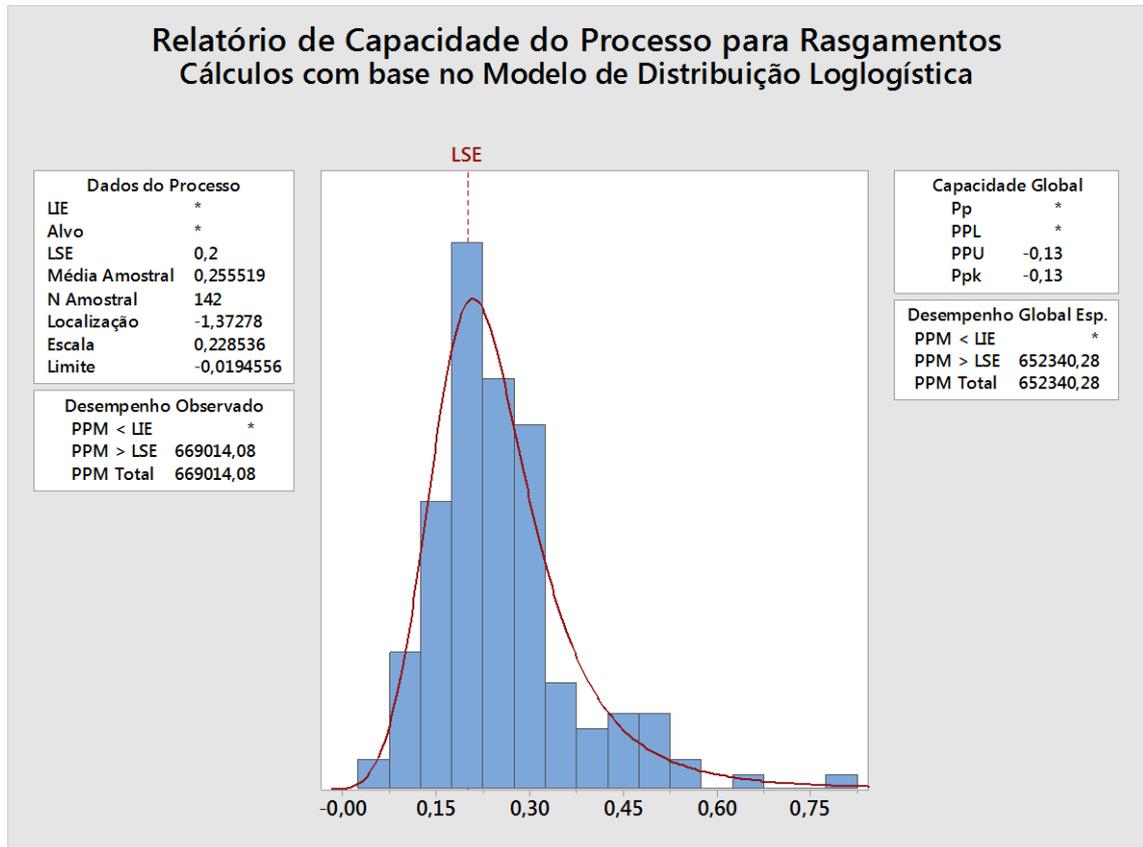
Distribuição	Anderson-Darling (aj.)
Weibull	2,319
Lognormal	0,718
Exponencial	22,301
Loglogística	0,357
Weibull de 3 Parâmetros	1,302
Lognormal de 3 Parâmetros	0,611
Exponencial de 2 Parâmetros	12,072
Loglogística de 3 Parâmetros	0,348
Menor Valor Extremo	10,587
Normal	3,406
Logística	1,972

Fonte: A autora, 2017.

De acordo com o GRÁF. 3 os resultados da análise da capacidade do processo apontam valor Ppk de -0,13, que é um valor baixo, concluindo assim que há variação maior que a faixa do limite de especificação. Dessa maneira, tendo como base a sua variabilidade, a capacidade total do processo é insuficiente. A capacidade ilustra que, o processo não tem capacidade de produzir um mínimo de 99,74% de peças em conformidade.

Através dos resultados encontrados, pode-se concluir que o processo é incapaz.

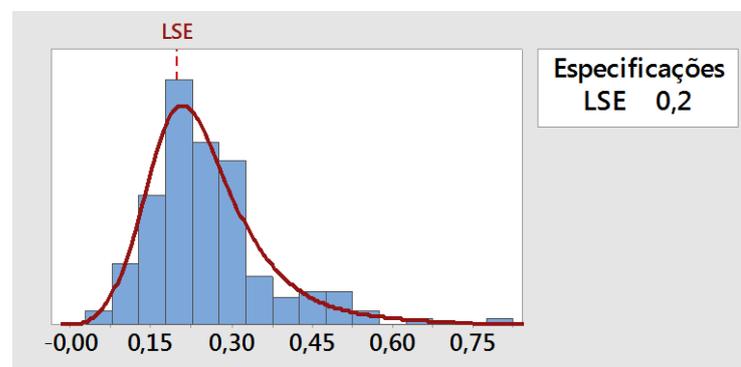
Gráfico 3 - Análise da Capacidade do Processo



Fonte: A autora, 2017.

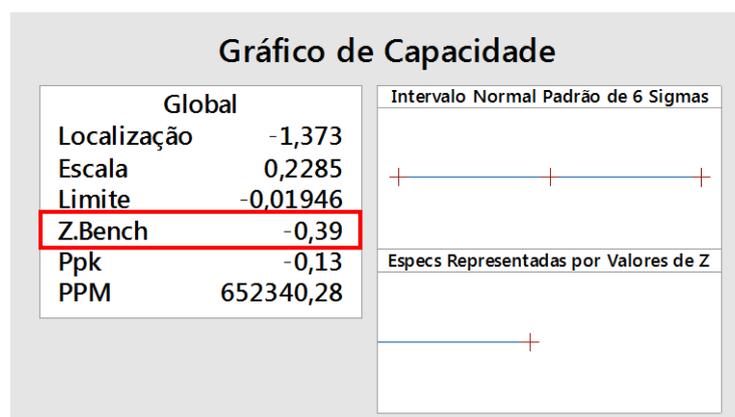
Através dos dados encontrados foi calculado o número de sigmas que o processo contém (GRÁF. 4 e 5).

Gráfico 4 - Histograma de Capacidade



Fonte: A autora, 2017.

Gráfico 5 - Gráfico de Capacidade



Fonte: A autora, 2017.

Por meio dos dados encontrados, obteve-se um valor de Z. Bench (capabilidade de longo prazo) de -0,39, como não foi utilizado subgrupos na coleta dos dados deve-se somar 1,5 a esse valor, para que dessa forma obtenha a capabilidade de curto prazo. O valor encontrado simbolizará o número de sigmas do processo. Dessa forma, pode-se dizer que o processo possui “1,11 sigmas”.

O processo possui um valor de PPM total de 652.340,28, mostrando assim que, a cada milhão de dados coletados 652.340,28 dados estarão fora dos limites de especificação.

O GRAF. 6 exibe o histograma dos dados obtidos nas análises dos rasgamentos do processo.

De acordo com o GRAF. 6, o índice de rasgamento médio durante o período analisado foi de 0,25 com um desvio padrão de 0,118, esse valor aponta o “erro” se em algum momento escolher substituir um dos valores usados pelo valor da média.

Apresenta uma variância de 0,013, que significa o quão distante da média estão os valores coletados, quanto menor a variância mais próxima os valores estão da média, quanto maior a variância mais longe da média se encontram os valores.

O valor do 1º quartil foi de 0,18, este é o valor que ocupa a posição que divide em duas partes o conjunto de dados:

- 25% dos dados com valores mais baixos;
- 75% dos dados com valores mais altos.

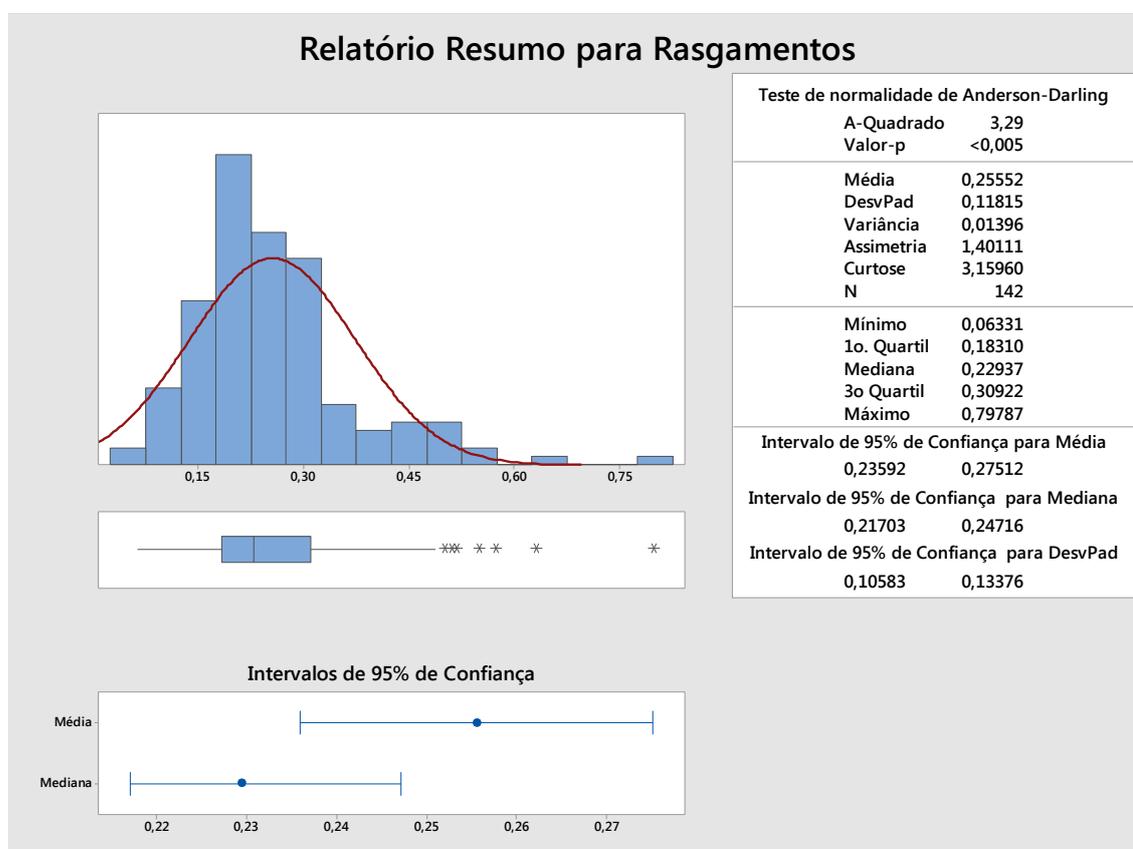
O 3º quartil teve um valor de 0,30, este é também o valor que ocupa a posição que divide em duas partes o conjunto de dados, são elas:

- 75% dos dados com valores mais baixos;
- 25% dos dados com valores mais altos.

O GRAF. 6 ilustra também que, com uma confiança de 95% os valores do índice de rasgamento estarão entre 0,23 e 0,27, o que teoricamente é ruim para o processo, que tem como meta de rasgamentos 0,20. Ou seja, em 95% das vezes os valores de rasgamento estarão maiores que 0,23 e menores que 0,27, conseqüentemente as chances de eles ficarem dentro da meta é de apenas 5%.

Outro ponto de observação é a mediana, que no processo tem valor de 0,23, ou seja, 50% dos dados analisados estão acima de 0,23. Para um processo que tem como meta 0,20 ter uma mediana de 0,23 é ruim, pois quer dizer que em 50% dos valores analisados essa meta foi estourada, ficando acima de 0,23.

Gráfico 6 – Histograma do processo



Fonte: A autora, 2017.

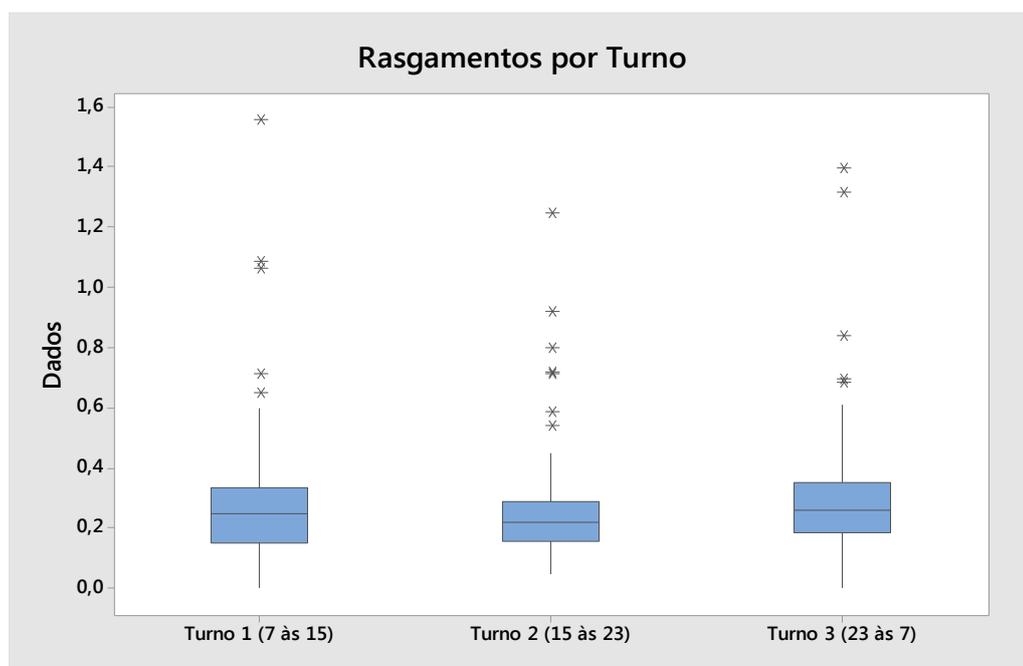
O GRAF. 7 apresenta o Boxplot do processo de ensacamento de cimento granel, separado por turno. Através deste gráfico, é possível identificar, em qual dos três turnos de trabalho existe uma maior ou menor amplitude e dispersão nos dados em análise.

Analisando o GRAF. 7 foi possível interpretar que o turno 2 (15h às 23h) apresentou a menor amplitude em relação aos outros turnos, sendo ela 0,13, ou seja, a diferença entre o maior e o menor número desse grupo de dados é menor, que mostra um maior equilíbrio. Além dessa menor dispersão no turno 2, nota-se também uma mediana mais próxima da meta de 0,2 se comparar com os turnos 1 e 3.

Já o turno 1 (7h às 15h) apresenta a maior amplitude, sendo ela 0,18, dessa forma pode-se interpretar que a distância entre o maior e menor número desse grupo de dados é maior, causando um menor equilíbrio nesse turno.

Pode-se observar que o turno 2 possui uma menor dispersão, pois tem a menor amplitude, que significa menor variabilidade, em seguida vem o turno 3 com uma amplitude de 0,17 e por último o turno 1 com amplitude de 0,18.

Gráfico 7 - Boxplot



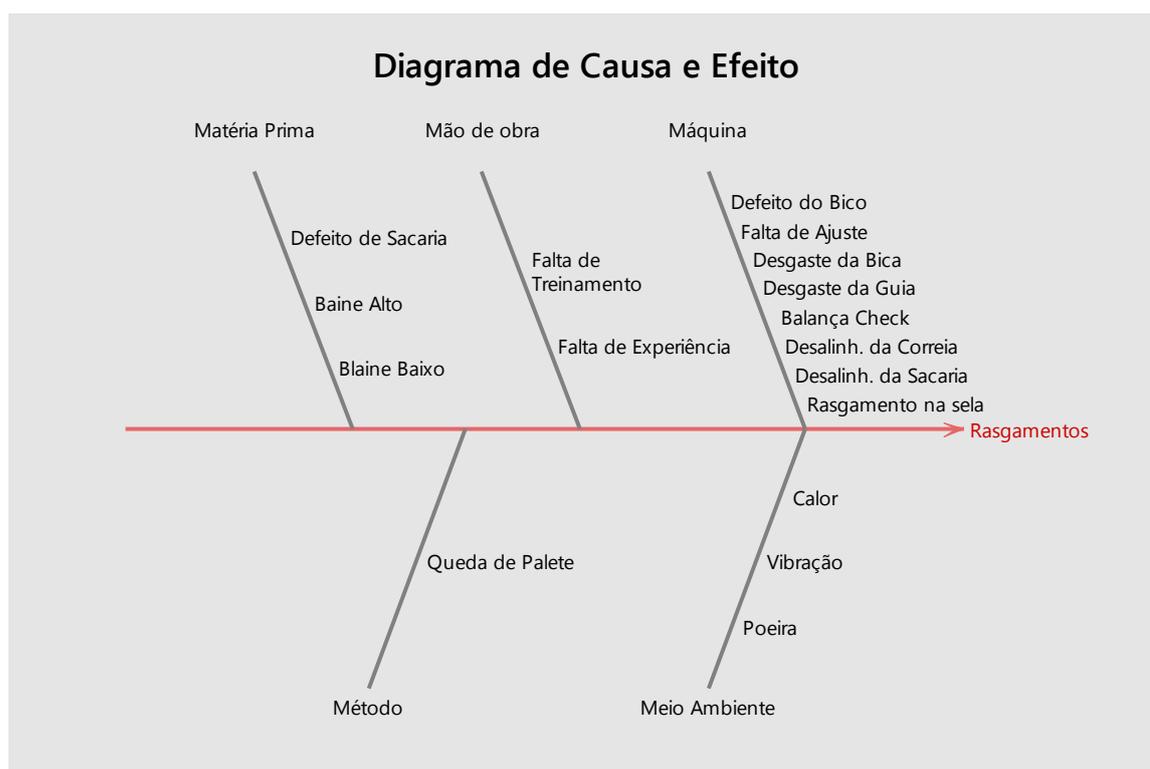
Fonte: A autora, 2017.

7.3 Analisar

Nessa etapa do processo obteve-se o auxílio das ferramentas, diagrama de causa e efeito, matriz de causa e efeito e da matriz de esforço e impacto.

Com o objetivo de ter uma visão mais ampla do processo e sobre todas as possíveis causas de rasgamentos no processo de ensacamento, foi realizado um *brainstorming* com toda a equipe que trabalha neste setor da empresa. A partir daí, foi utilizado o diagrama de causa e efeito, onde foi possível uma melhor percepção sobre as possíveis causas. A FIG. 11 ilustra o diagrama de causa e efeito do processo em estudo.

Figura 11 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: A autora, 2017.

Listadas as principais causas de rasgamento no processo de ensacamento de cimento granel, foi utilizada a matriz de causa e efeito com três colaboradores.

O esforço é avaliado de 0 a 10, sendo 0 o menor e 10 o maior esforço, a partir dessa avaliação é possível verificar qual índice de esforço é necessário para eliminar determinada causa que está gerando os rasgamentos de sacaria.

O impacto também é avaliado de 0 a 10, nele verifica-se, qual seria o impacto no índice de rasgamentos se as causas levantadas no diagrama de causa e efeito fossem solucionadas, sendo 0 o menor e 10 o maior impacto.

Logo após o uso da ferramenta, matriz de causa e efeito, com os entrevistados, foi montada a matriz QUADRO 6, que tem por finalidade orientar quais causas devem ser “atacadas” primeiras, levando em consideração o esforço e o impacto da mesma.

Quadro 6 - Matriz de Causa e Efeito

MATRIZ DE CAUSA E EFEITO											
10. 9. 8: Forte correlação		7. 6. 5. 4: Média Correlação				3. 2. 1: Baixa Correlação			0: Não há correlação		
Entrevistados		Entrevistado		Entrevistado		Entrevistado		Média Esforço	Média Impacto	Esforço de Eliminação da Variável no processo	Impacto da Variável no processo
X's Processo: "Rasgamentos"		1		2		3					
		Esforço	Impacto	Esforço	Impacto	Esforço	Impacto				
X01	Defeito do Bico	10	2	2	2	4	2	5	2	Alto	Baixo
X02	Falta de Ajuste	10	1	3	4	6	5	6	3	Alto	Baixo
X03	Desgaste da Bica	0	10	4	2	3	4	2	5	Baixo	Alto
X04	Desgaste da Guia	0	10	5	3	5	3	3	5	Baixo	Alto
X05	Balança Check Weigher	5	10	10	10	10	10	8	10	Alto	Alto
X06	Desalinhamento da Correia	0	10	1	1	2	4	1	5	Baixo	Alto
X07	Desalinhamento da Sacaria	0	10	2	2	3	5	2	6	Baixo	Alto
X08	Poeira	0	0	3	3	2	2	2	2	Baixo	Baixo
X09	Vibração	0	0	0	0	0	0	0	0	Baixo	Baixo
X10	Calor	10	5	0	0	0	2	3	2	Baixo	Baixo
X11	Falta de Treinamentos	5	5	1	1	4	4	3	3	Baixo	Baixo
X12	Falta de Experiência	10	10	1	1	5	6	5	6	Alto	Alto
X13	Queda de Palete	10	10	5	8	7	9	7	9	Alto	Alto
X14	Defeito de Sacaria	10	10	2	3	3	4	5	6	Alto	Alto
X15	Blaine Alto	8	5	6	6	5	5	6	5	Alto	Alto
X16	Blaine Baixo	0	10	0	0	0	3	0	4	Baixo	Baixo
X17	Rasgamento na sela	10	10	4	5	5	7	6	7	Alto	Alto

Fonte: A autora, 2017.

A FIG. 12 ilustra a matriz de esforço x impacto, montada a partir dos dados da matriz de causa e efeito, a matriz permite uma melhor percepção da complexidade das possíveis causas do processo, e assim evidencia quais causas devem ser atacadas primeiro.

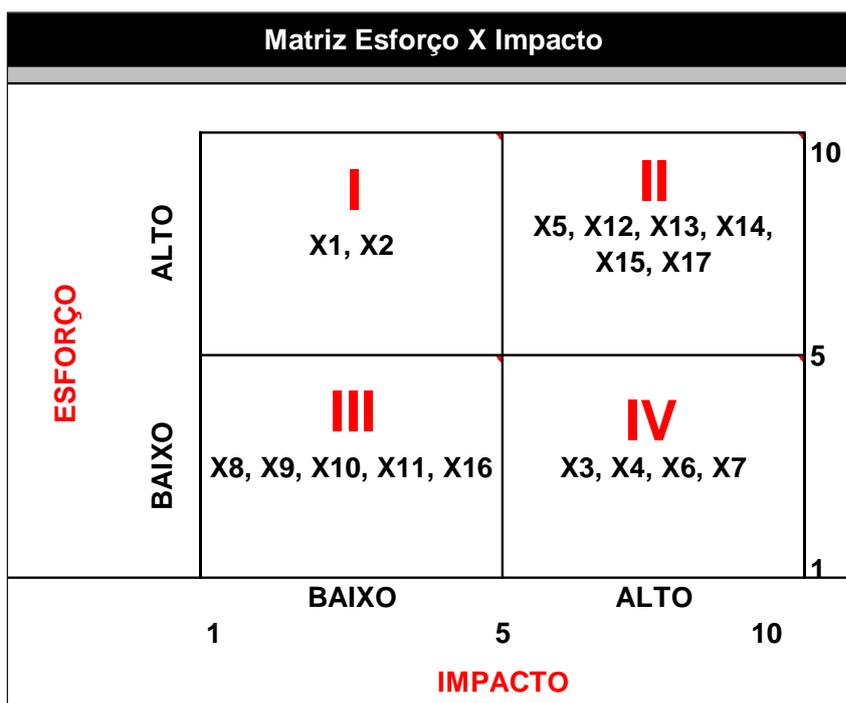
As causas devem ser atacadas de acordo com a teoria da matriz de esforço x impacto, dessa forma as causas que representem um alto impacto, mas que tem um esforço baixo para serem resolvidas, devem ser priorizadas, ou seja, todos os X's que estiverem no quadrante IV, vão ser atacados primeiro. Essa matriz evita que seja feito um esforço muito grande em uma causa de pouco impacto.

As causas que estiverem no quadrante III, baixo esforço e baixo impacto, também devem ser resolvidas, apesar de o foco ser o quadrante IV. As ações de baixo esforço e baixo impacto são as chamadas ver e agir (Kaizen), apesar do baixo

impacto, devem ser resolvidas, por se tratar de melhorias rotineiras. As causas com impacto e esforço 0 não serão tratadas, pois não afetam em nada no processo.

Dessa forma, evidencia-se que, as causas: X3, X4, X6, X7, X8, X10, X11 e X16 devem ser tratadas primeiro (QUADRO 7).

Figura 12 - Matriz Esforço x Impacto



Fonte: A autora, 2017.

Quadro 7 - Motivos base para o Plano de Ação

	Causas	Impacto Total	Esforço Total
X3	Desgaste da Bica	Alto	Baixo
X4	Desgaste da Guia	Alto	Baixo
X6	Desalinhamento da Correia	Alto	Baixo
X7	Desalinhamento da Sacaria	Alto	Baixo
X8	Poeira	Baixo	Baixo
X10	Calor	Baixo	Baixo
X11	Falta de Treinamentos	Baixo	Baixo
X16	Blaine Baixo	Baixo	Baixo

Fonte: A autora, 2017.

7.4 Melhorar

A etapa melhorar foi desenvolvida com base nos resultados obtidos na matriz de esforço x impacto. Por meio desta ferramenta, tornou-se possível, encontrar todas as causas que impactavam o processo, e quais seriam tratadas primeiro. Contudo, as maiores das motivações tenderam para problemas no equipamento. Apesar de serem feitas manutenções frequentes, subentende-se que o mesmo não está sendo realizado corretamente, o que afeta diretamente no processo e em seus indicadores.

O plano de ação foi elaborado com o propósito de focar mais precisamente nos recursos disponíveis na empresa, evitando aumentos nos custos do processo, o que torna este trabalho mais proveitoso, porém não são descartadas as possibilidades de investimentos, visto que os investimentos são em benefício próprio da empresa.

O APÊNDICE C contém o plano de ação, elaborado com foco total em eliminar as causas que impactam o processo, que faz com que o objetivo do trabalho seja alcançado.

7.4 Controlar

A etapa controlar não foi desenvolvida neste trabalho, devido à escassez de tempo, pois nessa etapa é realizado o cálculo do Seis Sigma seis meses após a implementação das ações, a partir daí, é feito um comparativo entre os índices para verificar se teve ou não uma melhora no processo.

8 CONCLUSÃO

Através da aplicação da metodologia Seis Sigma, usando o método DMAIC como ferramenta de análise de dados, constatou-se que a capacidade do processo é insatisfatória, tendo como consequência uma capacidade de 1,11 sigma. Além disso, o processo não consegue atender a meta de 0,20; contudo o processo apresenta uma grande quantidade de falhas, ocasionando assim altos índices de rasgamento de sacaria no processo de ensacamento de cimento granel. Depois de

realizada a análise da capacidade e capacidade, o trabalho foi conduzido a conhecer melhor o processo de ensacamento e os motivos que impactavam diretamente na sua execução, que faziam com que os índices de rasgamento aumentassem significativamente.

A análise do processo de ensacamento possibilitou o conhecimento dos motivos e causas de rasgamento, tornando possível a realização de um plano de ação, voltado para eliminar as causas com maior impacto e com baixo esforço de eliminação.

O plano de ação proposto foi embasado na execução correta dos processos, manutenções e treinamentos mais apurados sobre os mesmos, o que pode impactar diretamente nos índices atuais fazendo com que eles diminuam drasticamente.

Não foi possível executar a última etapa da metodologia que é aplicar o plano de ação no processo, ficando restrito apenas as quatro etapas. Após seis meses que o plano de ação for implementado, deverá ser recalculado a capacidade e capacidade do processo, para verificar se as medidas adotadas trouxeram resultados.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, C.; GUPTA, P.; WILSON, C. (2003) **Six Sigma Deployment**. New York: Butterworth Heinemann.
- ALMAS, F. (2003) **Implementação de controle estatístico de processos em uma empresa têxtil**. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI, Itajubá.
- ANTONY, F. (2004) **Some pros and cons of six sigma**: an academic perspective. The TQM Magazine, v. 16, n. 4, p. 303-306.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (2002) **Guia básico de utilização do cimento portland**. São Paulo.
- BARNES, R. M. (1982) **Estudo de movimentos e de tempos**. São Paulo: Edgard Blücher, 6ª ed.
- BATTAGIN, Arnaldo Forti (2006) **Uma breve história do cimento Portland**. Disponível em: < www.cimento.org.br >. Acesso 10 de maio de 2017.
- BEHR, A.; MORO, E. L. S.; ESTABEL, L. B. (2008) **Gestão da biblioteca escolar**: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v37n2/a03v37n2>>. Acesso em: 11 jun. 2017.
- BERK, J. (1997) **Administração da qualidade total**. São Paulo: IBRASA. XII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 07 a 09 de novembro de 2005.
- CICCO, F. (2003) **Seis Sigma** – a estratégia de gestão que está revolucionando as empresas.
- CIMENTO.ORG, Cimento no Brasil. Brasília, DF. Disponível em: <<http://http://cimento.org/cimento-no-brasil/>>. Acesso em: 12 de junho de 2017.
- CORRÊA, M. J. & NETO, A. C. (2009) **Estudo do controle e análise da capacidade do processo de produção de água potável**. XLI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2009, Porto Seguro. XLI SBPO - Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento, p. 1414-1424.
- CSN CIMENTOS (2015) **Integração sobre processos**. Minas Gerais: Power Point.
- DATALYZER (2006) **Vitaminas Dr. CEP**. Disponível em: <<http://www.datalyzer.com.br/site/suporte/administrador/info/arquivos/info58/58.html>>. Acesso em: 19 out. 2017.
- ECKES, G. (2001) **A revolução Seis Sigma**: O método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro. Tradução do livro: The Six Sigma Revolution. Por Reynaldo Cavalheiro Marcondes - Rio de Janeiro: Campus.

ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONTRUÍDO, 8, 2010, Canela. **Os indicadores de gerenciamento de processos. Estudo de caso - Furnas.** Rio Grande do Sul: ENTAC, 2010.

FERREIRA, R. (1999) **Estudo do Seis Sigma:** A qualidade como estratégia de negócio. São Paulo.

FOLARON, J. (2003) **The Evolution of Six Sigma.** *Six Sigma Forum Magazine*, v.2, n. 4.

GALUCH, L. (2002) **Modelo para a implementação das ferramentas básicas do controle estatístico do processo – CEP em pequenas empresas manufatureiras.** 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, Florianópolis, 2002.

GOH, T. N.; XIE, M. (2004) **Improving on the six sigma paradigm.** *The TQM Magazine*, v.16, n.4, p. 235-240.

GOMIDES, W. M. (1996) **Processo de fabricação de cimento.** Mato Grosso: Cimento Itaú.

GUIA SEIS SIGMA – **New To Six Sigma** – A Six Sigma Guide For Both Novice And Experienced Quality Practitioners. [2001-2004]. disponível em: <<http://www.issixsigma.com/library/content/six-sigma-newbie.asp>>. Último acesso em 20 de março de 2017.

HARRINGTON, J. (1997) **Business process improvement workbook:** documentation, analysis, design and management of business process improvement. New York: McGraw-Hill.

HARRY, M.; CRAWFORD, D. (2005) **SIX SIGMA – The next generation.** *Machine Design Cleveland, Estados Unidos*, v. 77, n.4, p. 126-130.

HARRY, M. J.; SCHROEDER, R. (2000) **Six Sigma:** the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations. London: Currency Publishers.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. (1998) **Six Sigma:** a breakthrough strategy for profitability. New York: Quality Progress.

HENSLEY, R.; DOBIE, K. (2005) **Assessing readiness for six sigma in a service setting.** *Managing Service Quality*, v.15, n.1, p.82-101.

KELLER, P. (2005). **“Six Sigma Demystified”**, McGraw-Hill, New York.

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

LOPES, P. A. (1999) **Probabilidades & Estatística.** 1. ed. Rio de Janeiro: R&A, 174 p.

MAROCO J. (2007) **Análise Estatística com a utilização do SPSS**. 3.ed. Edições Silabo, 842p.

MATOS, J. L. (2003) **Implementação de um projeto de melhorias em um processo de reação química em batelada utilizando o método DMAIC**. P.126. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre.

MORAES, C. F. (2006) **Estudo da utilização do gráfico de controle individual e do índice de capacidade sigma para dados não normais**. 166p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI, Itajubá.

MONTGOMERY, D. C. (2004) **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A..

OAKLAND, J. (1994) **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel.

PANDE, P. et al. (2000) **The Six Sigma Way: how GE, Motorola and other top companies are honing their performance**. New York: McGraw-Hill.

PANDE, P.; NEUMAN, R. P. e CAVANAGH, R. R. (2001) **Estratégia Seis Sigma: Como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark.

PERALTA, L. P.; BEZERRA, A. D. S. (2016) **Aplicação das ferramentas da qualidade em linha de montagem no setor de linha branca**. Disponível em: <www.uni7setembro.edu.br/ic2016/15-05-2016_225215994.docx>. Acesso em: 11 jun. 2017.

PORTER, L. (2000) **Six Sigma Excellence**. Quality world, p. 12-15.

PYZDEK, T. (2003) **The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, back Belts, and Managers at All Levels**. Now York: McGraw-Hill.

RAISINGHANI, M. S.; ET AL. (2005) **Six Sigma: concepts, tools, and applications**, Industrial Management & Data Systems, v. 105, p. 491-505. Emerald Group Publishing Limited.

RASIS, D.; GITLOW, H. S.; POOVICH, E. (2002-03) **Paper organizers international: a fictitious Six Sigma Green Belt case study**. I. Quality Engineering. v. 15, n. 1, p. 127-145.

RASMUSSEN, D. (2006) **“The SIPOC Picture Book”**, Oriel Incorporated.

RISSI, L. A. (2007) **Causas e efeitos da falta de araucária no estoque de uma empresa**. 52 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

ROTONDARO, R. (2002) **Seis Sigma**: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas.

ROTONDARO, Roberto G.; RAMOS, A. W.; RIBEIRO, C. O.; MIYAKE, D. I.; NAKANO, D.; LAURINDO, R. F. B., HO, L. L.; CARVALHO, M. M.; BRAZ, M. A.; BALESTRASSI, P. P. (2002) **Seis Sigma. Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo: Atlas.

SAMOHYL, R. W. (2009) **Controle Estatístico de Qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora LTDA.

SAMUEL, K.M.O. (1999) **Change for the better via ISO 9000 and TQM**. Management Decision, vol.37, n.4.

SCHOLTES, P. R. (1992) **Times da Qualidade**: Como usar equipes para melhorar a qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark.

SCUDINO, P. A. (2008) **A Utilização de Alguns Testes Estatísticos para Análise da Variabilidade do Preço do Mel nos Municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba**. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SENAPATI, N. R. (2004) **Six Sigma**: myths and realities. International Journal of Quality & Reability Manangement, v. 21, n.6, p. 683-690.

SETA DESENVOLVIMENTO GERENCIAL (2013) **Seis Sigma**: Ferramentas e Estatística Básica para Melhoria dos Processos. Campinas.

SCHREIBER, D. (2013) **Inovação e Aprendizagem organizacional**. Rio Grande do Sul: Feevale, p. 305-305.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 4, 2015, São Paulo. **Utilização do método DMAIC no processo de fabricação de feiras**. São Paulo: SINGEP, 2015.

SNIC, Resultados Preliminares. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.snic.org.br/pdfresultado/Resultados%20Preliminares%20Abril%202017.pdf>>. Acesso em: 12 de junho de 2017.

SOARES, G.M.V.P.P. (2001) **Aplicação do controle estatístico de processos em indústria de bebidas**. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2001.

SPENGLER, A.; STANTON, M.; ROWLANDS, H. (1999) Expert Systems Quality Tools for Quality Improvement. **Mechatronics Research Centre**, University of Wales College. P. 955-962.

TOLEDO, T. P. A. (2005) **Uma investigação sobre índices de capacidade com ênfase na metodologia Seis Sigma**. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI, Itajubá.

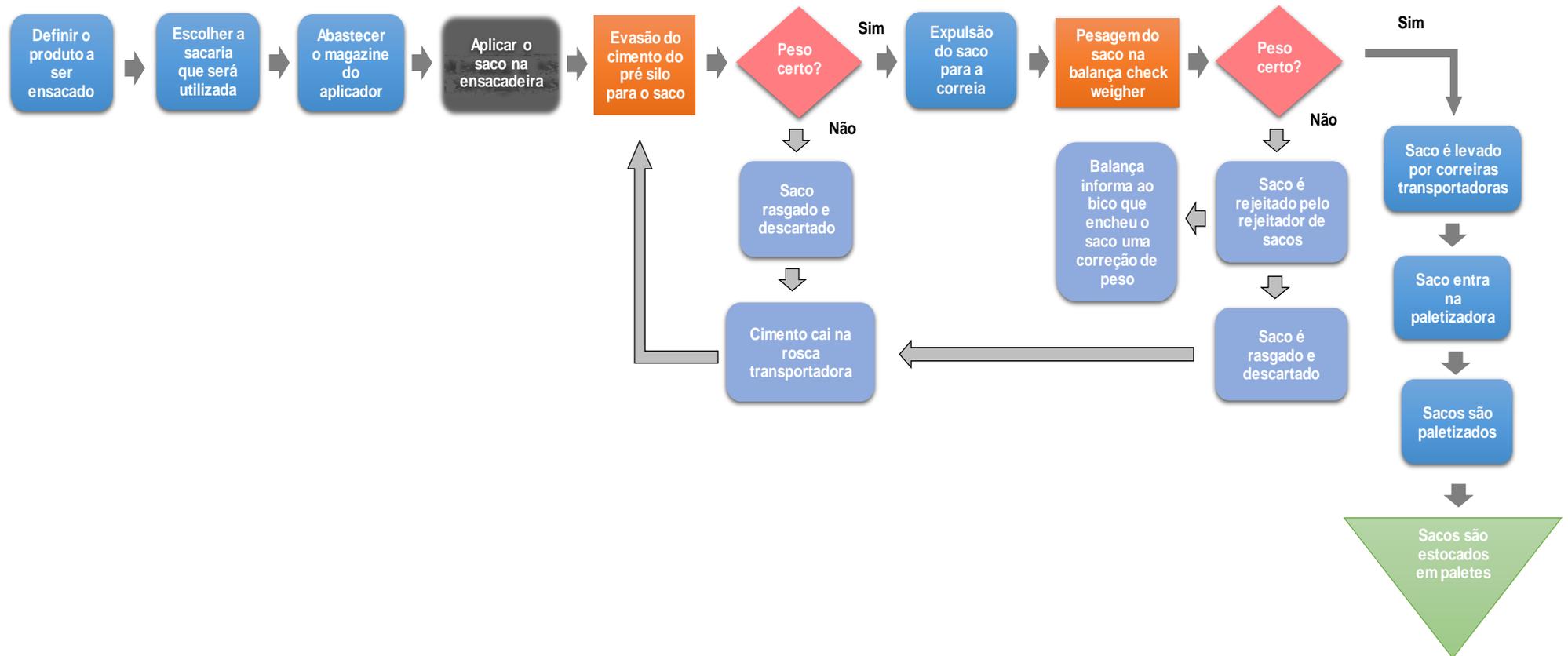
TORMAN, V. B. L. COSTER, R. RIBOLDI, J. (2012) **Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação.**

VIEIRA, S. (1999) **Estatística para a Qualidade.** 1. ed. Rio de Janeiro: Campus, 198 p.

WADSWORTH, H. M.; STEPHENS, K. S.; GODFREY, A. B. (1986) **Modern Methods for Quality Control and Improvement.** EUA: John Wiley, 690 p.

WERKEMA, M. (2002) **Criando a Cultura Seis Sigma.** 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark.

APÊNDICE A – Mapa de Processo



APÊNDICE B - Resultados das amostras dos 151 dias

Dia	Sacos Consumidos	Sacos Rasgados	% Real	Meta	Dia	Sacos Consumidos	Sacos Rasgados	% Real	Meta	Dia	Sacos Consumidos	Sacos Rasgados	% Real	Meta	Dia	Sacos Consumidos	Sacos Rasgados	% Real	Meta
1	0	0	0,00	0,20	39	33.832	108	0,32	0,20	77	21.433	99	0,46	0,20	115	36.670	35	0,10	0,20
2	10.704	30	0,28	0,20	40	42.229	76	0,18	0,20	78	26.542	82	0,31	0,20	116	58.507	105	0,18	0,20
3	47.816	76	0,16	0,20	41	34.075	72	0,21	0,20	79	33.569	42	0,13	0,20	117	58.042	105	0,18	0,20
4	30.535	109	0,36	0,20	42	31.593	100	0,32	0,20	80	42.088	67	0,16	0,20	118	66.836	112	0,17	0,20
5	27.346	40	0,15	0,20	43	43.433	79	0,18	0,20	81	60.919	82	0,13	0,20	119	52.683	72	0,14	0,20
6	24.817	72	0,29	0,20	44	24.559	53	0,22	0,20	82	43.359	88	0,20	0,20	120	376	3	0,80	0,20
7	35.975	166	0,46	0,20	45	29.719	96	0,32	0,20	83	39.061	84	0,22	0,20	121	0	0	0,00	0,20
8	36.743	75	0,20	0,20	46	32.878	104	0,32	0,20	84	33.183	77	0,23	0,20	122	0	0	0,00	0,20
9	25.905	56	0,22	0,20	47	51.041	94	0,18	0,20	85	784	4	0,51	0,20	123	52.786	132	0,25	0,20
10	16.756	96	0,57	0,20	48	32.828	207	0,63	0,20	86	13.969	22	0,16	0,20	124	50.753	122	0,24	0,20
11	51.423	142	0,28	0,20	49	31.280	138	0,44	0,20	87	55.926	87	0,16	0,20	125	27.010	40	0,15	0,20
12	38.644	114	0,30	0,20	50	39.395	148	0,38	0,20	88	55.573	113	0,20	0,20	126	28.349	82	0,29	0,20
13	46.985	145	0,31	0,20	51	64.832	201	0,31	0,20	89	48.328	71	0,15	0,20	127	476	0	0,00	0,20
14	37.996	95	0,25	0,20	52	30.827	71	0,23	0,20	90	58.287	100	0,17	0,20	128	20.108	63	0,31	0,20
15	46.141	107	0,23	0,20	53	32.395	74	0,23	0,20	91	18.034	56	0,31	0,20	129	47.500	156	0,33	0,20
16	29.908	81	0,27	0,20	54	43.269	92	0,21	0,20	92	0	0	0,00	0,20	130	25.781	34	0,13	0,20
17	53.344	125	0,23	0,20	55	43.196	109	0,25	0,20	93	31.367	64	0,20	0,20	131	55.791	207	0,37	0,20
18	46.914	115	0,25	0,20	56	49.304	146	0,30	0,20	94	43.596	70	0,16	0,20	132	32.540	92	0,28	0,20
19	35.153	112	0,32	0,20	57	36.412	69	0,19	0,20	95	55.455	121	0,22	0,20	133	19.928	97	0,49	0,20
20	42.880	124	0,29	0,20	58	16.795	73	0,43	0,20	96	46.503	150	0,32	0,20	134	0	0	0,00	0,20
21	48.378	129	0,27	0,20	59	17.262	64	0,37	0,20	97	34.386	35	0,10	0,20	135	29.791	154	0,52	0,20
22	701	2	0,29	0,20	60	24.474	104	0,42	0,20	98	22.112	14	0,06	0,20	136	31.796	159	0,50	0,20
23	23.073	60	0,26	0,20	61	31.320	104	0,33	0,20	99	6.468	6	0,09	0,20	137	41.072	72	0,18	0,20
24	49.806	98	0,20	0,20	62	43.007	83	0,19	0,20	100	6.856	5	0,07	0,20	138	55.781	133	0,24	0,20
25	17.811	45	0,25	0,20	63	42.994	101	0,23	0,20	101	53.657	44	0,08	0,20	139	46.550	113	0,24	0,20
26	34.592	76	0,22	0,20	64	9.458	18	0,19	0,20	102	42.297	40	0,09	0,20	140	42.610	85	0,20	0,20
27	34.882	72	0,21	0,20	65	15.931	25	0,16	0,20	103	38.703	75	0,19	0,20	141	47.954	88	0,18	0,20
28	35.289	70	0,20	0,20	66	41.610	164	0,39	0,20	104	20.578	20	0,10	0,20	142	2.382	8	0,34	0,20
29	0	0	0,00	0,20	67	40.340	128	0,32	0,20	105	9.170	22	0,24	0,20	143	29.187	23	0,08	0,20
30	13.314	53	0,40	0,20	68	41.107	92	0,22	0,20	106	0	0	0,00	0,20	144	18.368	48	0,26	0,20
31	53.281	99	0,19	0,20	69	38.482	115	0,30	0,20	107	24.121	65	0,27	0,20	145	30.561	69	0,23	0,20
32	44.004	107	0,24	0,20	70	45.746	96	0,21	0,20	108	42.873	64	0,15	0,20	146	48.456	61	0,13	0,20
33	49.807	132	0,27	0,20	71	22.785	33	0,14	0,20	109	40.347	90	0,22	0,20	147	38.676	84	0,22	0,20
34	26.219	126	0,48	0,20	72	30.713	60	0,20	0,20	110	56.322	124	0,22	0,20	148	26.972	28	0,10	0,20
35	35.168	77	0,22	0,20	73	26.476	60	0,23	0,20	111	21.917	67	0,31	0,20	149	13.028	24	0,18	0,20
36	15.031	18	0,12	0,20	74	39.957	91	0,23	0,20	112	728	4	0,55	0,20	150	29.725	110	0,37	0,20
37	39.434	52	0,13	0,20	75	25.479	118	0,46	0,20	113	0	0	0,00	0,20	151	39.926	84	0,21	0,20
38	26.887	61	0,23	0,20	76	28.220	83	0,29	0,20	114	3.649	9	0,25	0,20					

APÊNDICE C – Plano de Ação

PLANO DE AÇÃO					
Nome da organização: Fábrica de Cimento					
Responsável pelo P. A.: Glaucimar Rabelo Moreira			Data de Elaboração do P. A.:		
O QUE?	QUEM FARÁ?	ONDE?	QUANDO?	POR QUE?	COMO FAZER?
Desgaste da Bica; Desgaste da Guia	Equipe de Manutenção	Na bica e na guia da ensacadeira	Quando notar desgaste nas peças do processo	Para evitar que os sacos rasguem no equipamento	Realizar manutenções preventivas
Desalinhamento da Correia; Desalinhamento da Sacaria	Equipe de Manutenção	Nas correias transportadoras	Quando houver rasgamentos no transporte das sacarias dentro do processo	Para evitar rasgamento de sacos no transporte entre as etapas do processo	Aumentar a frequência das manutenções preventivas
Poeira	Equipe de Limpeza	Em toda área do processo de ensacamento	Quando houver rasgamento de sacos com material; vazamento de cimento	Para evitar que o material se espalhe	Confeccionar um procedimento de limpeza com escopo definido para os equipamentos, correias transportadoras e galpão
Calor	Equipe de Manutenção	Na ensacadeira e paletizadora	Quando apresentar um aquecimento fora dos padrões do equipamento	Para evitar danos nos equipamentos e desajuste nas programações	Realizar manutenções preventivas e manter os equipamentos lubrificados
Falta de Treinamentos	Equipe de Recursos Humanos	Nas funções e nos treinamentos introdutórios	Quando contratar um novo colaborador ou sempre que um colaborador estiver exercendo suas atividades de maneira inadequada, divergente dos métodos corretos; quando houver revisão do procedimento operacional	Para garantir um melhor entendimento sobre o processo; aumentar o desempenho do colaborador; aumentar a lucratividade; melhorar os processos existentes na ensacadeira e consequentemente diminuir os índices de rasgamento do processo	Realizar treinamento de reciclagem com os colaboradores que trabalham no setor de ensacamento da empresa; realizar treinamentos introdutórios com mais clareza para que o novo colaborador consiga entender o processo
Blaine Baixo	Equipe da Produção	No processo de produção do cimento	Quando produzir cimento nas moagens	Para garantir que o saco suporte o volume de cimento que é enviado	Manter o cimento por mais tempo na moagem