



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
Curso de Engenharia Mecânica

ANTONIO JOSIEL DE BRITO SILVA

**APLICAÇÃO DO MASP PARA MELHORIA DA QUALIDADE DOS BOCAIS
ANTIFURTO FABRICADOS PELA EMPRESA GRAEL**

São Luís

2017

ANTONIO JOSIEL DE BRITO SILVA

**APLICAÇÃO DO MASP PARA MELHORIA DA QUALIDADE DOS BOCAIS
ANTIFURTO FABRICADOS PELA EMPRESA GRAEL**

Monografia graduação apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador:
Prof. Me. Abraão Ramos da Silva

São Luís
2017

Silva, Antônio Josiel de Brito.

Aplicação do MASP para melhoria da qualidade dos bocais antifurtos fabricado pela empresa Grael / Antônio Josiel de Brito Silva. – São Luís, 2017.

72 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Me. Abraão Ramos da Silva.

1. Qualidade. 2. Bocal. 3. Cabeça. I. Título.

CDU 62-225:005.6

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E PRODUÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**APLICAÇÃO DO MASP PARA MELHORIA DA QUALIDADE DOS BOCAIS
ANTIFURTO FABRICADOS PELA EMPRESA GRAEL**

Autor: Antônio Josiel de Brito Silva

Orientador: Prof. Me. Abraão Ramos da Silva

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Monografia

Prof. Me Abraão Ramos da Silva (Orientador)

Mestre em logística e pesquisa operacional

Universidade Federal do Ceará

Prof.^a Me Núbia Célia Bergê Cutrim

Mestre em engenharia mecânica

Universidade Estadual de Campinas

Prof.^a Raquel Gomes de Araújo

Graduação em engenharia mecânica

Instituto Federal do Maranhão

São Luís/MA, 04 de dezembro de 2017

A Deus que sempre me deu forças para seguir em frente, e a minha família de um modo geral que teve participação fundamental para que esse momento fosse realizado.

AGRADECIMENTOS

A Deus por esse mais esse momento na minha vida, a minha família que sempre me apoiou e se uniu para que esse sonho fosse realizado, aos meus amigos pelos momentos alegres que passamos para diminuir a tensão de tal responsabilidade e ao meu patrão por ter me liberado uma semana para que eu pudesse estar com foco total nesse trabalho.

“Pensar é fácil, agir é difícil, mas a vida só pertence aos que sabem unir o pensamento à ação”.

Viana Moog

RESUMO

Neste trabalho, será demonstrado como a metodologia do MASP foi aplicada para solucionar os problemas de fabricação e melhorar a qualidade dos bocais antifurtos desenvolvidos pela empresa GRAEL e vendidos a VALE SA. Irão ver também, como foi aplicado cada passo dessa metodologia, as ferramentas utilizadas para verificar, analisar, planejar, agir e padronizar esses problemas, os planos de ações tomados para diminuir e/ou elimina-los, a importância da padronização para o controle do processo e evitar que esses erros voltem a acontecer. Além disso, será demonstrado também as melhorias que foram alcançadas com esse método através de análises gráficas antes e depois das medidas que foram tomadas durante o processo.

Palavras chaves: Bocal; Encaixe; Soldagem; Cabeça.

ABSTRACT

In this work, it is demonstrated how a methodology of MASP was applied to solve the problems of manufacturing and improve the quality of anti-theft products developed by the company GRAEL and sold to VALE SA. They will also see, as it was applied at each step of the methodology, as tools to validate, analyze, plan, act and standardize these problems, action plans taken to decrease and / or eliminate them, a value of standardization for process control and prevent these errors from happening again. In addition, it will also be demonstrated how improvements have been achieved with this method through graphic analyzes before and after the measures that were taken during the process.

Keywords: Nipple; Fitting; Welding; Head.

Lista de Figuras

Figura 1 - Ciclo PDCA de controle de processos.....	19
Figura 2 - Utilização do ciclo PDCA para manutenção e melhoria da diretriz de controle de processo.....	21
Figura 3 - Conceito de melhoramento contínuo baseado na conjugação dos ciclos PDCA de manutenção e melhorias.....	21
Figura 4 - Método de solução de problema – QC Story.....	24
Figura 5 - Exemplo de folha de verificação.....	27
Figura 6 - Diagrama de Pareto.....	28
Figura 7 - Exemplo diagrama de Causa e Efeito.....	31
Figura 8 - Exemplo de fluxograma funcional.....	32
Figura 9 - Exemplo de gráfico de controle.....	34
Figura 10 - Exemplo de estratificação.....	35
Figura 11 - Exemplo de matriz GUT.....	36
Figura 12 - Exemplo de aplicação do 5W2H.....	36
Figura 13 - Bocal antigo.....	41
Figura 14 - Cabeça.....	41
Figura 15 - Rosca com flange.....	42
Figura 16 - Pescoço.....	42
Figura 17 - Bolacha com e sem furos.....	43
Figura 18 - Gatilho.....	43
Figura 19 - Tampa.....	43
Figura 20 - Bocal montado.....	44
Figura 21 - Gráfico de Pareto para análise de defeitos dos bocais.....	46
Figura 22 - Gráfico de Pareto de fatores que implicam no problema de encaixe da tampa.....	47
Figura 23 - Diagrama de Causa e Efeito para o tamanho irregular da cabeça.....	48
Figura 24 - Tamanho final da cabeça dentro das especificações.....	49
Figura 25 - Carta Xbarra do diâmetro das cabeças.....	50
Figura 26 - Protótipo desenvolvido para análise do excesso de solda.....	52
Figura 27 - Protótipo desenvolvido sendo testado em área.....	52
Figura 28 - Carta Xbarra do diâmetro das cabeças após o plano de ação.....	53
Figura 29 - Excesso de solda removido controlado.....	54
Figura 30 - Fluxograma do procedimento padrão para a fabricação das cabeças.....	55

Figura 31 - Gráfico de Pareto de fatores que implicam no problema de vazamento	57
Figura 32 - Corpo do bocal.....	57
Figura 33 - Digrama de Causa e Efeito da soldagem ruim ao corpo do bocal	58
Figura 34 - Digrama de Causa e Efeito da bolacha diminuindo o escoamento.....	58
Figura 35 - Bocal com a solda externa realizada.....	61
Figura 36 - Exemplo de estampagem de repuxo	62
Figura 37 - Matriz e punção para o repuxo	62
Figura 38 - Realizando o processo de repuxo.....	63
Figura 39 - Bolacha após o processo de repuxo	63
Figura 40 - Gráfico de Pareto de fatores de vazamento após plano de ação	64
Figura 41 - Fluxograma do processo de fabricação da bolacha	65
Figura 42 - Gráfico de Pareto para análise de defeitos dos bocais após aplicação do MASP..	67

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Folha de verificação dos principais problemas dos bocais antifurtos	45
Tabela 2 - Estratificação do problema de encaixe da tampa	47
Tabela 3 - Folha de verificação dos problemas de encaixe da tampa.....	47
Tabela 4 - Tabela com as amostras para análise do gráfico de controle do diâmetro das cabeças	49
Tabela 5 - Plano de ação para o problema de tamanho irregular da cabeça.....	51
Tabela 6 - Tabela as amostras para análise do gráfico de controle após o plano de ação	53
Tabela 7 - Estratificação do problema de vazamento.....	56
Tabela 8 - Folha de verificação dos problemas de vazamento	56
Tabela 9 - Matriz GUT para as causas do problema de soldagem ruim da cabeça.....	59
Tabela 10 - Matriz GUT para as causas do problema da bolacha diminuindo o escoamento..	59
Tabela 11 - Plano de ação para os problemas de aerodinâmica e soldagem interna	60
Tabela 12 - Folha de verificação dos problemas de vazamento	64
Tabela 13 - Folha de verificação dos principais problemas dos bocais antifurtos após aplicação do MASP.	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa	16
1.2. Objetivos	17
1.2.1 <i>Objetivo geral</i>	17
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Padronização e melhoria	18
2.2 O ciclo PCDA	18
2.3 O ciclo PDCA na manutenção e melhorias.....	20
2.4 Ciclo PDCA na análise de problemas	22
2.5. Ferramentas de gerenciamento.....	26
2.5.1. <i>Folha de verificação</i>	27
2.5.2. <i>Diagrama de Pareto</i>	28
2.5.3. <i>Diagrama de Causa e Efeito</i>	29
2.5.4. <i>Fluxograma</i>	31
2.5.5. <i>Controle Estatístico de Processo</i>	32
2.5.6. <i>Estratificação</i>	34
2.5.7. <i>Matriz GUT</i>	35
2.5.8. <i>5W2H</i>	36
3. METODOLOGIA	37
4. ESTUDO DE CASO	39
4.1. Perfil da empresa.....	39
4.2. Problemática.....	40
4.3. Solução apresentada pela GRAEL	40
4.4. O bocal antifurto	41
4.5. Problemas na fabricação	44
4.6. Aplicação do MASP na melhoria dos bocais antifurtos.....	45
4.6.1. <i>Passo 1 – Identificação do problema (P)</i>	45
4.6.2. <i>Passo 2 – Observação (P)</i>	46
4.6.3. <i>Passo 3 – Análise (P)</i>	48
4.6.4. <i>Passo 4 – Plano de ação (P)</i>	50
4.6.5. <i>Passo 5 – Execução (D)</i>	51

4.6.6.	<i>Passo 6 – Verificação (C)</i>	53
4.6.7.	<i>Passo 7 - Padronização (A)</i>	54
4.6.8.	<i>Passo 8 – Conclusão (A)</i>	55
4.7.	Aplicação do MASP para o problema de vazamento.....	56
4.7.1.	<i>Passo 2 – Observação (P)</i>	56
4.7.2.	<i>Passo 3 – Analise (P)</i>	58
4.7.3.	<i>Passo 4 – Plano de ação (P)</i>	60
4.7.4.	<i>Passo 5 – Execução (D)</i>	61
4.7.5.	<i>Passo 6 – Verificação (C)</i>	64
4.7.6.	<i>Passo 7 - Padronização (A)</i>	65
4.7.7.	<i>Passo 8 – Conclusão (A)</i>	66
5.	RESULTADOS E DISCURSÕES	67
6.	CONCLUSÃO	69
	REFERÊNCIAS	71

1. INTRODUÇÃO

Segundo Campos (2014), “Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo as necessidades do cliente”. No que diz respeito a produção, Crosby (1979) fala que qualidade é “conformidade com as exigências”, e Gilmore (1974) destaca que “qualidade é o grau em que o produto está de acordo com o projeto ou especificação”.

Vimos que inúmeras são as definições de qualidade, ela pode estar baseada a diversos fatores como produto, usuário, produção, valor, desempenho, características, confiabilidade, conformidade, durabilidade atendimento e etc. Mas estabelecer um padrão de qualidade é uma tarefa que toda empresa busca para satisfazer as necessidades e exigências dos seus clientes.

A GRAEL – Comercio e Manutenção é uma empresa que sempre busca atender as necessidades de seus clientes com produtos inovadores, confiáveis, de qualidade e desenvolvidos de acordo com a necessidade de cada um. Com todas essas qualidades, a maior mineradora do país (VALE SA) nos propôs um trabalho de desenvolver um tipo especial de bocal antifurto de combustíveis das suas locomotivas, a empresa logo apresentou uma solução inovadora que foi testada e aprovada pela mineradora. No entanto, a fabricação desses bocais não é uma tarefa tão simples e as vezes a qualidade do produto entregue não tem agradado a mineradora. Como a qualidade dos produtos é uma exigência do nosso maior cliente, a GRAEL logo buscou medidas de resolver esse problema e procurou adotar uma metodologia de análise e solução de problemas, então passamos a adotar o MASP como referência para solução desses problemas.

O MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) é um processo de melhoria que apresenta 8 etapas, sendo que cada uma delas contribui para a identificação dos problemas e a elaboração de ações corretivas e preventivas para eliminá-los ou minimizá-los. Este método auxilia os gerentes na solução de problemas, fornecendo subsídios para analisá-los e priorizá-los, identificando situações que não foram bem definidas e exigem atenção. Estabelece rápido controle das situações e planeja o trabalho que será realizado, apresentando respostas que ajudam na priorização de problemas que exijam atenção, dividindo-o em partes para ser analisado. (Bastiani, 2013).

O MASP é um desdobramento do ciclo da qualidade ou ciclo PDCA (Em inglês: “Plan, Do, Check, Act”; ou seja: planejar, executar, verificar, atuar) é um instrumento básico de

controle gerencial, e constitui o fundamento da gestão da qualidade total. O ciclo PDCA é utilizado para manutenção no nível de controle (ou cumprimento das diretrizes de controle), quando o processo é repetitivo o plano (P) consta de uma meta que é a faixa aceitável de valores e de um método que compreende os procedimentos padrão de operação. Portanto, o trabalho executado por meio do ciclo PDCA na manutenção consta essencialmente do cumprimento de procedimentos-padrão de operação (Standard Operation Procedures – SOP). Os itens de controle neste caso são faixas de valores-padrão como, por exemplo, qualidade-padrão, custo-padrão, prazo-padrão, quantidade padrão etc. (Campos, 2014).

O Ciclo PDCA também é utilizado na melhoria do nível de controle (ou melhoria da “diretriz de controle”). Neste caso o processo não é repetitivo e o plano consta de uma meta que é um valor definido (por exemplo: reduzir o número de reclamações em 50%) e de um método, que compreende aqueles procedimentos próprios necessários para se atingir a meta. Esta meta é o novo “nível de controle” pretendido. (Campos, 2014).

Como se viu, o PDCA é um método que tem por objetivo a manutenção e a melhoria dos processos. Em cada etapa de sua aplicação são utilizadas diversas ferramentas. A literatura arrola dezenas delas, para as mais diversas finalidades e com variadas nomenclaturas. (Junior, et al. 2006). Portanto, para a aplicação do MASP é fundamental o conhecimento e domínio de algumas dessas ferramentas para garantir um bom processo de melhoria na qualidade.

Desta forma, o estudo em questão visa identificar os principais problemas de fabricação que estão prejudicando a qualidade dos bocais antifurtos fabricados pela GRAEL, desenvolver ações corretivas para amenizar ou eliminar esses problemas através da aplicação das etapas dos MASP, visando garantir um produto confiável, duradouro e boa qualidade.

1.1 Justificativa

O furto de combustível é um dos grandes problemas que a VALE possui, inúmeros já foram os casos registrados pela empresa desse tipo de ação que causa milhões em prejuízo para a empresa. Portanto, tentar diminuir esse problema foi uma missão proposta da mineradora a GRAEL – Comercio e Manutenção.

A GRAEL, portanto, desenvolveu um modelo de bocal antifurto testado e aprovado pela mineradora. No entanto, a qualidade na fabricação desses bocais tem sido a principal reclamação da VALE com a empresa.

Então, tendo em vista essa reclamação decidimos aplicar um sistema de melhorias para a fabricação desses bocais, após pesquisar sobre vários métodos de melhoria continua, foi decidido adotar o MASP como modelo para esse problema.

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Aplicar o MASP para a melhoria da qualidade dos bocais antifurto fabricados pela empresa GRAEL, utilizar as ferramentas da qualidade para analisar e desenvolver ações corretivas afim de amenizar ou eliminar esses problemas, garantindo um produto mais confiável ao cliente.

1.2.2. Objetivos específicos

- Verificar quais problemas estão causando grandes inconformidades;
- Analisar o porquê destas irregularidades;
- Desenvolver planos de ações para resolver os problemas;
- Padronizar os problemas resolvidos;
- Diminuir o número de peças defeituosas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Padronização e melhoria

Segundo Junior (2006) a padronização é de fundamental importância para as organizações. Um dos maiores sucessos da produção em massa, caracterizada pelo desenvolvimento da linha de montagem da Ford e pela administração científica da produção, foi a padronização de peças e componentes. A passagem da produção artesanal para a produção em massa só foi possível devido ao desenvolvimento de sistemas e padrões que tornaram as peças e componentes intercambiáveis, podendo ser utilizadas em processos seriados.

Mas não basta padronizar processos, métodos, peças e componentes. É preciso melhorá-los continuamente. A gestão da qualidade inclui um sistema de gestão composto por princípios, técnicas, métodos e ferramentas. A promoção da padronização e da melhoria de processo, bens e serviços se dá através da participação e do comprometimento de todos os colaboradores. Estes devem estar imbuídos de uma filosofia de melhoramento contínuo, normalmente representada pelo ciclo PDCA e seus desdobramentos, a fim de se alcançar a satisfação e a superação das expectativas de todas as partes envolvidas: clientes, acionistas, fornecedores, sociedade e colaboradores.

A padronização também é importante para permitir a análise crítica e a consequente melhoria dos procedimentos e métodos da empresa, pois propicia uma perspectiva concreta do que analisar e melhorar. Outra forma de entender o conceito e a importância da padronização e da melhoria é através da aplicação do ciclo PDCA.

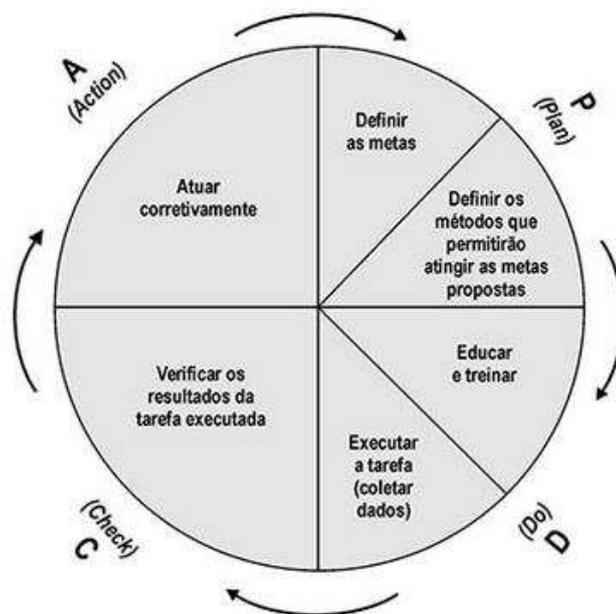
2.2 O ciclo PCDA

A filosofia do melhoramento contínuo possui sua mais conhecida representação o ciclo PDCA, também conhecido, como ciclo de Shewhart, seu idealizador ou como ciclo de Deming, o responsável por seu desenvolvimento e reconhecimento.

O ciclo PDCA é um método gerencial para a promoção da melhoria contínua e reflete, em suas quatro fases, a base da filosofia do melhoramento contínuo. Praticando-as de forma cíclica e ininterrupta, acaba-se por promover a melhoria contínua e sistemática na organização,

consolidando a padronização de práticas. As quatro fases são mostradas na figura 1 e exemplificadas a seguir. (Junior, et al. 2006)

Figura 1 - Ciclo PDCA de controle de processos



Fonte: Campos (2014)

1ª Fase – *Plan* (Planejamento). Deve-se estabelecer os objetivos e metas, para que sejam desenvolvidos métodos, procedimentos e padrões para alcançá-los. Normalmente, as metas são desdobradas do planejamento estratégico e representam requisitos do cliente ou parâmetros e características de produtos, serviços ou processos. Os métodos contemplam os procedimentos e as orientações técnicas necessárias para se atingirem as metas.

2ª Fase – *Do* (execução). Esta é a fase de implementação do planejamento. É preciso fornecer educação e treinamento para execução dos métodos desenvolvidos na fase de planejamento. Ao longo da execução deve-se coletar os dados que serão utilizados na fase de verificação. Quando o pessoal envolvido na execução vem participando desde a fase de planejamento, o treinamento, em geral, deixa de ser necessário.

3ª Fase – *Check* (verificação). É quando se verifica se o planejamento foi consistente alcançado através da comparação entre as metas desejadas e os resultados obtidos. Normalmente, usam-se para isso ferramentas de controle e acompanhamento como cartas de controle, histogramas, folhas de verificação, entre outras. É importante ressaltar que essa comparação deve ser baseada em fatos e dados e não em opiniões ou intuição.

4ª Fase – Act (agir corretivamente). Nesta fase têm-se duas alternativas. A primeira consiste em buscar as causas fundamentais a fim de prevenir a repetição dos efeitos indesejados, no caso de não terem sido alcançadas as metas planejadas. A segunda, em adotar como padrão o planejamento na primeira fase, já que as metas planejadas foram alcançadas.

Girar o ciclo PDCA significa obter previsibilidade nos processos e aumento da competitividade organizacional. A previsibilidade acontece pela obediência aos padrões, pois quando a melhoria é bem-sucedida, adota-se o método planejado, padronizando-o; caso contrário, volta-se ao padrão anterior e recomeça-se a girar o PDCA.

2.3 O ciclo PDCA na manutenção e melhorias

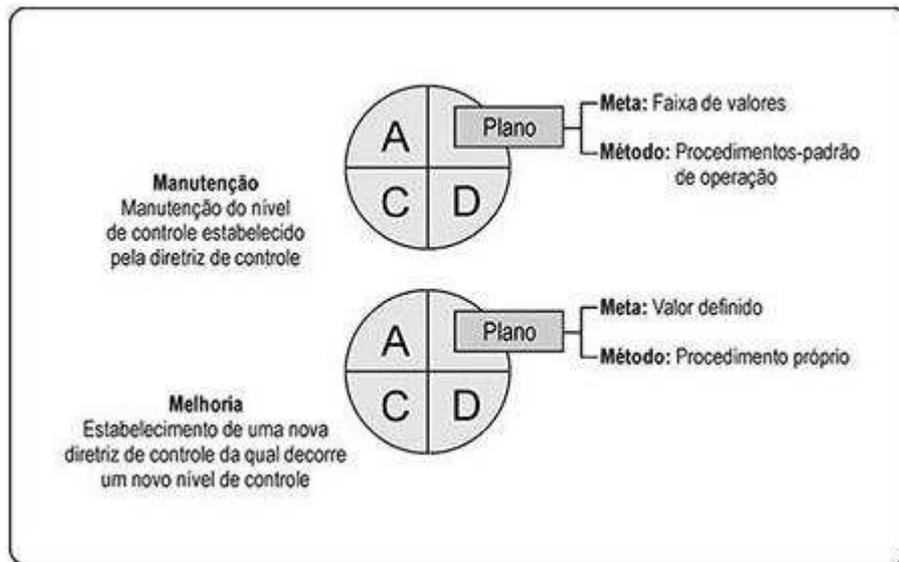
O ciclo PDCA de controle pode ser utilizado para manter e melhorar as diretrizes de controle de um processo.

O ciclo PDCA é utilizado para manutenção no nível de controle (ou cumprimento das diretrizes de controle), quando o processo é repetitivo o plano (P) consta de uma meta que é a faixa aceitável de valores e de um método que compreende os procedimentos padrão de operação. Portanto, o trabalho executado por meio do ciclo PDCA na manutenção consta essencialmente do cumprimento de procedimentos-padrão de operação (Standard Operation Procedures – SOP). Os itens de controle neste caso são faixas de valores-padrão como, por exemplo, qualidade-padrão, custo-padrão, prazo-padrão, quantidade padrão etc. (Campos 2014)

O Ciclo PDCA também é utilizado na melhoria do nível de controle (ou melhoria da “diretriz de controle”). Neste caso o processo não é repetitivo e o plano consta de uma meta que é um valor definido (por exemplo: reduzir o número de reclamações em 50%) e de um método, que compreende aqueles procedimentos próprios necessários para se atingir a meta. Esta meta é o novo “nível de controle” pretendido. (Campos 2014)

Todos na empresa (diretores, gerentes, técnicos e operadores) utilizam o ciclo PDCA das duas maneiras indicadas na figura 2. No entanto, os operadores utilizam o ciclo PDCA mais intensamente na manutenção, pois o seu trabalho é essencialmente o cumprimento de padrões. Os operadores utilizam o ciclo PDCA nas melhorias quando participam dos círculos de controle da qualidade (CCQ).

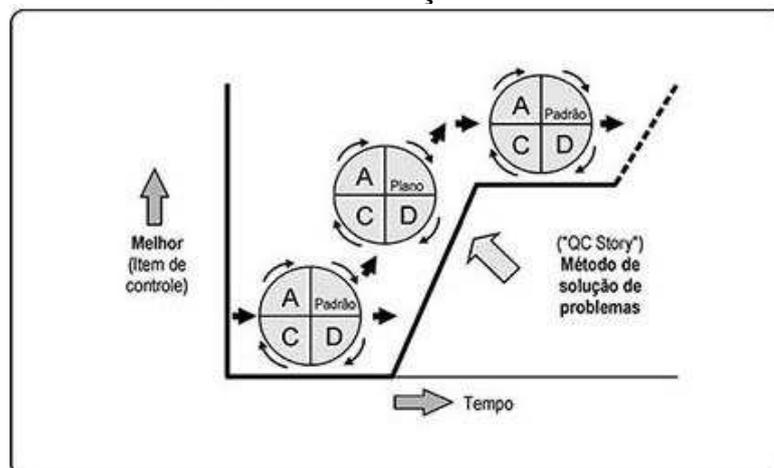
Figura 2 - Utilização do ciclo PDCA para manutenção e melhoria da diretriz de controle de processo



Fonte: (Campos 2014)

O caminho do sucesso para obter melhorias contínuas nos processos é conjugar os dois tipos de gerenciamento: manutenção e melhorias, como mostra a figura 3. Melhorar continuamente um processo significa melhorar continuamente os seus (padrões de equipamento, padrões de materiais, padrões técnicos, padrões de procedimento, padrões de produtos e etc.). Cada melhoria correspondente ao estabelecimento de um novo nível de controle (novo valor-meta para um item de controle). Em outras palavras, cada melhoria corresponde ao estabelecimento de uma nova diretriz de controle.

Figura 3 - Conceito de melhoramento contínuo baseado na conjugação dos ciclos PDCA de manutenção e melhorias



2.4 Ciclo PDCA na análise de problemas

Uma das aplicações mais usuais do ciclo PDCA é utilizá-lo na análise e na solução de problemas, permitindo a realização do controle da qualidade em toda a empresa. É preciso que esse método gerencial seja dominado por todos na organização, já que promove o tratamento adequado de problemas, a padronização da melhoria contínua e o desenvolvimento de oportunidades. (Junior, et al. 2006)

O Ciclo PDCA pode ser desdobrado em etapas ou passos, sendo normalmente conhecido como *método de análise e solução de problemas* (Masp). Mas encontra-se na literatura e no mercado diversas outras denominações cujos passos sugeridos se assemelham, como *método de análise e melhoria de processos* (Mamp) e *Quality circle story* (QC Story). Esses métodos, estruturados e sistemáticos, são utilizados pelas equipes para a resolução de problemas. (Junior, et al. 2006).

Conforme Junior (2006) problema é o efeito indesejado de um processo; é um resultado com o qual não se está satisfeito. Sendo a meta o resultado desejado de um processo, problema é uma meta que não foi alcançada. É importante separar efeito de causa, pois, para um mesmo problema (efeito), pode-se ter uma série de causas, que uma vez eliminadas ou controladas farão com que o problema seja solucionado ou fique sob controle.

Ao utilizar o desdobramento do ciclo PDCA na análise de problemas a equipe de melhoria passa a seguir uma metodologia estruturada que permite evitar que sejam tomadas decisões precipitadas acerca do problema, propiciando o seu claro entendimento, permitindo optar pelo caminho mais rápido e de melhor custo-benefício, esgotando todas as possíveis soluções. (Junior, et al. 2006)

Campos (2014) ressalta que as empresas têm problemas que as privam de obter melhor produtividade e qualidade de seus produtos, além de prejudicar sua posição competitiva. Temos a tendência de achar que sabemos a solução desses problemas somente baseados na experiência ou naquilo que julgamos ser o conhecimento certo. No entanto, o verdadeiro *expert* é aquele que alimenta seu conhecimento e sua experiência com fatos e dados e, dessa maneira, se assegura de usar esse conhecimento e essa experiência, principalmente seu tempo, na direção certa. Infelizmente nem todas as pessoas experientes e de profundo conhecimento são necessariamente verdadeiros experts e tendem a ser barreiras na procura do verdadeiro conhecimento. Os fatos e dados são os únicos critérios do verdadeiro conhecimento. “Deixem os fatos e os dados falarem”.

Para se encontrar o verdadeiro caminho para a solução de problemas, é necessário ter *uma atitude humilde e ser paciente*. Precisamos reconhecer que, por mais experientes e graduados que sejamos, o conhecimento e a experiência são finitos e imperfeitos. Esse reconhecimento fará os fatos aparecerem.

A análise de processo é uma sequência de procedimentos lógicos, baseada em fatos e dados, que objetiva localizar a causa fundamental dos problemas. A análise de processos é utilizada tanto na rotina quanto no gerenciamento interfuncional na empresa, pois nesse caso basta considerar a nova meta proposta como o problema. A análise de processo é utilizada para localizar as causas fundamentais (ou seja, as principais causas), que devem ser alteradas de forma a ser conseguida a nova meta.

A análise de processos tem como objetivos:

- a) Determinar a causa fundamental de um problema (para eliminá-la visando a sua solução definitiva, evitando a sua reincidência).
- b) Conhecer as causas principais de um item de controle que se deseja controlar.

A análise de processo (conhecimento do processo por meio de fatos e dados) deve ser praticada por todas as pessoas da empresa e é uma das atividades mais importantes do TQC. Do presidente da empresa, nas suas tomadas de decisão, aos operários, nos círculos de controle da qualidade, todos devem utilizar esse método do QC Story. A análise de processos é tarefa básica do técnico, que utiliza para isso recursos mais profundos de estatística e tecnologia de processo e produto. É na análise de processo que entram todos os recursos científicos e tecnológicos. Através dos anos, vamos incorporando à análise de processo todo conhecimento científico de que dispomos. (Campos 2014)

Salvo raras exceções, não se faz análise de processo de forma sistemática nas empresas brasileiras e, dessa maneira, não se usa a engenharia de forma adequada. Daí a frustração de muitos graduados de novas universidades, que querem praticar engenharia e não conseguem, porque não há análise de processo sistematizada. A menos que haja sistematicamente nas empresas essa atividade, implantada pela gerência, e cobrada pela gerência, não pode haver melhorias e desenvolvimento autônomos e contínuos. (Campos 2014)

Convém ressaltar a diferença entre método e ferramenta. O método é a sequência lógica para se atingir a meta desejada. A ferramenta é o recurso a ser utilizado no método. De nada adianta conhecer várias ferramentas se o método não é dominado.

O método de solução de problemas aqui apresentado é o método japonês da *Union of Japanese Scientist and Engineers* (JUSE) chamado QC Story e mostrado na figura 4.

Figura 4 - Método de solução de problema – QC Story

Método de solução de problemas – “QC STORY”			
PDCA	FLUXO GRAMA	ETAPA	OBJETIVO
P	①	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	DEFINIR CLARAMENTE O PROBLEMA E RECONHECER SUA IMPORTÂNCIA.
	②	OBSERVAÇÃO	INVESTIGAR AS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO PROBLEMA COM UMA VISÃO AMPLA E SOB VÁRIOS PONTOS DE VISTA.
	③	ANÁLISE	DESCOBRIR AS CAUSAS FUNDAMENTAIS.
	④	PLANO DE AÇÃO	CONCEBER UM PLANO PARA BLOQUEAR AS CAUSAS FUNDAMENTAIS.
D	⑤	EXECUÇÃO	BLOQUEAR AS CAUSAS FUNDAMENTAIS.
C	⑥	VERIFICAÇÃO	VERIFICAR SE O BLOQUEIO FOI EFETIVO.
	?	(BLOQUEIO FOI EFETIVO?)	
A	⑦	PADRONIZAÇÃO	PREVENIR CONTRA O REAPARECIMENTO DO PROBLEMA.
	⑧	CONCLUSÃO	RECAPITULAR TODO O PROCESSO DE SOLUÇÃO DO PROBLEMA PARA TRABALHO FUTURO.

Fonte: (Campos 2014)

Definição de cada passo do MASP (QC Story) segundo Werkema (1995)

Passo 1 – *Identificação do problema* – Iniciando nossa análise como ciclo PDCA de melhorias, temos que a primeira ação da etapa P deste ciclo consiste na identificação do problema gerado pela meta de melhoria. Devemos nos basear em fatos para que possamos estar certos de que a meta melhoria e o problema correspondente que são os mais importantes, no momento, para a empresa.

Passo 2 – *Observação* – A fase de observação da etapa P do ciclo PDCA de melhorias consiste no reconhecimento das características do problema. Entender o problema, levantando seu histórico e a frequência de ocorrência. Observar as características no local, como ambiente, instrumentos, confiabilidade dos padrões, treinamento, entre outras.

Passo 3 – *Análise* – A fase de análise da etapa P do ciclo PDCA de melhorias consiste na descoberta das causas fundamentais do problema que está sendo considerado.

Passo 4 – *Plano de ação* – A fase de elaboração do plano de ação da etapa P do ciclo PDCA de melhorias consiste na concepção de um plano para bloquear as causas principais que tenham sido identificadas na fase de análise, ou seja, consiste no estabelecimento das contramedidas às causas principais. As conclusões obtidas por meio do emprego das técnicas estatísticas para o processamento das informações envolvidas no cumprimento das fases anteriores, devem sempre ser mantidas em mente durante a elaboração da estratégia de ação.

Passo 5 – *Execução* - A fase de execução da etapa D do ciclo PDCA de melhorias consiste na atuação de acordo com o plano de ação. Nesta etapa devem ser coletados dados que serão utilizados na fase seguinte, de verificação da efetividade do bloqueio adotado.

Passo 6 – *Verificação* – A fase de verificação da etapa C do ciclo PDCA de melhorias consiste na confirmação da efetividade da ação de bloqueio. Esta confirmação deve ser feita por meio do emprego dos dados coletados antes e após ação de bloqueio, os quais permitirão a comparação dos resultados.

Passo 7 – *Padronização* – A fase de padronização da etapa A do ciclo PDCA de melhorias consiste na eliminação definitiva das causas influentes detectadas, ou seja, consiste na prevenção contra o reaparecimento do problema. Nesta fase, o novo procedimento operacional padrão deve ser estabelecido ou procedimento antigo deve ser revisto. Estas medidas significam que a nova maneira de trabalhar deve ser adotada no dia a dia, com o objetivo de manter o processo no novo patamar de desempenho que foi alcançado.

Passo 8 – *Conclusão* – A fase de conclusão da etapa A do ciclo PDCA de melhorias consiste na recapitulação de todo o processo de solução do problema e no planejamento do trabalho futuro. Nesta fase deve ser feita uma relação dos problemas remanescentes e também deve ser elaborado o planejamento da solução destes problemas. Além disso, deve ser feita uma reflexão sobre a própria atividade de solução de problemas.

Ao longo dos passos desta metodologia utilizam-se várias ferramentas, como: diagrama de causa e efeito, lista de verificação, estratificação, diagrama de Pareto, diagrama de dispersão entre outras. O uso dessas ferramentas não garante, por si só, a resolução dos problemas; garante apenas seu entendimento. É preciso também que todos os colaboradores estejam comprometidos com a filosofia do melhoramento contínuo e conheçam a profundamente o processo, o bem ou serviço a ser melhorado. As pessoas precisam ter capacidade de saber quando, porque e como utilizá-las, separadamente ou combinadas. (Junior, et al. 2006).

Um aspecto muito importante sobre as ferramentas normalmente utilizadas é sua simplicidade, que propicia fácil entendimento e aplicação, permitindo a participação de todos

na solução do problema, e gerando, consequência, o comprometimento de toda a equipe, através da responsabilidade pelas soluções implementadas. No entanto, algumas ferramentas são de base fortemente estatística, exigindo uma capacitação maior para serem utilizadas. (Junior, et al. 2006).

Vale frisar o comprometimento das pessoas com a melhoria do processo, do bem ou serviço decorre principalmente da participação do processo, do bem ou serviço decorre principalmente da participação na análise e solução de problemas e na implantação de melhorias contínuas no dia a dia da organização. (Junior, et al. 2006).

O uso sistemático do método na análise de problemas, na manutenção e na melhoria dos resultados é uma forma concreta de demonstrar e obter comprometimento das pessoas no tão almejado crescimento da organização. (Junior, et al. 2006).

2.5. Ferramentas de gerenciamento

As ferramentas da qualidade são utilizadas para definir, mensurar, analisar e propor soluções aos problemas identificados que interferem no desempenho dos processos organizacionais. Ajudam a estabelecer melhorias de qualidade. Já abordamos várias delas aqui no blog, mas ainda não havíamos postado um único post com todas as ferramentas. (Martins 2013).

Surgiram na década de 50 com base nos conceitos e práticas existentes naquela época e a partir daí vem sendo utilizadas nos sistemas de gestão, através de modelos estatísticos que auxiliam na melhoria dos serviços e processos. (Martins 2013)

Como se viu, o PDCA é um método que tem por objetivo a manutenção e a melhoria dos processos. Em cada etapa de sua aplicação são utilizadas diversas ferramentas. A literatura arrola dezenas delas, para as mais diversas finalidades e com variadas nomenclaturas. (Junior, et al. 2006).

Entre especialistas e usuários surgiram classificações sobre a forma de agrupar e utilizar algumas dessas ferramentas, como por exemplo, ferramentas de controle ou de planejamento. Outras, utilizadas com menos frequência, ou mais aplicáveis a determinados contextos, fazem parte do acervo característico, mas não recebem classificações específicas. (Junior, et al. 2006)

A seguir, as ferramentas que mais serão utilizadas para o trabalho em questão conforme descrito em Ferramentas da Qualidade (2016).

2.5.1. Folha de verificação

A folha de verificação (figura 5) é aparentemente muito simples de se aplicar e por isso é considerada a mais utilizada entre as sete ferramentas da qualidade. Também conhecida como lista de verificação, checklist, ou lista de recolhimento de defeitos, é um formulário utilizado para padronizar e facilitar a coleta de dados além de uniformizar a verificação e execução de processos.

É um formulário planejado para coletar dados, portanto, é uma ferramenta genérica que serve como primeiro passo no início da maioria dos controles de processo ou esforços para solução de problemas.

Na indústria, dados registrados em folhas de verificação ajudam a entender se os produtos têm as especificações exigidas. Por exemplo, é comum folhas de verificação para:

- Localização de defeito
- Contagem de quantidades
- Classificação de medidas
- Existência de determinadas condições
- Tipos de reclamações
- Causas de efeitos
- Causas de defeitos

Figura 5 - Exemplo de folha de verificação

Problemas	Verificação	Total
Atraso na liberação de recursos financeiros	III II	5
Baixo interesse dos fornecedores nas licitações	III II II III	10
Especificações de materiais imprecisas	III II II III I IIII	15
Atraso na liberação de crédito	III II II III IIII I IIII I	20

Fonte: (Silva 2014)

2.5.2. Diagrama de Pareto

O Princípio de Pareto foi formalizado no século XIX por Vilfredo Pareto, um economista italiano que desenvolveu métodos para estudar e descrever a distribuição desigual das riquezas no país. Como resultado de seus estudos, Pareto chegou à conclusão de que 20% da população detinha 80% das riquezas produzidas (Relação 80/20).

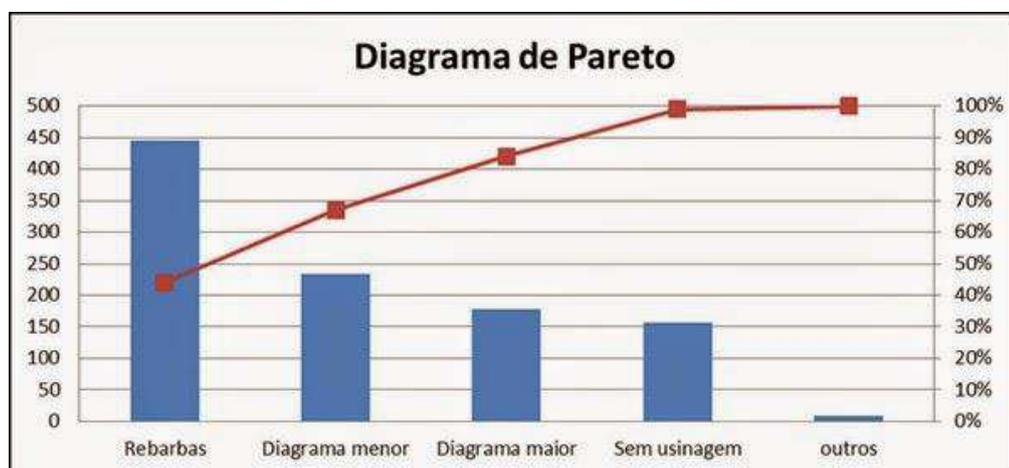
Com a contribuição de Joseph Juran, o Princípio de Pareto se transformou em uma das 7 Ferramentas da Qualidade, utilizando-se da relação 80/20 para analisar os problemas de Qualidade encontrados no SGQ. Com o uso da ferramenta, é possível estudar e descobrir quais ocorrências são mais relevantes e, com isso, devem ter a tratativa priorizada.

Basicamente, o Diagrama de Pareto é composto por dois conjuntos de dados:

1 – Um gráfico em que os fatores a serem analisados (ocorrências, não conformidades, reclamações de clientes, defeitos, etc.) devem ser organizados em colunas, começando com os problemas mais recorrentes e avançando gradativamente do mais recorrente para o menos recorrente.

2 – Uma linha que representa a porcentagem acumulada da frequência das ocorrências. Juntos, esses dois conjuntos de dados apresentam um panorama geral de todas as ocorrências e as que mais se repetem no sistema de Gestão da Qualidade. No Exemplo citado, pode-se perceber que as duas primeiras colunas (ocorrências) são por 65% dos problemas (Frequência acumulada). Desta forma (figura 6).

Figura 6 - Diagrama de Pareto



Fonte: (Bezerra 2014)

O Diagrama de Pareto é um gráfico utilizado para identificar quais são os fatores mais significativos, indicando os itens que devem ser priorizados e, assim, auxiliando na tomada de decisão.

Originalmente, o diagrama foi criado para estudar perdas na indústria, organizando-as por ordem de frequência, por isso é comum dizer que o Diagrama de Pareto ajuda a estabelecer prioridades por mostrar a ordem em que as causas das perdas devem ser sanadas de acordo com sua frequência. Entretanto, também pode ser utilizado em várias outras situações, como por exemplo, na implantação de melhorias.

Além disso, pode-se usá-lo sempre que:

- houver a análise da frequência em que as ocorrências (não conformidades, reclamações de clientes, defeitos, etc) acontecem;
- for preciso definir entre muitas ocorrências quais são as mais significativas;
- houver uma ligação entre as ocorrências existentes em um contexto.

2.5.3. Diagrama de Causa e Efeito

Kaoru Ishikawa integrou e expandiu os conceitos de gerenciamento de William Edwards Deming e Joseph Juran para o sistema japonês, e suas principais contribuições para Gestão da Qualidade foi em 1962 com o desenvolvimento do conceito de Círculo de Qualidade e em 1982 oficializando o Diagrama de Causa e Efeito que ficou conhecido como Diagrama de Ishikawa.

O Diagrama de Causa e Efeito gerou avanços significativos na melhoria da qualidade de produtos e processos nas empresas. Considerando que o processo de resolução de problemas é um dos pilares da Gestão da Qualidade, o Diagrama de Ishikawa tornou acessível e simples a utilização de uma ferramenta poderosa de análise de causa que pudesse ser usada por “não especialistas” da área.

O Diagrama de Ishikawa é uma das 7 ferramentas da Qualidade e também é conhecida como Diagrama de Espinha de Peixe, por causa do seu formato, ou Diagrama de Causa e Efeito, por ser composta pelo problema e suas possíveis causas. A ferramenta é usada para encontrar, organizar, classificar, documentar e exibir graficamente as causas de um determinado problema, agrupados por categorias, que facilitam o brainstorming de ideias e análise da ocorrência. Como as causas são hierarquizadas, é possível identificar de maneira concreta as fontes de um problema.

O método do Ishikawa parte da hipótese de que para cada problema há um número limitado de causas primárias ou principais, secundárias, terciárias, e assim sucessivamente. Por ser elaborado inicialmente para sistemas industriais, as causas são agrupadas em 6 categorias, que são conhecidas como 6 Ms: máquina, materiais, mão de obra, meio ambiente, método e medidas.

Máquina – Aqui devemos considerar todas as causas originadas de falhas no maquinário usado durante o processo, como funcionamento incorreto, falha mecânica, etc.

Materiais – Quando o problema é causado pois a matéria-prima ou o material que foi utilizado no processo não está em conformidade com as exigências para a realização do trabalho, ou seja, está fora das especificações necessárias para ser usado, como produto em tamanho incorreto, vencido, fora da temperatura ideal, etc.

Mão de obra – Os problemas também podem envolver atitudes e dificuldades das pessoas na execução do processo, e podem incluir: pressa, imprudência, falta de qualificação, falta de competência, etc.

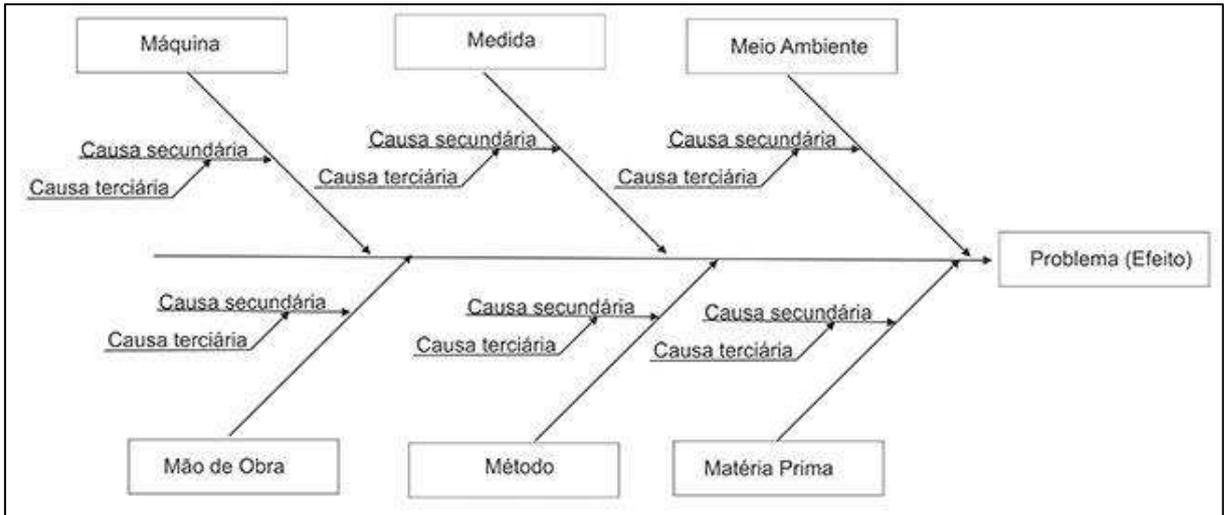
Meio-ambiente – Neste item, devemos analisar o ambiente interno e ambiente externo da empresa e identificar quais são os fatores que favorecem a ocorrência dos problemas, como poluição, calor, falta de espaço, layout, barulho, reuniões, etc.

Método – Os processos, procedimentos e métodos usados durante as atividades também podem influenciar para que o problema ocorra, ou seja, devemos analisar o quanto a forma de trabalhar influenciou o problema, por exemplo se houve planejamento, se foi executado conforme o planejado, se as ferramentas certas foram utilizadas, etc.

Medidas – Essa categoria abrange causas que envolvem as métricas que são usadas para medir, monitorar e controlar o trabalho, como efetividade dos instrumentos de calibração, indicadores, metas e cobranças.

Apesar da existência dessas categorias, a ferramenta (figura 7) é flexível para que a empresa adeque as categorias de acordo com a sua necessidade.

Figura 7 - Exemplo diagrama de Causa e Efeito



Fonte: (Marcondes, Diagrama de Causa e Efeito - Espinha de Peixe - Diagrama de Ishikawa 2016)

2.5.4. Fluxograma

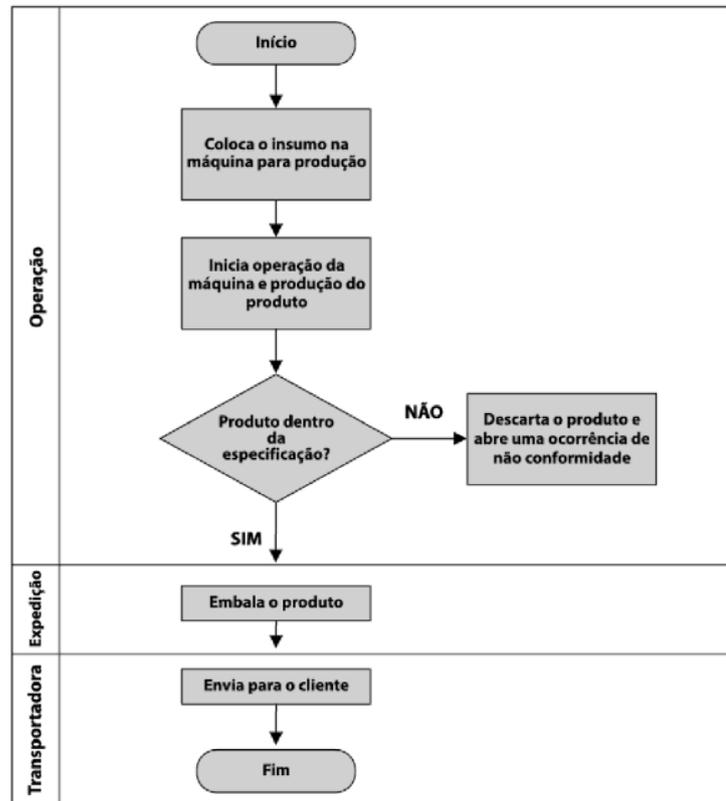
Também chamado de gráfico de procedimentos ou gráfico de processos, o Fluxograma é a representação gráfica da sequência das etapas de um processo. É uma ferramenta de documentação do processo permitindo entender de forma rápida o funcionamento do processo.

Reconhecido como uma das 7 ferramentas da qualidade, o Fluxograma é estruturado por símbolos geométricos que indicam quais são os materiais, serviços, recursos envolvidos nos processos e as decisões que devem ser tomadas, delimitando o caminho que deve ser percorrido para entregar o melhor resultado através da execução do processo.

2.5.4.1. Fluxograma funcional

Mostra a sequência de atividades de um processo entre as áreas ou seções por onde ele acontece. É muito útil para processos transversais, que passam por diversas áreas até ser concluído. Nele se inclui também os responsáveis pelos setores e pode até indicar gargalos no processo (figura 8).

Figura 8 - Exemplo de fluxograma funcional



Fonte: (Ferramentas da Qualidade 2016)

2.5.5. Controle Estatístico de Processo

O Controle Estatístico de Processos, ou simplesmente CEP, é considerado uma das 7 ferramentas da qualidade, e é um método de coleta e verificação de amostra de resultados de um processo, a fim de controlar seu funcionamento e diminuir as falhas decorrentes da sua execução.

O CEP é um método de identificar saídas não conformes. O objetivo do monitoramento de saídas não conformes é reprovar as saídas que não atendem as especificações e não devem ser usadas, ou seja, identificar erros e corrigi-los pontualmente. Já o CEP procura identificar o que aconteceu de errado no processo e resultou uma saída não conforme, para que a causa raiz seja eliminada e o processo seja estabilizado, impedindo que ocorra mais variações.

A ferramenta usada para a identificação das variações do processo é o gráfico de controle ou carta de controle. Ele foi desenvolvido por Walter Shewhart, ao estudar a variação das primeiras linhas telefônicas. Mas foi Deming que popularizou o uso da técnica, introduzindo-a na indústria japonesa após a Segunda Guerra Mundial.

O gráfico de controle (figura 9) é uma representação de uma amostragem do processo, que considera o LSC: limite superior de controle e o LIC: limite inferior de controle, que são os limites permitidos de variação nos resultados do processo. Entre os dois limites, é traçada a LM: linha média, que indica o resultado realizado do processo.

As variações que ocorrem no processo podem ser controladas ou descontroladas, e podem ter duas causas: as comuns e as especiais.

Causas comuns de variação: São variações características do processo e controladas, pois, a variabilidade que causará no processo permanece dentro dos limites superior e inferior. Essas causas podem ser, por exemplo: falta de padronização das operações.

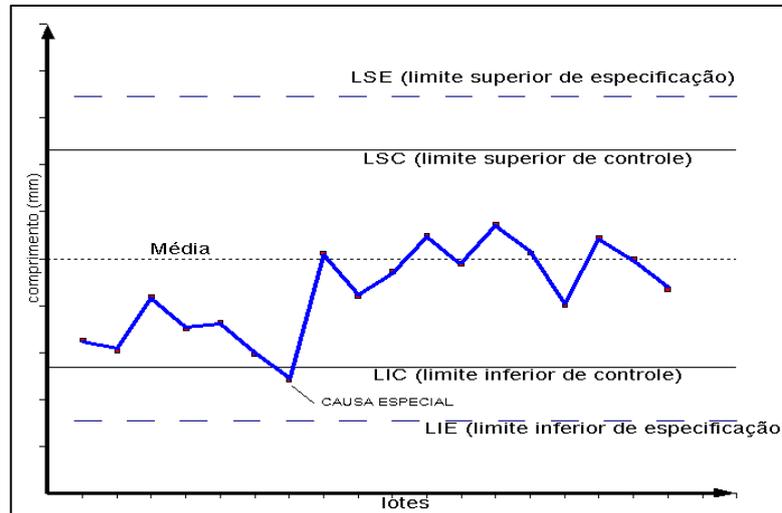
Causas especiais de variação: são variações descontroladas, que provocam deslocamento além dos limites superior e inferior, necessitando de ação corretiva. Essas causas podem ser: lote de matéria-prima com problema, falha humana, desregularem do equipamento.

Como fazer?

1. Determinar a ferramenta para coleta de dados: como o CEP envolve a análise de dados, é preciso escolher uma ferramenta para que os resultados do processo sejam coletados. Uma das ferramentas indicadas é a folha de verificação.
2. Coletar a amostragem: definir a amostra que será analisada, e coletar os dados.
3. Definir os limites do processo: Analisar a base histórica do processo para verificar como o processo se comporta e fazer uma média e desvio padrão dos dados obtidos para determinar o LSC e o LIC, ou ainda verificar quais são os padrões que é esperado do processo e definir os limites.
4. Construir o gráfico: desenhar linha do LSC (limite superior de controle) e do LIC (limite inferior de controle), e no meio inserir a LM (linha média) com os dados analisados.
5. Identificar as variações: verificar quais se existem dados que ultrapassam as linhas de limites.
6. Identificar as causas da variação e elaborar planos de ação: usar ferramentas como Diagrama de Ishikawa para encontrar a causa raiz e o 5H2W para elaborar planos de ação.

7. Melhorar o processo: ainda é possível usar o gráfico de controle para diminuir cada vez mais a variação do processo, diminuindo a variação dos limites de controle e analisando as causas das instabilidades.

Figura 9 - Exemplo de gráfico de controle



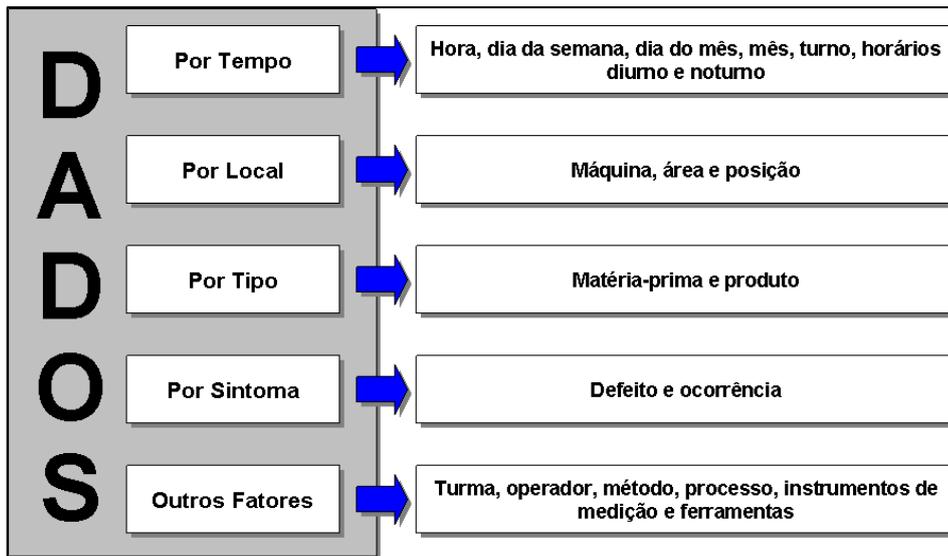
Fonte: (Pessoa, Ferramentas de Gestão da Qualidade - Carta de Controle 2010)

Outra três ferramenta muito importante para esse trabalho é descrita por Junior (2006) Abaixo.

2.5.6. Estratificação

A estratificação consiste no desdobramento de dados, a partir de um levantamento ocorrido, em categorias, grupos ou, melhor dizendo, estratos, para determinar sua composição. O Objetivo do seu uso é auxiliar na análise e na pesquisa para o desenvolvimento de oportunidades de melhoria, na medida em que possibilita a visualização da composição real dos dados por seus estratos (figura 10).

Figura 10 - Exemplo de estratificação



Fonte: (Pessoa, Ferramentas de Gestão da qualidade - Estratificação 2007)

2.5.7. Matriz GUT

Matriz GUT é a representação de problemas, ou riscos potenciais, através de quantificações que buscam estabelecer prioridades para abordá-los, visando minimizar os impactos.

A matriz GUT (figura 11) é em geral utilizada na priorização de problemas e na análise de riscos. Os problemas são arrolados, conforme mostra a figura 11, e analisados sob os aspectos de gravidade (G), urgência (U), tendência (T). Usualmente atribui-se um número inteiro entre 1 e 5 a cada uma das dimensões (G, U e T), correspondendo o 5 à maior intensidade e o 1 à menor, e multiplicam-se os valores obtidos para G, U e T a fim de se obter um valor para cada problema ou fator de risco analisado. Os problemas ou fatores de risco que obtiverem maior pontuação serão tratados prioritariamente.

Figura 11 - Exemplo de matriz GUT

Matriz de Priorização de GUT						
Gravidade - G		Urgência - U		Tendência - T		Nota
Extremamente Grave		Extremamente Urgente		Piora imediata		5
Muito Grave		Muito Urgente		Piora Curto prazo		4
Grave		Urgente		Piora Médio prazo		3
Pouco Grave		Pouco Urgente		Piora Longo prazo		2
Sem Gravidade		Sem Urgência		Sem tendência de piora		1
Avaliação						
Item	Descrição problema	G	U	T	Total	Priorização
1	Roubo a transeuntes	5	4	3	12	2º
2	Assalto a estabelecimentos comerciais	5	5	5	15	1º
3	Furto a Residencias	4	4	3	11	3º
4	Transeuntes com medo de sair na rua	3	2	2	7	4º

Fonte: (Marcondes, Matriz de priorização de GUT 2016)

2.5.8. 5W2H

Esta ferramenta (figura 12) é utilizada principalmente no mapeamento e padronização de processos, na elaboração de planos de ação e no estabelecimento de procedimentos associados a indicadores. É de cunho basicamente gerencial e busca o fácil entendimento através da definição de responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos associados.

O 5W2H representa as iniciais das palavras, em inglês, *why* (porque), *what* (o que), *where* (onde), *when* (quando), *who* (quem), *how* (como) e *how much* (quanto custa).

Figura 12 - Exemplo de aplicação do 5W2H

What	Why	Where	When	Who	How	How much
Criação de um novo website	Aumentar a geração de oportunidades comerciais	Online	De 01/11/2015 a 15/11/2015	Pedro Campos	Contratação de Agência Especializada	R\$ 4.500,00
Capacitação da equipe de atendimento	Reduzir o número de reclamações dos clientes	Campinas	10/11/2015	Equipe de Atendimento	Treinamento In-Company	R\$ 9.000,00
Implantação de um sistema de Gestão Orçamentária	Melhorar a previsibilidade de resultados e reduzir riscos futuros	Online	De 05/11/2015 a 10/11/2015	Camila Campos	Constratação de solução online especializada	R\$ 399,00 mensais

Fonte: (Gilles 2015)

3. METODOLOGIA

O procedimento metodológico para a viabilização da pesquisa foi realizado através da aplicação das etapas pertencentes ao MASP. No entanto, para garantir a integralidade das informações que foram levantadas para o uso do método, foram utilizadas algumas ferramentas da qualidade, tais como: gráfico de Pareto, causa e efeito, 5W2H, folha de verificação, fluxograma e etc.

Sabendo-se que as pesquisas acadêmicas podem ser classificadas em diversos tipos, temos que quanto à natureza, esta pesquisa é aplicada, pois visa proporcionar conhecimentos para o aproveitamento prático, destinada à solução de problemas característicos. Classifica-se também como uma pesquisa qualitativa, pois, busca perceber significados focando no processo de explicar fenômenos e se nega a quantificar dados. A forma que foi utilizada para a coleta de dados é a observação do ambiente de estudo. (KAUARK, MANHÃES e MEDEIROS 2010).

Segundo Helman e Andery (1995), na proporção que falhas dos processos são encontradas, busca-se agir com uma metodologia que auxilie na identificação da causa raiz a fim de eliminá-la ou mitigá-la. Para tanto, o presente trabalho visa a aplicação das etapas do ciclo PDCA de melhoria (MASP) para anulação dos problemas de fabricação dos bocais, e isso através da identificação do problema, observação, análise e a proposição de melhorias.

Primeiro passo a identificação do problema, consiste no mapeamento das principais falhas que ocorrem durante o processo de fabricação e na frequência que vem se mantendo, para isso, as ferramentas de folha de verificação e gráfico de Pareto serão usadas. No segundo passo deve se estratificar o problema identificado para auxiliar na análise e na pesquisa para o desenvolvimento de oportunidades de melhoria.

O terceiro passo a análise, deve identificar as causas mais influentes do problema considerado, para isso, utilizaremos as ferramentas causa e efeito, matriz GUT e CEP para agir na causa correta. Quarto passo, é um dos mais importante, trata-se da ação que deve ser tomada para diminuir ou eliminar as causas influentes do problema, a ferramenta 5W2H será utilizada para a elaboração desse plano de ação.

O quinto passo, será executado as ações elaboradas no quarto passo, além disso, nesta fase deve ser coletado dados que serão utilizados para a fase seguinte. Com os dados coletados na fase anterior, o sexto passo consiste na verificação dos dados antes e depois do plano de

ação, e se de fato essas ações trouxe uma melhoria satisfatória, novamente as ferramentas gráfico de Pareto, CEP, e folha de verificação são fundamentais.

O sétimo passo, é a padronização dos problemas resolvidos, esta etapa permite que esses problemas não venham ocorrer novamente nas próximas produções, o fluxograma é uma ferramenta fundamental para padronizar um processo de fabricação. E o oitavo e último passo, é a recapitulação de tudo que foi feito nas demais etapas anteriores e analisar se o resultado foi satisfatório como o esperado.

Então seguindo esses passos partimos para um estudo de caso realizado na empresa, conhecer de perto a real situação é fundamental para elaboração de um plano de ação efetivo que proporcione a melhoria da qualidade dos produtos.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. Perfil da empresa

A GRAEL - Comércio e Manutenção é uma empresa maranhense fundada em 2007, e desde então, dedica-se à prestação de serviços nas áreas de: fabricação, montagem, manutenção eletromecânica, usinagem, projetos mecânicos, pintura e manutenção.

Objetivamos fornecer produtos e serviços concordando com as necessidades apresentadas e priorizando a qualidade e pontualidade. É nossa meta superar as expectativas do cliente a cada projeto confiado a nós para assim estabelecer uma parceria duradoura. Qualidade, confiança, eficiência e valores éticos são os nossos compromissos.

Consolidada pela experiência adquirida em diversos trabalhos para empresas de grande porte, a GRAEL é credenciada no fornecimento de produtos e serviços no mais alto padrão de qualidade e possui corpo técnico composto por profissionais qualificados com grande experiência nessas áreas de atuação.

A GRAEL entende que investir na eficiência do atendimento, assistência ao cliente, qualidade de seus profissionais e no aprimoramento de seus métodos, fazem dela uma das mais respeitadas empresas na sua área de atuação em São Luís.

4.2. Problemática

A VALE SA é a maior mineradora do país, por esse motivo, ela também tem sido um dos principais alvos dos criminosos. Inúmeros já foram os casos registrados pela empresa de furto de combustível das locomotivas que transportam cerca de 130 milhões de toneladas de minério. O furto acontece quando os trens param em desvios para esperar a passagem das composições que vêm no sentido contrário. Esse problema tem causado milhões em prejuízo a empresa que não conseguia evitar a ação desses marginais. Visto isso a VALE começou a analisar esse problema e buscar uma solução. Após análise em alguns tanques da locomotiva chegou se uma conclusão, o bocal que serve para fazer o abastecimento das locomotivas era um ponto principal da ação dos bandidos, por ele, era muito mais fácil chegar ao combustível para efetuar o furto.

A partir daí veio a necessidade de modificar esse bocal para que os bandidos tivessem mais dificuldades de chegar ao combustível, porém a VALE não tinha ideia de como fazer isso pois se tratava de um projeto bem complexo que dependo da solução apresentada, poderia mudar algumas características originais dos tanques das locomotivas. A VALE resolveu procurar suporte em outra empresa para tentar amenizar esse problema e foi aí que a GRAEL entrou no problema.

4.3. Solução apresentada pela GRAEL

A GRAEL agora estava no problema e agora tínhamos a missão de desenvolver um novo bocal mais eficaz contra o furto de combustível. Após analisar o problema, o engenheiro chefe da GRAEL João Batista desenvolveu e apresentou um novo bocal sem que alterasse nada o tanque da locomotiva, com um sistema de trava que dificultaria muito a retirada do mesmo e que dificultaria também o acesso ao combustível.

A VALE gostou do projeto apresentado pela empresa e logo requisitou algumas peças a empresa para efetuar alguns testes de eficácia dos bocais. Os bocais entregues a mineradora foram instalados nos tanques das locomotivas e após um tempo a eficácia do produto foi comprovada. Os criminosos tentaram furtar o combustível das locomotivas com os novos bocais, vandalizaram muito a peça, mas não conseguiram furtar o combustível. Como o produto foi um sucesso a VALE nos requisitou mais bocais.

4.4. O bocal antifurto

O bocal antifurto que a GRAEL desenvolveu tem algumas características originais do antigo (figura 13), apenas lhe foi acrescentado alguns dispositivos de segurança para dificultar a ação dos criminosos.

Figura 13 - Bocal antigo



Fonte: Autor

O bocal fabricado pela GRAEL consta das seguintes partes conforme as figuras 14 a 19 abaixo.

Figura 14 - Cabeça



Fonte: Autor

Figura 15 - Rosca com flange



Fonte: Autor

Figura 16 - Pescoço



Fonte: Autor

Figura 17 - Bolacha com e sem furos



Fonte: Autor

Figura 18 - Gatilho



Fonte: Autor

Figura 19 - Tampa



Fonte: Autor

Após feito cada parte do bocal, a montagem é realizada tendo um produto final descrito na figura 20.

Figura 20 - Bocal montado



Fonte: Autor

4.5. Problemas na fabricação

Com aprovação do projeto, a VALE logo nos requisitou um lote de 600 peças do bocal que seria dividido e entregue semanalmente, com isso, tínhamos que desenvolver um método eficiente de produção em larga escala. A GRAEL contratou muitos funcionários de diversas áreas para o trabalho (torneiro, soldador, auxiliares) para a produção desses bocais. No entanto, após alguns lotes de peças que foram entregues começou a vir uma série de reclamações da mineradora quanto a qualidade das peças.

As peças fabricadas começavam a apresentar alguns defeitos de fabricação e inconformidades que fugiam dos padrões de qualidade das primeiras apresentadas pela empresa para a solução do problema. Então, começamos a mapear os principais defeitos que geraram essas inconformidades para tentar desenvolver um método de solução desses problemas.

Para realizar o mapeamento desses problemas de fabricação, vimos que já deviríamos adotar um método de análise e solução de problemas. Foi a partir daí que veio a ideia de adotar a metodologia do MASP como forma de tentar monitorar e desenvolver soluções criativas para a padronização e melhoria desse problema, visando sempre a satisfação do nosso maior cliente.

4.6. Aplicação do MASP na melhoria dos bocais antifurtos

Para a aplicação das etapas do MASP a seguir, teremos como base a metodologia descrita por Werkema (1995).

4.6.1. Passo 1 – Identificação do problema (P)

Para o primeiro passo do MASP, devemos nos basear em fatos e dados para que possamos estar certos de que a meta de melhoria e o problema correspondente que serão analisados são os mais importantes. Para realizar essa etapa será necessário utilizar algumas das ferramentas a seguir:

Folha de verificação: Esta será empregada para a coleta dos dados necessários à identificação da meta de melhoria e do problema por ela gerado.

Gráfico de Pareto: Este permitirá a priorização de temas e o estabelecimento de metas a serem alcançadas por meio do giro do Ciclo PDCA.

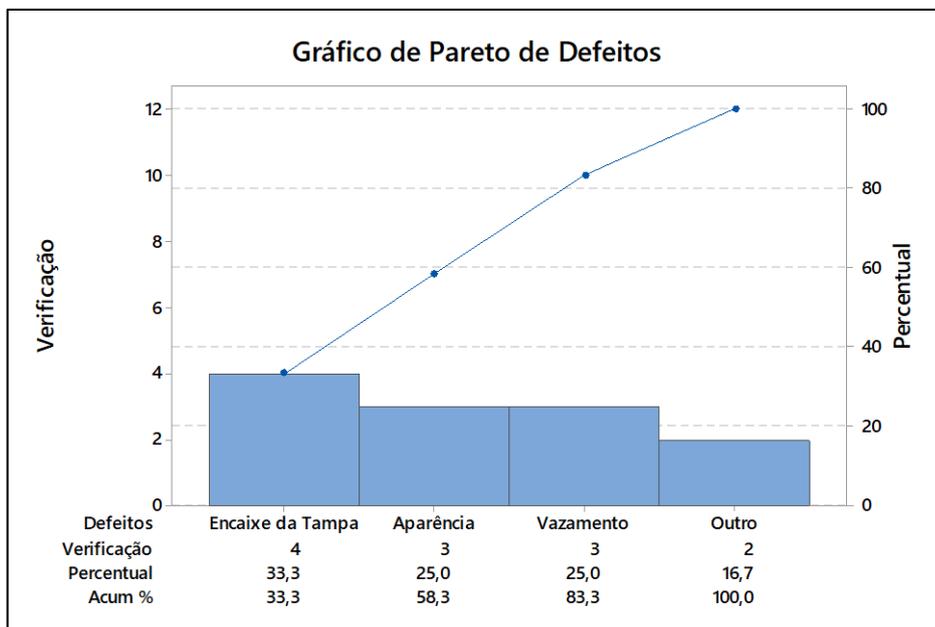
Seguindo estes primeiros passos, elaboramos uma folha de verificação (tabela 1) com os principais problemas encontrados na fabricação dos bocais.

Tabela 1 - Folha de verificação dos principais problemas dos bocais antifurtos

Folha de verificação									
Estagio de fabricação: Inspeção Final						Data: 02/09/2017			
Produto: Bocal 14						Seção: Expedição			
Total inspecionado: 60						Inspetor: João Batista			
Defeito	Verificação								Subtotal
Tamanho	x								1
Encaixe da Tampa	x	x	x	x					4
Vazamento	x	x	x						3
Aparência	x	x	x						3
Outros	x								1
TOTAL									12

Após o mapeamento dos dados na folha de verificação, partimos para a priorização dos problemas que serão analisados, para isso, utilizaremos o gráfico de Pareto como mostra a figura 21.

Figura 21 - Gráfico de Pareto para análise de defeitos dos bocais



Fonte: Autor

Como podemos observar o encaixe da tampa nos bocais é um dos problemas que ocorre com maior frequência e é o que deve ser priorizado para análise, seguido da aparência pois algumas peças não são montadas sem um bom alinhamento, e do vazamento. Então, partimos para o segundo passo com o problema para análise definido (encaixe da tampa).

4.6.2. Passo 2 – Observação (P)

Nesta fase faremos o reconhecimento das características do problema (encaixe da tampa), para isso é necessário utilizar outra ferramenta importante da qualidade que é a estratificação, a partir dela devemos estratificar o problema sob vários pontos de vista, tais como: tempo, local, tipo, indivíduo e etc.

Faremos a estratificação conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Estratificação do problema de encaixe da tampa

Problema	Fatores
Encaixe da Tampa	Soldagem
	Inclinação das abas da cabeça
	Tamanho irregular da cabeça
	Folga horizontal
	Abas da tampa pequenas

Fonte: Autor

Após feito a estratificação do problema, novamente utilizaremos a folha de verificação para a coleta de dados necessários na observação do problema (tabela 3).

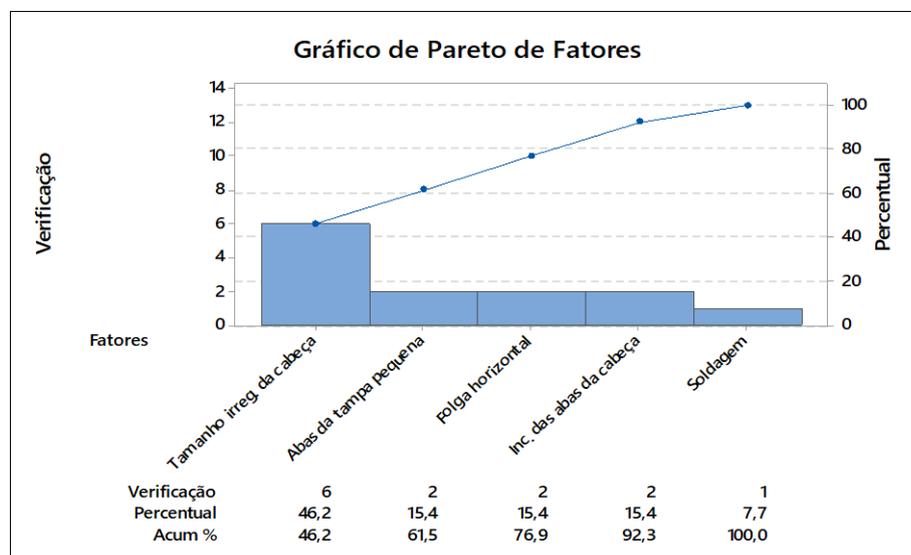
Tabela 3 - Folha de verificação dos problemas de encaixe da tampa

Folha de verificação									
Estagio de fabricação: Cabeça								Data:09/09/2017	
Produto: Bocal 14								Inspetor: Antônio Josiel	
Total inspecionado: 60									
Fatores	Verificação							Subtotal	
Soldagem	x							1	
Inc. das abas da cabeça	x	x						2	
Tamanho irreg. da cabeça	x	x	x	x	x	x		6	
Folga horizontal	x	x						2	
Abas da tampa pequena	x	x						2	
TOTAL								13	

Fonte: Autor

Em seguida, utilizaremos o gráfico de Pareto (figura 22) para melhor visualização e priorização do problema para prosseguirmos com o método de solução de problemas.

Figura 22 - Gráfico de Pareto de fatores que implicam no problema de encaixe da tampa



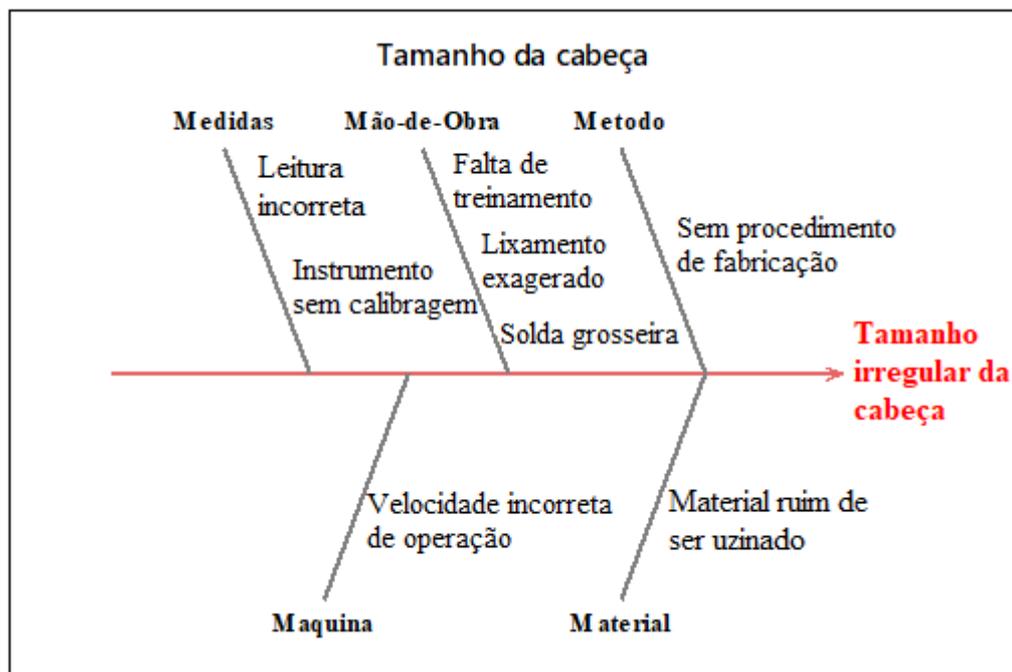
Então, podemos observar que o principal motivo pelo o não encaixe das tampas está no tamanho da cabeça. Desse ponto partiremos para a fase de análise.

4.6.3. Passo 3 – Análise (P)

A fase de análise consiste na descoberta das causas fundamentais do problema que está sendo considerado. O diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre o problema a ser solucionado (efeito) e os fatores (causas) do processo que podem provocar.

Então utilizaremos esta ferramenta para a análise das causas fundamentais do tamanho irregulares da cabeça (figura 23).

Figura 23 - Digrama de Causa e Efeito para o tamanho irregular da cabeça



Fonte: Autor

Então, feito o diagrama de causa e efeito e partindo para uma análise de estudo de caso, supomos que o problema esteja relacionado com as causas de medidas e mão-de-obra. Realizando uma análise estatística através dos gráficos de controle, será possível uma visualização de configurações especiais que pode nos fornecer indicações sobre as prováveis causas dos problemas.

Portanto, elaboramos uma tabela com as medidas finais do diâmetro da cabeça após o processo de usinagem, está peça para que esteja dentro dos padrões de medidas deve ficar com

um diâmetro final de $103,5\text{ mm}$, como mostra a figura 24, como sabemos que deixar todas as peças com exatamente esse tamanho é um pouco difícil, no entanto, temos uma faixa de valores aceitável para o diâmetro final dessa peça que vai de $102,7$ a $103,8\text{ mm}$. Portanto esses valores tomaremos como base para ser o nosso limite inferior e limite superior de controle respectivamente, e os valores das amostras são descritos na tabela 4.

Figura 24 - Tamanho final da cabeça dentro das especificações



Fonte: Autor

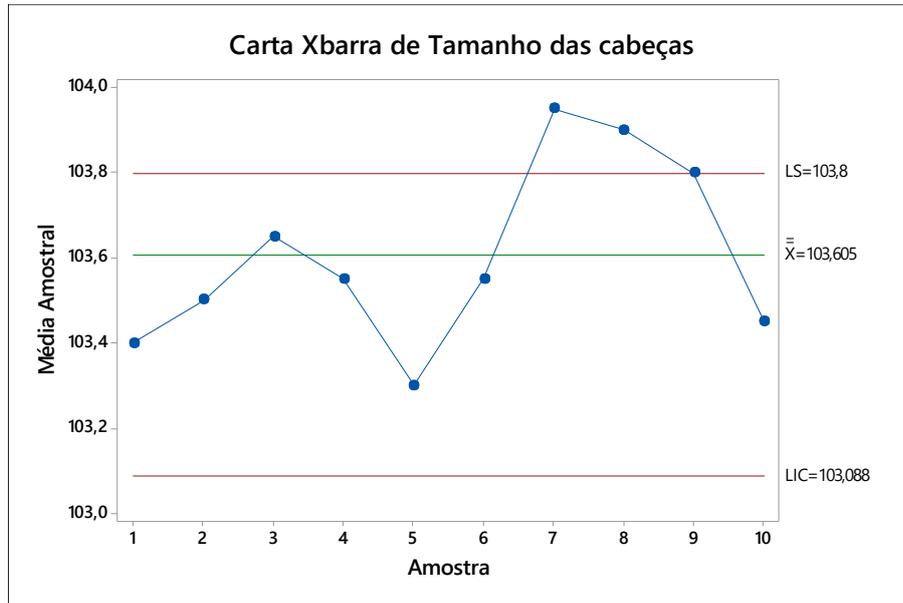
Tabela 4 - Tabela com as amostras para análise do gráfico de controle do diâmetro das cabeças

Amostras	Peças (mm)	
	1	2
1	103,2	103,6
2	103,6	103,4
3	103,8	103,5
4	103,7	103,4
5	103,1	103,5
6	103,5	103,6
7	103,8	104,1
8	103,8	104
9	104,1	103,5
10	103,5	103,4

Fonte: Autor

Utilizando os dados da tabela 4 acima e o software Minitab elaboramos uma carta Xbarra (figura 25) que demonstra a variabilidade dos diâmetros da peça.

Figura 25 - Carta Xbarra do diâmetro das cabeças



Fonte: Autor

Como podemos observar, duas das dez amostras estão fora do limite superior de especificação o que nos levar a crê que a provável causa desse efeito está nas medidas ou na mão-de-obra. Mas isso não quer dizer necessariamente que o processo esteja fora de controle.

Além disso, foi observado também que após o processo de usinagem, a peça recebia um pequeno filete de solda embaixo das abas laterais afim de aumentar sua resistência, porém, essa solda era lixada para tirar o excesso para garantir o travamento da tampa. Entretanto, o operador da lixadeira não tinha noção do quanto tirar desse excesso o que provocava uma folga vertical entre a abas da tampa e as abas da cabeça.

4.6.4. Passo 4 – Plano de ação (P)

Esta etapa consiste na concepção de um plano para bloquear as causas principais que tenham sido identificadas na fase de análise.

Como foi visto na fase anterior, uma das prováveis causas do tamanho irregular das cabeças pode estar nas medidas feitas no processo de usinagem da peça. Para isso, será analisado o instrumento de medida (paquímetro) utilizado pelo torneiro mecânico. Vimos também, que o excesso de solda removido pelo operador da lixadeira está provocando uma folga vertical entre as abas da tampa e as abas da cabeça.

Portanto para esses problemas foi elaborado o seguinte plano de ação utilizando a ferramenta 5W2H (tabela 5).

Tabela 5 - Plano de ação para o problema de tamanho irregular da cabeça

Plano de ação					
Setor: Fabricação Objetivo: Reduzir o número de cabeças fora dos padrões de medidas			Responsável: João Batista Prazo: 23/09/2017		
O que (What)	Quem (Who)	Quando (When)	Onde (Where)	Por que (Why)	Quanto custa (How much)
Compra de um novo instrumento de medida (paquímetro)	Angélica	Até 16/09/2017	Qualquer loja de ferramentas	Há suspeitas que o instrumento usado não esteja calibrado e está demonstrando medidas acima do que é exatamente.	Custo de R\$ 45,00 por equipamento
Desenvolvimento de um protótipo para análise de excesso de solda removido pelo operador de lixadeira	Waldemir	Até 18/09/2017	Na área de projetos da empresa.	O operador da lixadeira não tem uma referência do quanto de excesso de solda deve ser removido, e isso está provocando uma folga vertical.	Remuneração de 10 horas de técnicos + R\$ 30,00 em material.

Fonte: Autor

A compra de um novo equipamento de medida devidamente calibrado permitirá ao torneiro mecânico uma leitura concreta do diâmetro final da cabeça no processo de usinagem. E o protótipo para análise de excesso de solda permitirá ao lixador ter uma noção exata do quanto de excesso deve ser removido de cada lado das abas da cabeça.

4.6.5. Passo 5 – Execução (D)

Esta etapa consiste na atuação de acordo com o plano de ação. Aqui devem ser coletados dados que serão utilizados na fase seguinte de verificação da efetividade do bloqueio adotado.

Dando início a fase de execução do plano de ação, começamos com o mais simples a compra do novo instrumento de medida (paquímetro).

Partindo para o problema da folga vertical, foi desenvolvido um protótipo para a análise do excesso de solda nas abas laterais da cabeça. Este protótipo deve possuir a distância correta entre a parte superior interna da tampa, até as abas da tampa para que possa ser possível o travamento da tampa. Com um tubo de 3 pol. de diâmetro, uma peça cilíndrica de 90 de diâmetro e 7 mm de espessura, duas barras quadradas de 1/2 pol. e duas chapas de 3/8 pol. (abas da tampa), foi feito o protótipo conforme a figura 26.

Figura 26 - Protótipo desenvolvido para análise do excesso de solda



Fonte: Autor

Através desse protótipo o profissional tem uma noção do quanto de excesso de solda deve ser removido quando tentar encaixar a peça, evitando que a tampa fique com folga entre as abas da tampa e as abas lateral da cabeça como mostra a figura 27.

Figura 27 - Protótipo desenvolvido sendo testado em área



Fonte: Autor

Com todas as tarefas do plano de ação executadas, partimos agora para uma nova coleta de amostras do diâmetro final das cabeças que será utilizado na fase de verificação.

Tabela 6 - Tabela as amostras para análise do gráfico de controle após o plano de ação

Amostras	Peças (mm)	
	1	2
1	103,2	103,4
2	103,4	103,5
3	103,8	103,5
4	103,1	103,2
5	103,1	103,3
6	103,5	103,7
7	103,8	103,7
8	103,5	103,6
9	103,5	103,5
10	103,5	103,4

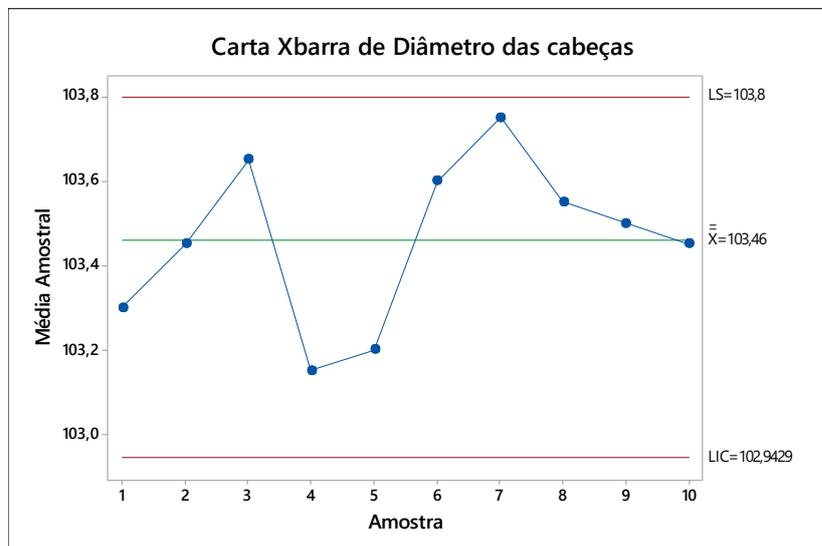
Fonte: Autor

4.6.6. Passo 6 – Verificação (C)

A fase de verificação consiste na confirmação da efetividade da ação de bloqueio. Esta confirmação deve ser feita por meio de dados coletados antes e após a ação de bloqueio. Como vimos na fase de análise a carta de controle de Xbarra (figura 25) para o diâmetro final das cabeças apresentou duas amostras fora do limite de superior de especificação.

Utilizando os dados da tabela 6 acima e o software Minitab elaboramos uma carta Xbarra (figura 28) que demonstra a variabilidade dos diâmetros da peça após o plano de ação.

Figura 28 - Carta Xbarra do diâmetro das cabeças após o plano de ação



Pelo gráfico é possível notar que após as ações empregadas houve uma melhora na variação dos diâmetros finais das cabeças se comparado com o da figura 25, o que nos leva a crer que o nosso processo está em controle. E com o protótipo desenvolvido para retirar o excesso de solda, tivemos o domínio da folga lateral que havia entre as abas da tampa como mostra a figura 29.

Figura 29 - Excesso de solda removido controlado



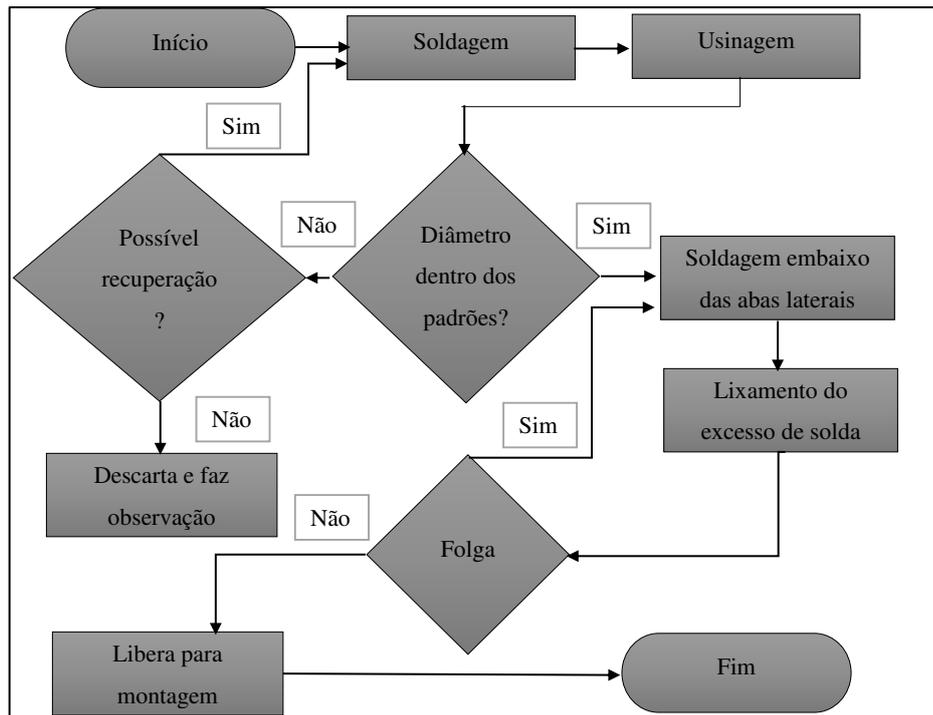
Fonte: Autor

4.6.7. Passo 7 - Padronização (A)

A fase de padronização consiste na prevenção contra o reaparecimento do problema. Nesta fase, o novo procedimento operacional padrão deve ser estabelecido ou o procedimento antigo deve ser revisto.

Para a padronização de fabricação da cabeça segue o procedimento conforme o fluxograma abaixo (figura 30).

Figura 30 - Fluxograma do procedimento padrão para a fabricação das cabeças



Fonte: Autor

Através desse procedimento o número de peças fora das medidas tende a diminuir pois segue um padrão de fabricação, mesmo que uma ou outra venha a ser descartada, será possível através da observação feita, analisar futuramente as causas que veio a levar esse descarte e novamente tentar buscar maneiras de resolve-lo.

4.6.8. Passo 8 – Conclusão (A)

O primeiro passo foi fundamental pois nos garantiu a visualização do principal problema que estava prejudicando a qualidade dos bocais, após isso, a observação foi muito importante para dividirmos esse problema em diversos fatores.

Vimos também, que a partir da análise da carta de controle (figura 25), foi possível observar que as principais causas que podia está provocando o tamanho irregular das cabeças, estavam relacionadas com as medidas feita pelo instrumento, e com a folga entre as abas da cabeça e da tampa que não permitia o seu travamento.

Partindo dessas duas causas elaboramos e executamos o plano de ação que foi desenvolvido, e, logo após, verificamos se houve uma melhoria no resultado. Como o resultado após verificação foi satisfatório, padronizamos o procedimento de fabricação, evitando assim, que o erro venha a ocorrer nas próximas demandas.

4.7. Aplicação do MASP para o problema de vazamento

Resolvido o problema de encaixe das tampas, partiremos para o próximo problema mais influente conforme a análise de Pareto da figura 21 de identificação do problema. Podemos perceber que tanto a aparência quanto o vazamento possuem o mesmo grau de prioridade, no entanto, para nosso trabalho o caráter funcional é mais importante que o visual. Portanto, aplicaremos o MASP novamente para tentar solucionar o problema de vazamento.

4.7.1. Passo 2 – Observação (P)

Utilizando a ferramenta de estratificação como no problema de encaixe da tampa, dividiremos esse problema em vários fatores como mostra a tabela 7.

Tabela 7 - Estratificação do problema de vazamento

Problema	Fatores
Vazamento	Soldagem ruim da rosca
	Soldagem ruim da cabeça no corpo
	Bolacha diminuindo o escoamento
	Furo do pescoço pequeno
	Furo das bolachas pequeno

Fonte: Autor

Após feito a estratificação do problema, novamente utilizaremos a folha de verificação para a coleta de dados necessários na observação do problema (tabela 8).

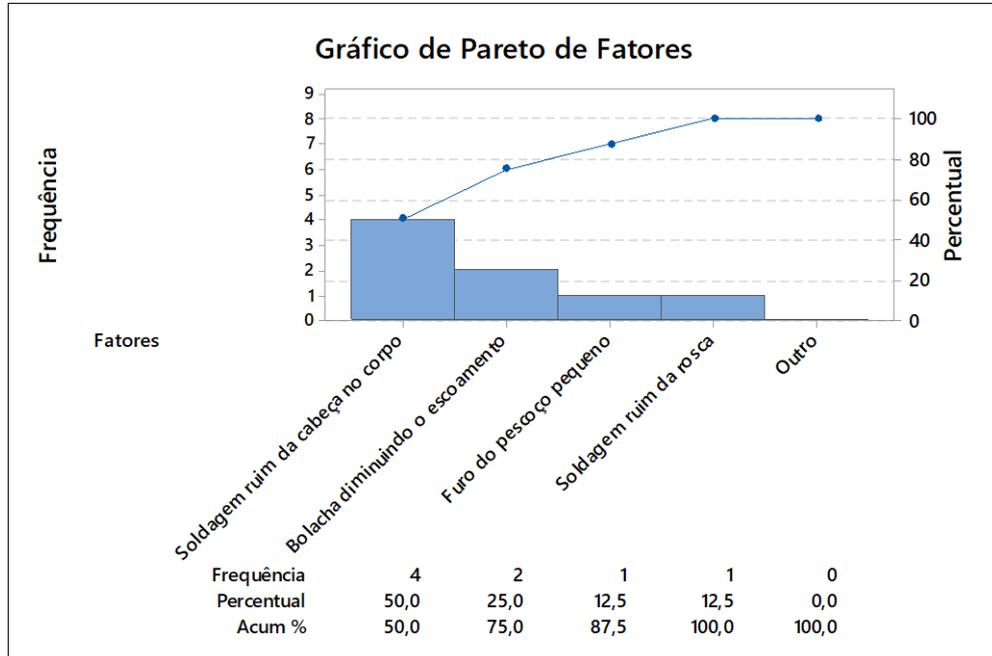
Tabela 8 - Folha de verificação dos problemas de vazamento

Folha de verificação									
Estagio de fabricação: Montagem							Data:07/10/2017		
Produto: Bocal 14							Inspetor: João Batista		
Total inspecionado: 60									
Fatores	Verificação							Subtotal	
Soldagem ruim da rosca	x								1
Soldagem ruim da cabeça no corpo	x	x	x	x					4
Bolacha diminuindo o escoamento	x	x							2
Furo do pescoço pequeno	x								1
Furo das bolachas pequeno									0
TOTAL								8	

Fonte: Autor

Em seguida, utilizaremos o gráfico de Pareto (figura 31) para a melhor visualização e priorização do problema para prosseguirmos com o método de solução de problemas.

Figura 31 - Gráfico de Pareto de fatores que implicam no problema de vazamento



Fonte: Autor

Então, podemos observar que o principal motivo pelo o vazamento está na soldagem ruim da cabeça ao corpo do bocal (figura 32), e na bolacha diminuindo o escoamento. Desse ponto partiremos para a fase de análise.

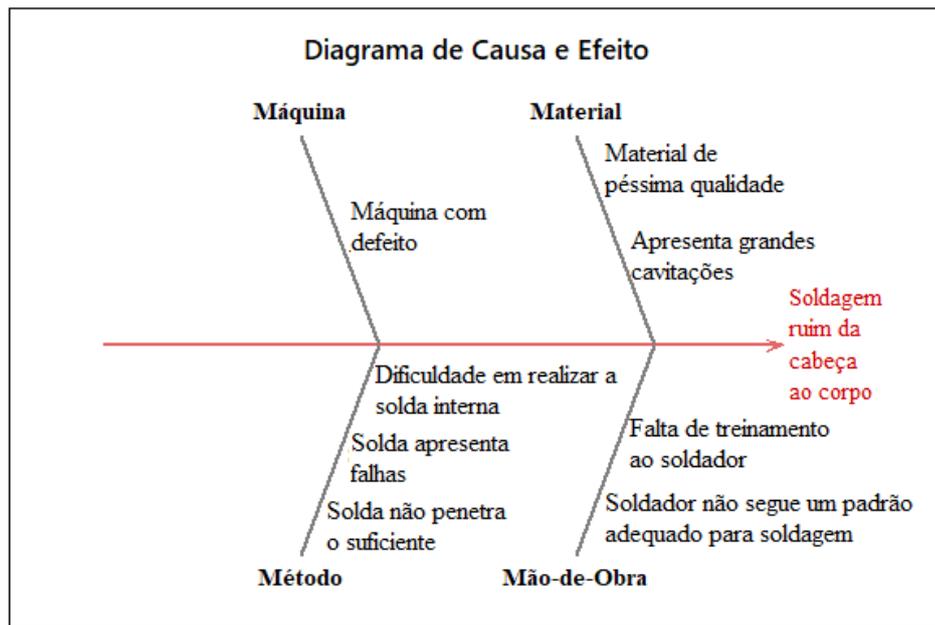
Figura 32 - Corpo do bocal



4.7.2. Passo 3 – Analise (P)

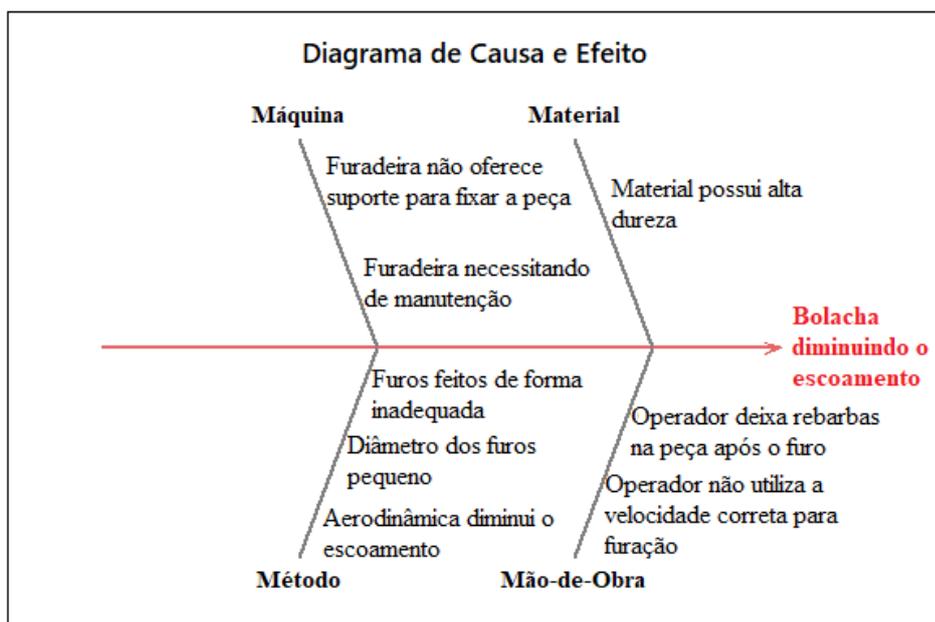
Nesta fase, novamente utilizaremos o diagrama de causa e efeito para analisarmos as causas fundamentais da soldagem ruim da cabeça ao corpo do bocal (figura 33) e da bolacha diminuindo o escoamento (figura 34), que são os principais problemas que geram os vazamentos.

Figura 33 - Digrama de Causa e Efeito da soldagem ruim ao corpo do bocal



Fonte: Autor

Figura 34 - Digrama de Causa e Efeito da bolacha diminuindo o escoamento



Fonte: Autor

Para analisarmos quais causas são mais influentes na resolução do problema, utilizaremos outra ferramenta de gerenciamento bastante importante, a matriz GUT. Com ela podemos fazer a priorização dos problemas para a análise e assim, determinar um plano de ação para cada um. Então, com as causas demonstradas nos dois gráficos de causa e efeito acima, montamos a matriz GUT para o problema da soldagem ruim da cabeça (tabela 9), e da bolacha diminuindo o escoamento (tabela 10).

Tabela 9 - Matriz GUT para as causas do problema de soldagem ruim da cabeça

Problemas	G	U	T	G x U x T
Material de péssima qualidade	2	2	2	8
Material apresenta grandes cavitações	3	2	2	12
Falta de treinamento ao soldador	4	3	3	28
Soldador não segue um padrão adequado para soldagem	4	4	3	48
Dificuldade em realizar a solda interna	5	5	4	100
Solda apresenta falhas	5	5	3	75
Solda não penetra o suficiente	5	4	3	60
Máquina com defeito	3	2	2	12

Fonte: Autor

Tabela 10 - Matriz GUT para as causas do problema da bolacha diminuindo o escoamento

Problemas	G	U	T	G x U x T
Material possui alta dureza	3	2	2	12
Operador deixa rebarbas na peça após o furo	4	4	2	36
Operador não utiliza a velocidade correta para furação	4	3	3	28
Furos feitos de forma inadequada	4	4	3	48
Diâmetro dos furos pequeno	5	4	4	80
Aerodinâmica diminui o escoamento	5	5	4	100
Furadeira não oferece suporte para fixar a peça	3	2	2	12
Furadeira necessitando de manutenção	3	2	2	12

Fonte: Autor

De acordo com as tabelas, temos que a dificuldade em realizar a solda interna é a principal causa realizada para a soldagem ruim da cabeça ao corpo do bocal, pois devido ao pouco espaço, o soldador tem uma sua visão limitada o que permite que haja falhas na solda durante a soldagem sem que ele perceba provocando assim o vazamento. E para o problema da bolacha diminuindo o escoamento, vimos que está diretamente relacionado a aerodinâmica da mesma, o formato reto da bolacha oferece uma resistência ao escoamento do combustível devido à alta

velocidade no qual ele é inserido, o que vem a implicar em um vazamento por retorno. Portanto, prosseguiremos para a próxima etapa com o objetivo de tentar resolver essas duas causas.

4.7.3. Passo 4 – Plano de ação (P)

Como foi visto na fase anterior, os problemas de soldagem interna e aerodinâmica precisam ser resolvidos, para isso, utilizamos novamente a ferramenta 5W2H para a elaboração do plano de ação necessário (tabela 11.).

Tabela 11 - Plano de ação para os problemas de aerodinâmica e soldagem interna

Plano de ação					
Setor: Fabricação Objetivo: Reduzir o número de bocais com vazamento.			Responsável: João Batista Prazo: 14/10/2017		
O que (What)	Quem (Who)	Quando (When)	Onde (Where)	Por que (Why)	Quanto custa (How much)
Solda externa da cabeça ao corpo do bocal.	Romilson	Até 13/10/2017	Na área de fabricação da empresa	A solda efetuada internamente está diminuindo o campo de visão do soldador, o que consequente está gerando falhas.	Remuneração 40 horas semanais de técnicos.
Estampagem de repuxo na bolacha.	Ruan	Até 10/10/2017	Na área de fabricação da empresa	A bolacha está oferecendo resistência no escoamento do combustível ao tanque causando retorno.	Remuneração de 40 horas de técnicos + R\$ 80,00 em material para fabricação da matriz e punção para estampagem.

Fonte: Autor

4.7.4. Passo 5 – Execução (D)

Dando início a fase de execução, começaremos com a solda interna da cabeça ao corpo, ela será substituída por uma solda externa entres os mesmos, isso permitirá ao soldador a visualização do trabalho e analisa-lo se realmente a solda ficou com um caráter com ou ruim. Além disso, também será possível realizar um processo de lixamento com uma escova de aço, isso permitirá que o soldador inspecione a solda e verifique se há algum sinal de falha que possa provocar vazamento. No entanto, essa mudança trará um caráter visual mais ruim, mas como nosso objetivo maior é a funcionalidade isso não terá grande relevância. Após o processo, o bocal ficou como mostra a figura 35.

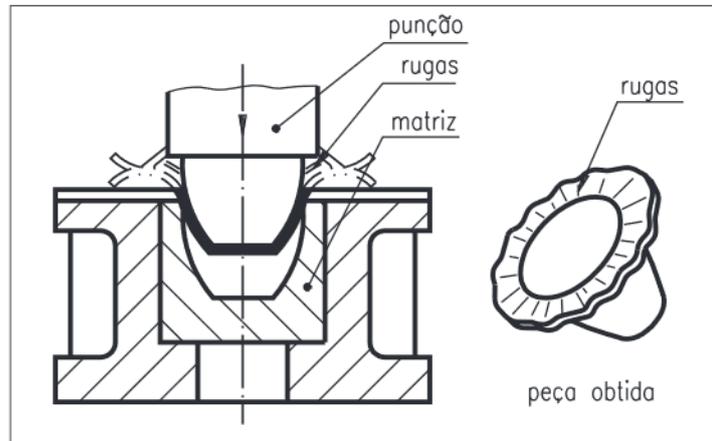
Figura 35 - Bocal com a solda externa realizada



Fonte: Autor

Para o problema da aerodinâmica da bolacha, foi realizada uma estampagem de repuxo. Repuxo é um processo de fabricação, pelo qual uma chapa metálica adquire forma volumétrica, oca, previamente definida. As ferramentas que executam esse trabalho têm as mesmas características dos estampos de corte e dobra. São formadas basicamente por um punção e uma matriz. na figura 36 a seguir, vemos uma ferramenta de repuxo simples, utilizada para a fabricação de um recipiente. (Essel Engenharia s.d.)

Figura 36 - Exemplo de estampagem de repuxo



Fonte: (Essel Engenharia s.d.)

Para realizar esse processo de repuxo na bolacha, fabricamos na própria empresa a matriz e o punção como mostra a figura 37, já a máquina para exercer a força para deformar o material, utilizamos uma prensa hidráulica que a própria empresa já possuía. Então realizando o processo de repuxo (figura 38), obtivemos o resultado como mostra a figura 39.

Figura 37 - Matriz e punção para o repuxo



Fonte: Autor

Figura 38 - Realizando o processo de repuxo



Fonte: Autor

Figura 39 - bolacha após o processo de repuxo



Fonte: Autor

O repuxo permitirá diminuir a resistência que a bolacha oferecia quando tinha um perfil mais reto, esta aerodinâmica tende a melhorar o escoamento do combustível quando for inserido que ao invés de bater na parte sólida e tentar voltar devido à alta velocidade da bomba que o

injeta, ele bate na parte sólida e escoam para os furos ao redor fazendo com que o problema de retorno diminua.

Com o plano de ação executado, coletamos dados (tabela 12) dos novos bocais para comparar resultados na etapa de verificação.

Tabela 12 - Folha de verificação dos problemas de vazamento

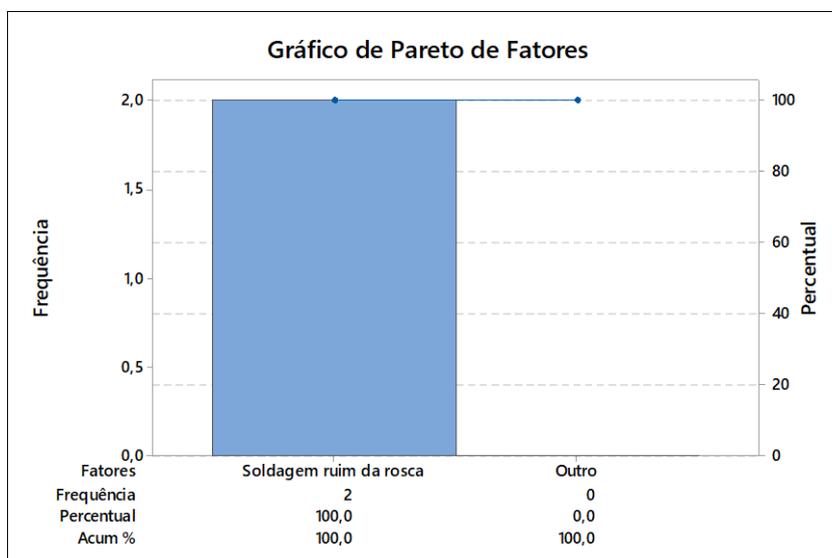
Folha de verificação						
Estagio de fabricação: Montagem					Data:21/10/2017	
Produto: Bocal 14					Inspetor: João Batista	
Total inspecionado: 20						
Fatores	Verificação					Subtotal
Soldagem da rosca	x	x				2
Soldagem ruim da cabeça no corpo						0
Bolacha diminuindo o escoamento						0
Furo do pescoço pequeno						0
Furo das bolachas pequeno						0
TOTAL						2

Fonte: Autor

4.7.5. Passo 6 – Verificação (C)

Continuando com as etapas, na verificação utilizaremos os dados coletados na fase anterior (tabela 12), e elaboramos um gráfico de Pareto (figura 40) para ser comparado com o gráfico antes do plano de ação executado.

Figura 40 - Gráfico de Pareto de fatores de vazamento após plano de ação

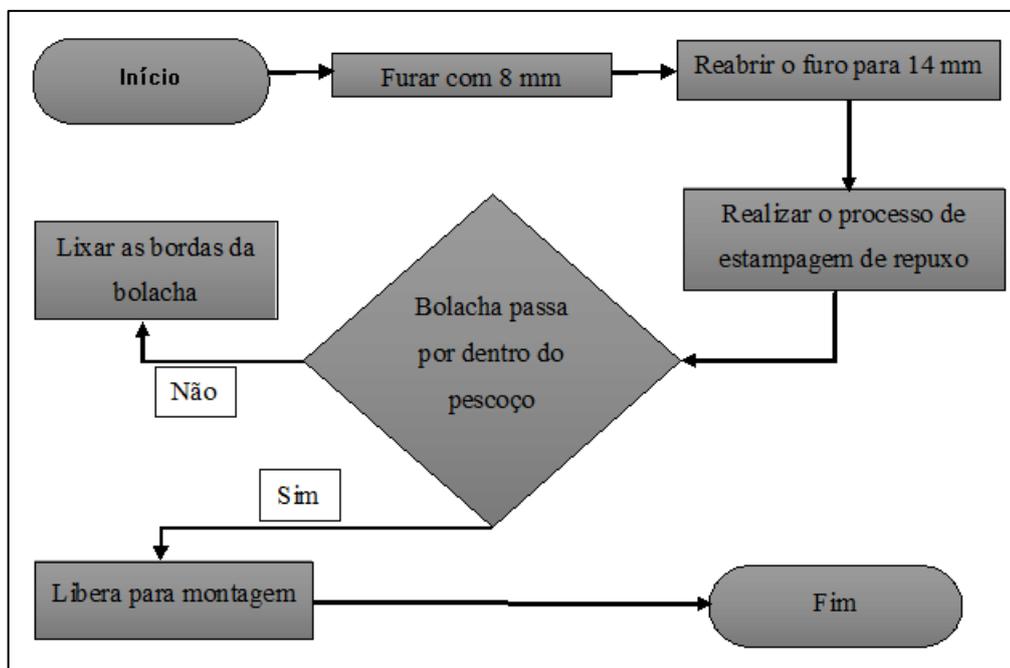


Se comparamos o gráfico da figura 40 com o da figura 31, percebemos que reduzimos drasticamente o número de bocais com vazamento com as ações empregadas.

4.7.6. Passo 7 - Padronização (A)

Para essa etapa iremos padronizar o processo de fabricação da bolacha, o fluxograma da figura 41 demonstra o passo a passo.

Figura 41 - fluxograma do processo de fabricação da bolacha



Fonte: Autor

Para a soldagem da cabeça ao corpo do bocal, será mantido o que foi feito na fase de execução, ao invés da cabeça ser soldada internamente, agora para próximas os próximos bocais ela receberá externa. A solda deve ser uma 6013 e eletrodo de 1/8 pol. de diâmetro, essa padronização da solda evitará que ela fique muito grosseira ao ponto de prejudicar o encaixe do abastecimento da bomba de abastecimento do combustível.

4.7.7. Passo 8 – Conclusão (A)

Vimos desde o primeiro passo como é fundamental definir o problema que vai ser analisado, o primeiro passo sempre é o mais difícil, porém é o fundamental para prosseguir com o plano de melhoria. Com as demais etapas foi possível identificar e analisar as causas mais influentes do problema e com ajuda da matriz GUT priorizar essas causas para elaborar um plano de ação.

No plano de ação, foi possível desenvolver medidas efetivas que pudessem diminuir o problema, com a verificação vimos o quão grande e efetivo foi nosso plano de ação, reduzimos bastante o número de peças defeituosas.

E por fim, padronizamos a solda que deve ser feita na cabeça junto ao corpo do bocal e também padronizamos o processo de fabricação das bolachas para que não ocorra problema na hora da montagem.

5. RESULTADOS E DISCURSÕES

Realizado um novo estudo de campo como mostra a tabela 13 podemos comparar o resultado antes e depois da aplicação do MASP para solução dos problemas.

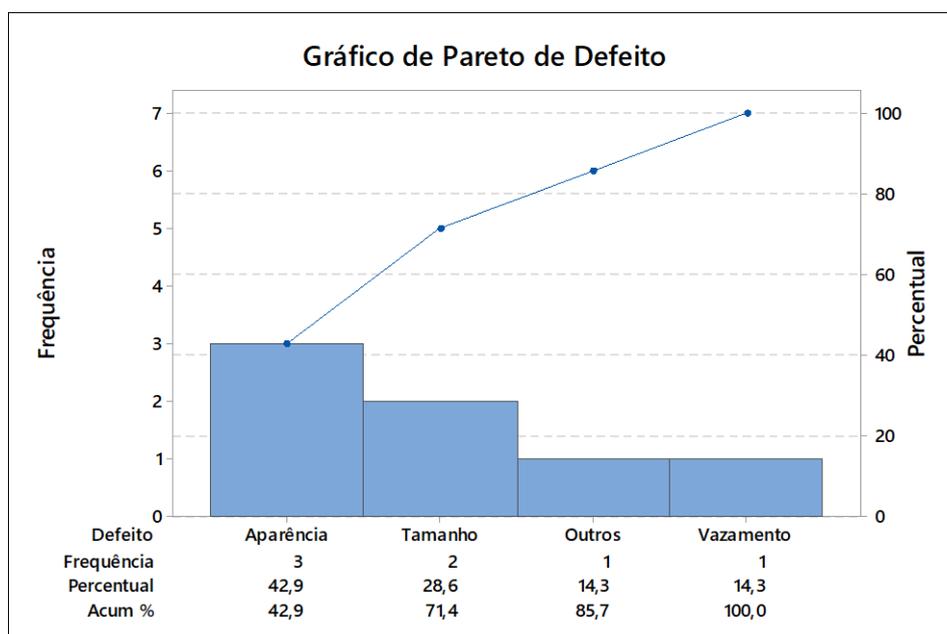
Tabela 13 - Folha de verificação dos principais problemas dos bocais antifurtos após aplicação do MASP.

Folha de verificação									
Estagio de fabricação: Inspeção Final						Data: 28/10/2017			
Produto: Bocal 14						Seção: Expedição			
Total inspecionado: 40						Inspetor: João Batista			
Defeito	Verificação								Subtotal
Tamanho	x	x							2
Encaixe da Tampa									0
Vazamento	x								1
Aparência	x	x	x						3
Outros	x								1
TOTAL									7

Fonte: Autor

Transportando os dados da tabela 13 para uma análise de Pareto possibilitando uma melhor visualização obtemos o gráfico conforme a figura 42.

Figura 42 - Gráfico de Pareto para análise de defeitos dos bocais após aplicação do MASP.



Se compararmos os dados da figura 42 com os dados da figura 21, é possível observar que um dos problemas foi totalmente eliminado (encaixe da tampa). Quanto o problema de vazamento houve uma redução no número de peças com esse defeito, entretanto, não foi possível eliminar totalmente o problema.

No entanto, graças as ações tomadas foi possível uma melhora na qualidade dos bocais fabricados, mas há outros problemas que devem ser futuramente analisados para que o processo de melhoria continue.

6. CONCLUSÃO

Ao longo desse trabalho foi possível observar o quanto pode ser complexo e difícil a solução de problemas, porém se você utilizar um método adequado esse grau de dificuldade pode diminuir de acordo como irá ser aplicado. A solução de problemas de fato, pode ser bem complexa, mas se você parar e analisar tudo passo a passo verá que para tudo existe uma solução adequada.

Melhorar a qualidade dos bocais antifurtos sem dúvida foi uma tarefa bastante difícil, ainda mais sabendo que eles seriam vendidos a maior mineradora do país o que requer uma responsabilidade ainda maior. No entanto, com um planejamento bem elaborado nos foi possível realizar tal feito, graças ao método aplicado conseguimos reduzir o número de peças defeituosas, e, com isso, ganhar também mais credibilidade e confiança do nosso maior cliente.

A verificação dos problemas foi fundamental para se dar um ponto de partida para aplicação do método, através dela estratificamos os problemas e priorizamos aqueles mais influentes para uma análise mais detalhada. Esta análise nos permitiu verificar as causas mais influentes do problema, e nos permitiu também, verificar o porquê isso acontecia e com que frequência, isso ajudou bastante na elaboração de ações concretas e efetivas que podiam amenizar a situação.

Elaborar medidas que diminuíssem os problemas sem dúvida foi a parte mais importante desse trabalho, agir certo, na hora certa e no lugar certo, foi bastante difícil, mas emocionante e fundamental para o projeto. A ação as vezes podem ser tão simples como no caso da compra de um novo paquímetro, quanto complexas como foi fabricar a matriz e o punção para a estampagem, no entanto, tem que ser efetiva e que gere bons resultados.

Vimos também que realizar as inspeções nas peças é fundamental para descobrir os possíveis problemas e garantir um material de qualidade, como foi visto no trabalho o problema as vezes pode estar onde menos imaginamos como foi o caso do paquímetro, no entanto, é fundamental a descoberta para atuar de forma objetiva.

Vale destacar que não só o método foi importante para a solução desses problemas, o uso das ferramentas de gerenciamento foi de grande relevância, pois devido a sua simplicidade nos propiciou fácil entendimento e aplicação dos problemas em questão, além disso, é bom destacar também que o comprometimento dos funcionários na melhoria do bem ajudou bastante para a análise e solução dos problemas, bem como na implantação das melhorias contínuas.

Embora o método aplicado não tenha resolvido totalmente um dos problemas (como foi o caso do vazamento), vimos que sua efetividade foi comprovada quando comparamos os resultados antes e após os processos. Nos resta agora aplicar esse método para os outros problemas que não foram analisados de modo a garantir a melhoria contínua dos bocais fabricados pela empresa.

Com tudo, vimos que nosso trabalho foi bem executado alcançamos nossos objetivos, pois garantimos uma melhoria funcional na qualidade dos bocais através de ações planejadas e executadas de acordo com o tipo problema, garantimos uma redução no número de peças defeituosas como foi visto nos resultados e discussões e principalmente ganhamos mais confiança e credibilidade do nosso maior cliente para trabalhos futuros.

Marcondes, José Sergio. *Diagrama de Causa e Efeito - Espinha de Peixe - Diagrama de Ishikawa*. 12 de Setembro de 2016. <https://www.gestaodesegurancaprivada.com.br/diagrama-de-causa-e-efeito-espinha-de-peixe/> (acesso em 5 de Novembro de 2017).

—. *Matriz de priorização de GUT*. 20 de Setembro de 2016. <https://www.gestaodesegurancaprivada.com.br/matriz-de-priorizacao-de-gut/> (acesso em 10 de Novembro de 2017).

Martins, Rosemary. *As sete ferramentas da qualidade*. 19 de Dezembro de 2013. <http://www.blogdaqualidade.com.br/as-sete-ferramentas-da-qualidade/> (acesso em 05 de Novembro de 2017).

Pessoa, Gerisval. “Ferramentas de Gestão da Qualidade - Carta de Controle.” *Ebah*. 2010. <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABgLEAI/ferramentas-gestao-qualidade-carta-control> (acesso em 6 de Novembro de 2017).

—. “Ferramentas de Gestão da qualidade - Estratificação.” *Ebah*. 2007. <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABfSMAJ/ferramentas-gestao-qualidade-estratificacao> (acesso em 6 de Novembro de 2017).

Silva, Andre. *Série Ferramentas da Qualidade _ Folha de Verificação*. 17 de Agosto de 2014. <https://logisticatreinamentos.wordpress.com/2014/08/17/serie-ferramentas-da-qualidade--folha-de-verificacao/> (acesso em 7 de Novembro de 2017).

Werkema, Maria Cristina Catarino. *As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos*. Fco, 1995.