

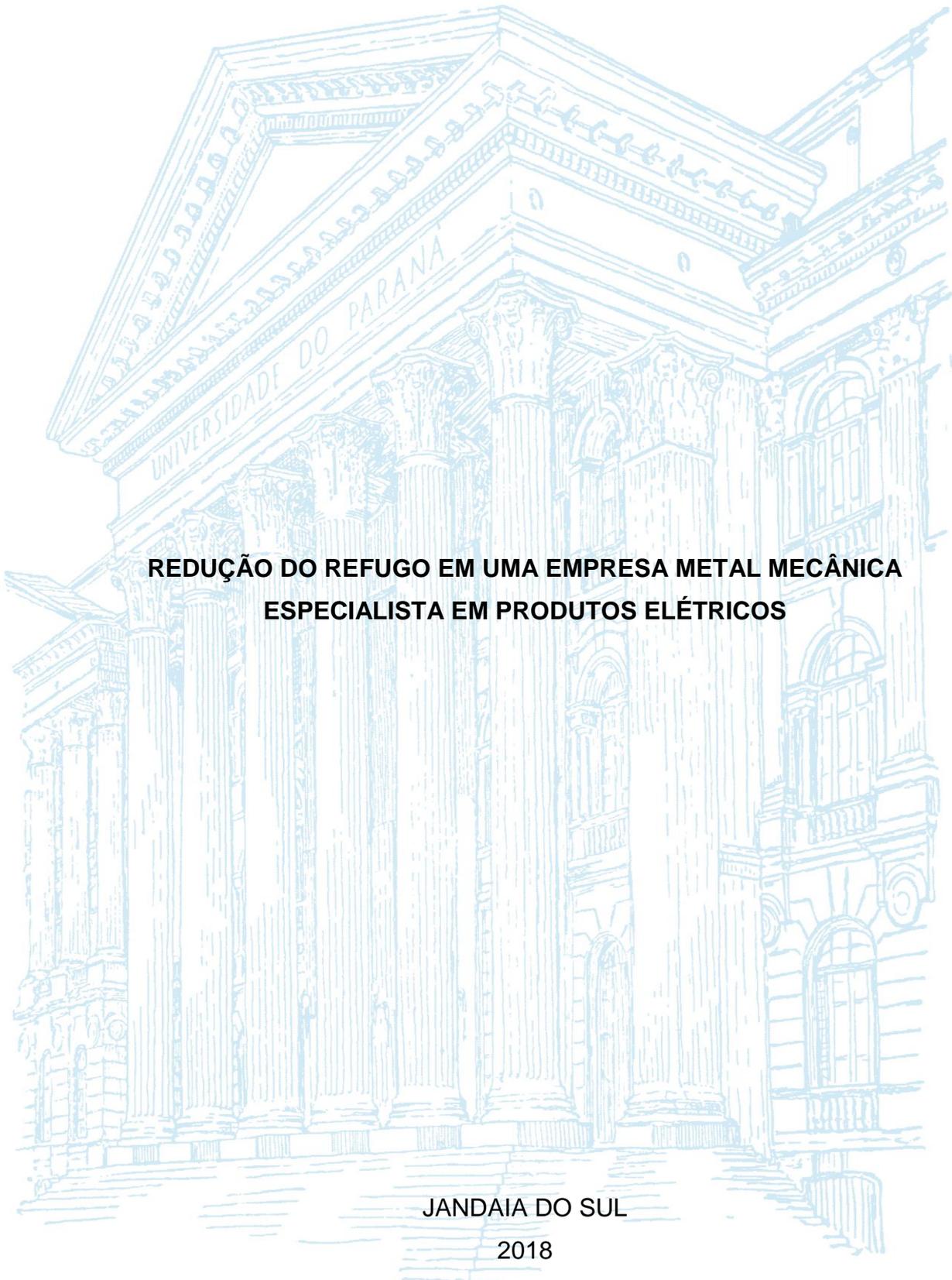
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ISABELA DAVANÇO DOS SANTOS

**REDUÇÃO DO REFUGO EM UMA EMPRESA METAL MECÂNICA
ESPECIALISTA EM PRODUTOS ELÉTRICOS**

JANDAIA DO SUL

2018



ISABELA DAVANÇO DOS SANTOS

**REDUÇÃO DO REFUGO EM UMA EMPRESA METAL MECÂNICA
ESPECIALISTA EM PRODUTOS ELÉTRICOS**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia, no Curso de Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. William Rodrigues dos Santos

JANDAIA DO SUL

2018

S237r Santos, Isabela Davanço dos
Redução do refugo em uma empresa metal mecânica especialista em produtos elétricos. / Isabela Davanço dos Santos. – Jandaia do Sul, 2018. 70 f.

Orientador: Prof. Dr. William Rodrigues dos Santos
Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação) – Universidade Federal do Paraná. Campus Jandaia do Sul. Curso de Graduação em Engenharia de Produção.

1. Melhoria contínua. 2. MASP. 3. Ferramentas da qualidade. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD: 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 002/2019/UFPR/R/JA
PROCESSO Nº 23075.003911/2019-39
INTERESSADO: WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: REDUÇÃO DO REFUGO EM UMA EMPRESA METAL MECÂNICA ESPECIALISTA EM PRODUTOS ELÉTRICOS

Autor(a): ISABELA DAVANÇO DOS SANTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

- David Iubel de Oliveira Pereira
- Marco Aurélio Reis dos Santos
- William Rodrigues dos Santos

Jandaia do Sul, 12 de dezembro de 2018.



Documento assinado eletronicamente por **WILLIAM RODRIGUES DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/01/2019, às 10:08, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/01/2019, às 10:27, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **David Iubel de Oliveira Pereira, Usuário Externo**, em 28/01/2019, às 10:28, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **1529766** e o código CRC **EE0344EF**.

RESUMO

Com a necessidade de satisfazer o progresso diário e os desafios impostos pela industrialização, o Kaizen surgiu como um método de melhoria contínua, que busca a redução de desperdícios com ações simples. A metodologia aplicada neste trabalho é um estudo de caso participativo, em que o pesquisador intervém no problema estudado de forma conjunta com os demais participantes envolvidos. O estudo aborda a problemática da redução de refugos em uma empresa metal mecânica, no setor do forjamento, localizado no interior do Paraná, com o objetivo de eliminar a produção de peças refugadas e conseqüentemente aumentar a produção de peças boas, através de etapas descritas pelo método MASP (método de análise e solução de problemas), conjuntamente com ferramentas da qualidade. Essa aplicação ocorre através de uma seqüência de passos: identificação do problema, observação, análise, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão, no qual primeiramente se verificou qual linha/produto seria abordada, em seqüência a descoberta dos principais tipos de problemas que ocasionavam o refugo e suas causas fundamentais, em seguida realizada uma proposta de ações de melhoria, a implantação das ações, em que todos esses passos foram executados integrando tanto os operadores, quanto a equipe da qualidade. Conseqüentemente as atividades propostas resultaram em uma diminuição de 31,28% na produção do parafuso x, aplicando a ferramenta de matriz guiada, o que proporcionou uma economia de 1,23% em relação ao preço final do produto.

Palavras-chave: Melhoria contínua 1. MASP 2. Ferramentas da qualidade 3.

ABSTRACT

With the need to satisfy the daily progress and the challenges imposed by industrialization, the Kaizen emerged as a method of continuous improvement, which seeks to reduce waste with simple actions. The methodology applied in this work is a participatory case study, in which the researcher step in the problem studied along side with the others participants involved. The study deals with the problem of waste reduction in a metalworking company, in the forging sector, located in the interior of Paraná, with the objective of eliminating the production of refuse pieces and consequently increasing the production of good ones, through steps described by APSP method (Analytical Problem Solving Method), together with quality tools. This application takes place through a sequence of steps: problem identification, observation, analysis, action plan, action, verification, standardization and conclusion, in which it was first verified which line / product would be approached, in sequence the discovery of the main types of problems that caused the refuse and his fundamental causes, then made a proposal for improvement actions, the implementation of the actions, in which all these steps were executed integrating both the operators and the quality team. Consequently, the proposed activities resulted in a decrease of 31.28% in the production of the screw x, applying the guided matrix tool, which gave a saving of 1.23% in relation to the final product price.

Key-words: Continuous improvement 1. MASP 2. Quality tools 3.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - INTERPRETAÇÃO DAS 4 ERAS	20
FIGURA 2 - CICLO PDCA DE CONTROLE E PROCESSOS	25
FIGURA 3 - MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	27
FIGURA 4 - RELAÇÃO DOS MÉTODOS DE MELHORIA CONTÍNUA	32
FIGURA 5 - DIAGRAMA DE PARETO.....	34
FIGURA 6 - MODELO CONCEITUAL DOS CINCO PORQUÊS	35
FIGURA 7 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	36
FIGURA 8 - MODELO CONCEITUAL 5W2H	36
FIGURA 9 - FOLHA DE VERIFICAÇÃO	37
FIGURA 10 - RELAÇÃO DOS MÉTODOS.....	39
FIGURA 11 - PROCESSO DE FORJAMENTO.....	43
FIGURA 12 - SERRA FITA.....	53
FIGURA 13 - SERRA CIRCULAR	53
FIGURA 14 - CORTE DA SERRA.....	54

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - ÍNDICE DE PEÇAS REFUGADAS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE PEÇAS PRODUZIDAS.....	44
GRÁFICO 2 - ÍNDICE DE PRODUTOS EM RELAÇÃO AO VALOR FINANCEIRO..	44
GRÁFICO 3 – ÍNDICE DOS TIPOS DE REFUGOS 2018.....	46
GRÁFICO 4 - ÍNDICE DE REDUÇÃO DE REFUGO DO PARAFUSO X	59
GRÁFICO 5 - ÍNDICE DE REDUÇÃO PARAFUSO X – MESES CONFORMES	59
GRÁFICO 6 - ÍNDICE DE REDUÇÃO PARAFUSO X – MÉDIA ATUALIZADA.....	60
GRÁFICO 7 - ÍNDICE DE REDUÇÃO DA LINHA DO PARAFUSO X.....	61
GRÁFICO 8 - ÍNDICE DE REDUÇÃO DA LINHA DO PARAFUSO X – MESES CONFORMES	61

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ERAS DA QUALIDADE	16
QUADRO 2 - ESTRATIFICAÇÃO DOS TIPOS DE REFUGO	46
QUADRO 3 - IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS	47
QUADRO 4 - PLANO DE AÇÃO	49
QUADRO 5 - FOLHA DE VERIFICAÇÃO	51
QUADRO 6 - FERRAMENTAS RECOMENDADAS X UTILIZADAS	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP – Controle Estatístico de Processo

DMAIC - Define, Measure, Analyze, Improve, Control

DOE – Planejamento de Experimentos

FIFO – First In, First Out

MASP - Método de Análise e Solução de Problemas

PDCA - Plan, Do, Check, Act

SIGE – Sistema Interno Gerencial da Empresa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo Geral.....	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.3	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	CONCEITO DE QUALIDADE	16
2.1.1	1ª Era: Inspeção - Qualidade com Foco no Produto.....	17
2.1.2	2ª Era: Controle Estatístico – Qualidade com Foco no Processo	18
2.1.3	3ª Era: Garantia da Qualidade - Qualidade com Foco no Sistema.....	18
2.1.4	4ª Era: Gestão da Qualidade Total (TQM) - Qualidade com Foco no Negócio	
	20	
2.2	MELHORIA CONTÍNUA (<i>KAIZEN</i>).....	21
2.2.1	Desperdício e seus malefícios para um sistema produtivo.....	22
2.3	RELAÇÃO DA QUALIDADE COM A MELHORIA CONTÍNUA (<i>KAIZEN</i>).....	24
2.3.1	Ciclo PDCA.....	25
2.3.2	MASP – Método de Análise e Solução de Problemas	26
2.3.3	Método DMAIC	30
2.3.4	Ferramentas da Qualidade	32
2.3.5	Relação Ferramentas da Qualidade com MASP e DMAIC.....	38
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.1	ENQUADRAMENTO DE PESQUISA	39
3.2	PROTOCOLO DE PESQUISA	40
3.2.1	Ferramentas de coleta de dados e análise dos resultados.....	41
3.3	DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO	42
3.3.1	Descrição da empresa.....	42
3.3.2	Descrição do processo produtivo que será analisado	42
3.3.3	Fatores de escolha do produto	43
3.4	APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS	43

3.4.1	Identificação	43
3.4.2	Observação	45
3.4.3	Análise.....	46
3.4.4	Plano de Ação	48
3.4.5	Ação	50
3.4.6	Verificação.....	55
3.4.7	Padronização.....	57
3.4.8	Conclusão.....	58
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
4.1	QUANTO AO RESULTADO PRÁTICO	61
4.2	QUANTO AS FERRAMENTAS	62
4.3	QUANTO A PARTICIPAÇÃO DAS PESSOAS.....	64
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Bueno (2004), a produção deixou de ser artesanal e em pequena escala, devido à necessidade de crescimento constante. Com o cenário da industrialização presente, inevitavelmente a busca de novas estratégias se tornou indispensável para a sobrevivência dos negócios (BARÇANTE, 1998). Com a necessidade de saciar o progresso diário e os desafios impostos, o Kaizen surgiu não somente como um método de melhoria, mas como um estilo de vida para os japoneses (MAXIMIANO, 2012). De acordo com Imai (1994) o método Kaizen visa que nenhum dia deve se passar sem que alguma melhoria tivesse sido implantada, buscando a redução de desperdícios, com ações simples. Seu conceito de melhoria envolve todos os integrantes do processo. O Kaizen pode ser representado por técnicas de melhoria como: ciclo PDCA, MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) e o DMAIC, ambos com etapas sequenciais que seguidas demonstram e facilitam na tomada de decisão.

O método aplicado em questão é um estudo de caso participativo, que aborda a problemática da redução de refugos, em um setor metal mecânico com o objetivo de minimizar as peças refugadas, conseqüentemente aumentar a produção através de etapas descritas pelo método MASP. De acordo com Martins, Martins e Ferreira (2016) o MASP, pode ser interpretado como uma versão mais detalhada do ciclo PDCA, descrito através de oito passos para resolução de problemas: identificação do problema, observação, análise, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão. Além da utilização do método de melhoria, ferramentas da qualidade são de grande uso para minimização, ou até mesmo eliminação de falhas que ocorrem no processo (SELEME, STADLER, 2010). Ferramentas como Brainstorming, Estratificação, Histogramas, Folhas de Verificação, 5W2H foram aplicadas para resolução da problemática.

1.1 JUSTIFICATIVA

O problema de refugo na empresa analisada, não possuía um controle preciso do seu descarte e conseqüentemente uma percepção da realidade de peças refugadas, além de ações que pudessem eliminar esses desperdícios. Com o

método utilizado, houve a identificação e controle dos refugos através de ações simples de melhoria, que resultou em uma redução no índice da produção de peças refugadas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem a finalidade de aplicar conceitos e técnicas de melhoria contínua em um processo de produção de peças por forjamento, visando à redução de desperdícios.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os seguintes objetivos do trabalho são:

- a) Obter a descrição do processo de forjamento utilizado na empresa;
- b) Apresentar a caracterização dos desperdícios devidamente identificados que ocorrem neste processo.
- c) Ter uma classificação dos desperdícios identificados no processo.
- d) Conseguir conduzir projetos de melhoria por meio da aplicação de um método específico para condução de projetos de melhoria contínua.
- e) Aplicar técnicas da qualidade, obter análises e tomar decisões adequadas para análise e tomada de decisão durante o projeto.

1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Esta monografia foi estruturada em cinco capítulos, conforme descrito a seguir:

Capítulo 1: Apresenta a contextualização seguida da problemática de pesquisa, objetivo geral e específico.

Capítulo 2: Expõem o referencial teórico, trazendo conceitos referentes à definição da melhoria contínua, sua relação com o kaizen e sua solução para redução de desperdícios e aumento da qualidade, através do ciclo PDCA, o MASP

(Método de Análise e Solução de Problemas) e a relação entre os dois apresentando detalhadamente suas etapas, com o auxílio das ferramentas da qualidade. Além disso, uma breve abordagem ao método DMAIC e sua relação com os métodos anteriores.

Capítulo 3: Expõem os procedimentos metodológicos, iniciando com o enquadramento metodológico da pesquisa, seguido pelo enquadramento da pesquisa, descrição do caso, e por fim o protocolo de pesquisa.

Capítulo 4: Demonstra os resultados obtidos e sua análise.

Capítulo 5: Apresenta uma síntese dos principais resultados encontrados seguido pelas limitações desta pesquisa bem como a sugestão de trabalhos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O significado de qualidade pode conter varias definições, uma vez que dificilmente entraremos em um consenso do conceito, em razão a qual podemos associar qualidade a um termo genérico para representar circunstâncias bastante diferentes (TOLEDO, 2001).

Entretanto seguindo a linha de pensamento de alguns gurus da qualidade podemos usar como referência. Para Juran (1992) qualidade é adaptação ao uso. Deming (1990) já dizia que qualidade é a realização das necessidades do comprador em primeiro lugar. Genichi Taguchi (1990) estabelecia que “qualidade é a diminuição das perdas por um produto, desde a produção até seu uso pelos clientes”. Por sua vez Ishikava já contextualizava qualidade como atender o cliente integralmente, para estimular a competitividade.

Neste capítulo são apresentados os referenciais teóricos sobre a qualidade e melhoria continua. No tópico 2.1 é apresentada a evolução da qualidade e as principais definições de acordo com cada guru e sua origem, definição e princípios da melhoria contínua. No tópico 2.2 aborda-se os sete desperdícios de um sistema produtivo e como eles podem ser prejudiciais. No tópico 2.3 demonstra-se a melhoria continua (Kaizen) como a solução e resolução de problemas através de métodos como PDCA, MASP, ferramentas da qualidade e o DMAIC e sua inter-relação.

2.1 CONCEITO DE QUALIDADE

Levando em consideração a trajetória da evolução da qualidade ao longo do século, podemos adotar períodos distintos. Uma das mais conhecidas é a de David Garvin (1992), que é descrita com a classificação de 4 eras temporais: inspeção, controle estatístico da qualidade, garantia da qualidade e gestão da qualidade, conforme pode ser visualizado de forma sintetizada no Quadro 1 e mais detalhadamente de acordo com Bueno (2004):

QUADRO 1 - ERAS DA QUALIDADE

Característica	Inspeção	Controle Estatístico
Objetivo primário	Deteção	Controle
Visão da qualidade	Um problema a ser resolvido	Um problema a ser resolvido
Ênfase	Uniformidade dos produtos	Uniformidade dos produtos com inspeção reduzida
Métodos	Calibração e medição	Ferramenta e técnicas estatísticas
Papel dos profissionais da qualidade	Inspeção, classificação e contagem	Solução de problemas e aplicações de métodos estatísticos
Quem tem responsabilidade da qualidade	Departamento de inspeção	Departamentais de engenharia e manufatura
Orientação e abordagem	Qualidade inspeccional	Qualidade se controla
Característica	Garantia da Qualidade	Gestão Estratégica da Qualidade
Objetivo primário	Coordenação	Impacto estratégico
Visão da qualidade	Um problema a ser resolvido porém é atacado pro-ativamente	Uma oportunidade competitiva
Ênfase	Toda a cadeia de produção, do projeto ao mercado, contribuição de todos os grupos funcionais	O mercado e as necessidades do consumidor
Métodos	Programas e sistemas	Planejamento estratégico, estabelecimento de metas, e mobilizando a organização todos na organização, com alta gerência exercendo forte liderança
Papel dos profissionais da qualidade	Medição e planejamento da qualidade	Qualidade que constrói
Quem tem responsabilidade da qualidade	Todos os departamentos, embora alta gerência esteja somente envolvida perifericamente no projeto, planejamento e execução das políticas da qualidade	Todos na organização, com alta gerência exercendo forte liderança
Orientação e abordagem	Qualidade que constrói	Qualidade que constrói

FONTE: Queiroz (1995)

2.1.1 1ª Era: Inspeção - Qualidade com Foco no Produto

No final do século XVIII, a qualidade era realizada de forma bastante diferente da de hoje. A produção era artesanal e em pequena escala, além disso, o ciclo de produção era de responsabilidade do artesão desde a criação até a inspeção final. Com o aparecimento em massa da produção devido à industrialização, ouve a necessidade da criação de um sistema baseado em inspeção, onde uma ou mais características do produto eram verificadas, medidas e testadas, com a finalidade de certificar a qualidade final do produto. No início do século XX, a função de inspetor foi legitimada, conferindo a ele a qualidade dos produtos, devido à publicação do livro *The Control of Quality in Manufacturing*, pelo engenheiro Frederick W. Taylor. Esta abordagem teve predominância por vários anos e seu objetivo era atingir a qualidade igual e uniforme, visando à separação de produtos bons e ruins, sem uma investigação das causas reais do problema para prevenir sua repetição.

2.1.2 2ª Era: Controle Estatístico – Qualidade com Foco no Processo

O modelo anterior fundamentado na inspeção 100% se tornou custoso e improdutivo, devido ao crescimento acelerado da produção. Deste modo houve a necessidade da busca de novas estratégias. Na década de 1930 houve progresso significativo, pesquisadores como W. A. Shewart, Harry Romig, Harold Dodge, G. D. Edwards e posteriormente Joseph Juran, desenvolveram estudos para solução dos problemas relacionados à qualidade dos produtos da Bell Telephone, em 1924 Shewhart criou uma técnica, mas conhecida como gráfico de controle possibilitando o início do controle estatístico de processos. Shewart, o mestre de W. E. Deming foi o primeiro a apontar o método mensurável do controle do processo e identificar sua variabilidade, estabeleceu princípio de avaliação e monitoramento da produção, específicos aos processos industriais, utilizando meios estatísticos para atingir seu objetivo.

Com a Segunda Guerra Mundial, houve a necessidade da busca de novos métodos para eliminar a falta de eficiência e sua impraticabilidade apresentada pela técnica usada anteriormente, inspeção 100%. Dodge e H. Roming criou a técnica de amostragem, que teve grande aceitação (GARVIN, 1992). Nesta era, começaram a detectar as causas reais que aconteciam no processo e tomar providências sobre elas. O conhecimento destas variações estabeleceu limites estatísticos para manter o processo em estado de controle, possibilitando identificação, minimização e em alguns casos a remoção das causas especiais de variação.

2.1.3 3ª Era: Garantia da Qualidade - Qualidade com Foco no Sistema

Alguns anos após a Segunda Guerra Mundial ocorreu o crescimento e desenvolvimento industrial e tecnológico, juntamente com o aumento da competição, provocando revisões dos conceitos adotados anteriormente, sendo assim, o campo da qualidade foi ampliado, com a publicação de vários trabalhos entre os anos de 1950 e 1960. Esta era é composta por quatro principais movimentos: a quantificação dos custos da qualidade, o controle total da qualidade, as técnicas de confiabilidade e o programa zero defeitos.

I. Quantificação dos Custos da Qualidade

Abordados pela primeira vez por Juran em 1951, no livro *Quality Control Handbook*, buscava a compreensão dos gerentes, apresentando o impacto dos custos incorridos em razão das falhas internas e externas nos produtos. Juran demonstrou através de fatos e dados, que ações preventivas resultariam na redução dos custos totais.

II. Controle Total da Qualidade – TQC

Nesta abordagem as ações são conduzidas sobre todo o sistema, de acordo Feigenbaum (1956) o controle inicia-se na concepção do projeto do produto e tem fim quando é entregue ao consumidor final, usando como base um trabalho multifuncional. Acreditava que os produtos teriam maior dificuldade de atingir a perfeição sendo produzidos de maneira isolada, desta forma era necessário o envolvimento das áreas da empresa, para prevenir a ocorrência de falhas. Seu trabalho foi essencial para a criação das normas de sistemas de garantia de qualidade, por volta de 1980 deram origem a normas internacionais ISO 9000.

III. As Técnicas de Confiabilidade

As teorias de probabilidade e estatística foram estudadas mais profundamente para o aprimoramento das técnicas de confiabilidade, com o objetivo de impedir que falhas ocorressem ao longo da vida útil do produto. As indústrias propulsoras a utilizar essa técnica foram à eletrônica, militar e aeroespacial. Com impacto direto nos projetos, as técnicas desenvolvidas foram o FMEA (Análise de Efeito e Modo Falha), análise individual de cada componente e redundância.

IV. O programa Zero Defeitos

Em 1961 o programa zero defeitos, teve início inspirado crucialmente nos trabalhos de Philip Crosby, sua filosofia baseava-se em fazer corretamente o trabalho da primeira vez, evitando assim custos com retrabalho e refugos. Pela primeira vez se deu importância em entendimento motivacional, considerando

também a iniciativa de treinamento de funcionários, delineação dos objetivos e reconhecimento pelo resultado da qualidade obtido. Caracterizou-se pela valorização do planejamento, coordenação e obtenção de resultados.

,Feigebaum e Juran constataram a necessidade do desenvolvimento de um novo especialista para as empresas com conhecimentos não somente estatísticos, mas com habilidades gerenciais, que ficou mais conhecido como o engenheiro da qualidade.

2.1.4 4ª Era: Gestão da Qualidade Total (TQM) - Qualidade com Foco no Negócio

Teve início no ocidente por volta de 1970, com a invasão dos produtos de alta qualidade japoneses no mercado americano. A era TQM incorpora as três eras anteriores e é a que está em uso atualmente (BARÇANTE, 1998). Garvin (1992) afirmou que a mudança desta nova era ocorreu em relação à importância da satisfação e realização das exigências do cliente. Barçante (1998) completou seu pensamento incorporando que as necessidades dos clientes deviam ser levadas em consideração tanto em relação ao produto como ao processo, destacando que a satisfação era um fator crítico de sucesso para organização.

Segundo Barçante (1998), dentro do cenário atual, a necessidade pela busca de estratégias se tornou um ponto essencial de sobrevivência e crescimento dos negócios que foi delegada como responsabilidade da alta gerência empresarial. Além disso, contou com a participação e o envolvimento de toda a organização, integrando a qualidade ao planejamento estratégico, com treinamento e criação de equipes de liderança para difusão dos princípios da gestão (TOLEDO, 2001).

FIGURA 1 - INTERPRETAÇÃO DAS 4 ERAS



FONTE: Barçante (1998)

2.2 MELHORIA CONTÍNUA (*KAIZEN*)

Na década de 1950 após a Segunda Guerra Mundial as empresas japonesas tiveram que se reconstruir do zero, a apresentação de desafios e o progresso eram diários, assim o *Kaizen* não se tornou somente um método, mas um estilo de vida para japoneses. Para muitos o conceito foi criado pelo professor Masaaki Imai, responsável por trazer o método para o ocidente em 1970, e disseminar o seu pensamento pelo mundo, abordando a melhoria contínua (MAXIMIANO, 2012).

Segundo Maximiano (2012) *Kaizen* é uma palavra de origem japonesa, no qual *Kai* expressa mudança e *Zen* expressa melhor, ou seja, sua definição é mudar para melhor, ou em outras palavras significa melhoria contínua. Imai (1994) compreendia que *Kaizen* era melhoramento contínuo em qualquer situação, trabalho, vida pessoal. Seu conceito de melhoria contínua engloba todos os integrantes do meio onde está sendo aplicado, no meio industrial o envolvimento era formado por gerentes e operários, sua principal estratégia era que nenhum dia devem se passar sem algum tipo de melhoria tivesse sido implantada na empresa, no meio industrial a permanência nos negócios é sempre buscada com aplicação de desafios.

O princípio básico do *Kaizen* é a prioridade nas pessoas, onde o esforço individual de cada membro da empresa causa melhoria não somente ao local de trabalho, mas em um cultivo de sabedoria pessoal e autodisciplina. *Kaizen* busca a diminuição de desperdícios, com ações simples que não envolvam grande investimento, mas sim com a simples melhoria do meio em que já existem, buscando sempre a mudança para melhor. Seus princípios abrangem práticas “exclusivamente japonesas” que planejam maximização da produtividade e rentabilidade, sem interferência no aumento dos custos, através do comprometimento de todos os funcionários da empresa (IMAI, 1994). Segundo o autor, varias ferramentas foram criadas e utilizadas por nomes como: W.E. Deming e J. M. Juran que ajudaram a fixar o conceito de *Kaizen*.

2.2.1 Desperdício e seus malefícios para um sistema produtivo

Qualquer entrada ou saída desnecessária de um sistema produtivo era considerado desperdício desde Henry Ford (REIS, FIGUEIREDO, 1995). Entretanto com o início do STP (Sistema Toyota de Produção) em 1970, Taiichi Ohno dedicou boa parte do seu tempo em diferenciar as etapas que agregavam valor, das que não agregavam valor. De acordo com Ortiz (2006) as etapas que compreendiam características esperadas pelo cliente eram consideradas etapas que agregavam valor, as demais eram consideradas desperdícios. Com o desperdício eminente nas organizações, às etapas classificadas como não necessárias fazia com que o cliente acabe-se pagando mais pelo produto final (CARREIRA, 2005).

Desta forma Ohno (1988), classificou sete grandes tipos de perdas diretamente interligados com três fatores: qualidade, quantidade e pessoas e Tubino (2015) os classificou da seguinte forma:

I. Desperdício de Superprodução

É a produção desnecessária, ocorre quando os produtos são fabricados em quantidades maiores que as utilizadas (superprodução quantitativa) ou com antecipação (superprodução temporal), onde á perda por produzir antes do momento necessário de atender a demanda. É considerado o principal desperdício,

pois sua existência acarreta o consumo desnecessário de recursos (espaço físico, máquinas e mão de obra), capital e material antes do tempo.

II. Desperdício por Estoque

Efeito gerado diretamente pela superprodução é o armazenamento de produtos que foram fabricados e não foram consumidos de imediato. As principais origens que ocasionam esses desperdícios são provocadas pela demanda instável e espera de lote para iniciação da próxima função por falta de capacidade produtiva. As consequências desse desperdício são a necessidade de espaço para armazenar esses materiais, gerando um custo direto, além disso, pode haver problemas de qualidade devido o tempo de armazenamento excessivo e dificuldade do FIFO, isto é, primeiro que entra deve ser o primeiro que sai.

III. Desperdícios de Transporte

Desperdícios por transporte são aquelas distâncias percorridas desnecessariamente. Vistos como perdas de tempo e recursos, podem ser classificadas como a movimentação de lotes entre as máquinas, departamentos ou setor de armazenagem. Sua origem se estabelece na produção de grandes lotes e no layout inadequado da fábrica, gerando aumento na manutenção de equipamentos de movimentação (gargalos).

IV. Desperdício de Espera

Considerado o desperdício mais clássico e o mais comum, consiste no tempo de espera da produção até o seu consumo, este tempo é considerado espera quando nenhum processamento, transporte ou inspeção está sendo executado, isto é, perda de movimentação que não agregam valor ao cliente. A existência desse defeito pode ocasionar custos diretos em relação ao produto, além de poder gerar problemas de qualidade com o material parado por muito tempo.

V. Desperdícios de Processamentos Desnecessários

Este desperdício tem ligação com a execução de tarefas desnecessárias, acrescentando ao processo esforço não solicitado, isto acontece por falta de clareza na comunicação ou quando as imposições dos clientes não estão pré-estabelecidas. Como consequência, os operadores realizam etapas que aumentam o custo do produto e que não agregam valor às especificações do consumidor final.

VI. Desperdício de Movimentos Improdutivos

Podem ser considerados movimentos improdutivo e incorreto aqueles que ocorrem com a movimentação desnecessária dos operadores decorrente da desorganização do ambiente, isto é, sem nenhum tipo de padrão operacional, ocasionando problemas com a qualidade, além de aumentarem o custo e o tempo de produção.

VII. Desperdícios de Elaborar Produtos Defeituosos

Considerado o desperdício mais elementar da fábrica, pode ser caracterizado com a formação de produtos que não atendam os requisitos de uso do cliente, isto é, possuem características fora do especificado, originados de procedimentos incorretos, como problemas com grandes lotes e equipamentos desregulados que geram o desperdício de matérias, mão de obra, movimentação, inspeção e armazenagem de produtos com defeito. A aplicação da prática da qualidade total está ligada diretamente para solucionar este desperdício.

2.3 RELAÇÃO DA QUALIDADE COM A MELHORIA CONTÍNUA (KAIZEN)

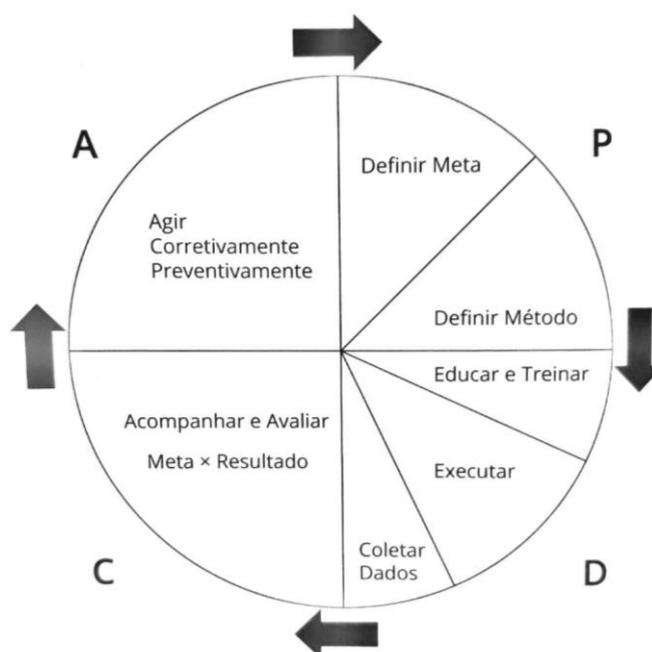
A solução para redução de desperdícios, conseqüentemente aumento da qualidade se deve a aplicação do *Kaizen* de maneira estruturada e planejada, podendo ser estabelecida pelo ciclo PDCA, MASP ou DMAIC, que são métodos de melhoria contínua, que possuem uma sequência de etapas bem definidas. Para facilitação da tomada de decisão, são utilizadas diversas ferramentas da qualidade para obtenção dos resultados (ROVAI, ROCCO e FRACISCATO, 2015).

2.3.1 Ciclo PDCA

De acordo com Campos (1992) o método se origina do grego em que é a junção de duas palavras meta e hotos que tem a interpretação do seu significado como o caminho da meta. O ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act* – Planejar, Fazer, Checar e Agir), é o método gerencial mais aplicado para controle e melhoria de processos. O método foi desenvolvido na década de 1930 nos Laboratórios da *Bell Laboratories*, Estados Unidos, através do estatístico Walter A. Shewhart, no seu início foi estabelecido como um ciclo estatístico de controle de processos, capaz de ser aplicado a qualquer tipo de problema. Popularizado na década de 1950, pelo também estatístico, William Edwards Deming, seu maior divulgador que ficou mundialmente conhecido ao aplicar os conceitos de qualidade total no Japão (MOREIRA, MOREIRA e MARTINS, 2014).

De acordo com Campos (1992), o PDCA pode ser interpretado como o método para “prática de controle”, entretanto também pode ser aplicado nas melhorias de nível de controle, isto é, “diretrizes de controle”. Já para Slack, Chambers e Johnston (2002) “o PDCA é a sequência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhorar atividades”. Para Tubino (2007) o ciclo PDCA pode ser definido como o gerenciamento das funções, atendendo e garantindo o padrão estabelecido, formado por quatro etapas básicas sequenciais mostradas na Figura 3 e detalhadas por Campos (1992):

FIGURA 2 - CICLO PDCA DE CONTROLE E PROCESSOS



FONTE: Tubino (2015)

1 - *Plan (P)* – Planejar: Fase em o plano é arquitetada, envolvendo neste planejamento a definição dos objetivos, estratégias e as ações que permitam a definição clara das metas. Definição dos itens de controle, determinação dos objetivos que se deseja controlar sobre os itens de controle e definição dos métodos responsáveis pela obtenção do alcance das metas. Algumas ferramentas bastante úteis nesta fase de estabelecimento de diretrizes de controle são o Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, Brainstorming e 5W2H.

2 - *Do (D)* – Execução: Fase em que é executado o plano definido anteriormente, seguindo todas as funções estabelecidas. Conjuntamente há a coleta de dados para a próxima fase e a etapa de treinamento, no qual se realiza a explicação da meta e sua fixação a todos os envolvidos de forma que ocorra o comprometimento de todos com a execução do plano conforme planejado.

3 - *Check (C)* – Verificação: Fase na qual os resultados obtidos com base na coleta de dados na fase de execução são constatados e confrontados com os resultados esperados, isto é, os estipulados pela meta traçada anteriormente.

4 - *Act (A)* – Atuar Corretivamente: Fase na qual as metas tenham sido alcançadas, os procedimentos realizados devem ser mantidos como padrões. Caso isso não ocorra, ações corretivas devem ser implantadas, com o objetivo da identificação das irregularidades e atuação corretiva sobre elas.

A conclusão desta fase possibilita o início do ciclo novamente, promovendo que o PDCA seja apontado como um ciclo de melhoria contínua. Para Moreira, Moreira e Martins (2014) o método PDCA é um recurso de gerenciamento que apresenta o caminho para que as metas delineadas sejam obtidas. É usado para melhorar e aprimorar processos de modo contínuo, implantando e padronizando suas ações corretivas. O modelo PDCA influencia no controle da qualidade total do produto.

2.3.2 MASP – Método de Análise e Solução de Problemas

Com o princípio da melhoria contínua na década de 1980 o foco da era da Qualidade Total (TQC), o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) foi

uma das aplicações mais utilizadas relacionadas com o ciclo PDCA (TUBINO, 2015). De acordo com Carpinetti (2017) método também ficou conhecido *QC Story*. De acordo com Campos (1992) o método se originou como “método de solução de problemas”, mas ressalta que a análise faz parte do método de solução e que este visa à manutenção padrão de qualidade, enfatizando que se todos os envolvidos participam da solução de problemas, todos participariam do controle.

O MASP é baseado no PDCA, entretanto é uma versão mais detalhada. O método tem como propósito a solução de um problema através de oito passos, identificação do problema, observação, análise, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão. Com a aplicação deste método o processo se torna organizado e simples, evitando desperdícios como falta de sequenciamento nas etapas prioritárias (MARTINS, MARTINS e FERREIRA, 2016).

Na Figura 3 pode-se ver etapas do MASP, juntamente com o PDCA:

FIGURA 3 - MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

PDCA	Fluxograma	Fase	Objetivo
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e a necessidade de melhoria
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais específicas do problema
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivado
	?	(Bloqueio foi efetivo)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8	Conclusão	Documentar todo o processo para recuperação futura

FONTE: Carpinetti (2017)

De acordo com Carpinetti (2017), pode-se definir de uma forma mais detalhada as etapas do MASP.

1ª Etapa - Identificação do Problema: Nesta etapa procura-se identificar os problemas críticos, conseqüentemente os mais prioritários. Esta etapa é primordial a identificação detalhada do problema, visto que o detalhamento criterioso facilita na fixação do objetivo e desta forma na redução do tempo necessário para atingir os resultados.

De acordo com Campos (1992), alguns passos podem ser seguidos:

- Seleção dos principais problemas;
- Levantamento do histórico do problema;
- Destaque das perdas existentes e possíveis ganhos viáveis com a obtenção da solução ou a redução do problema;
- Identificação do problema prioritário;
- Construção e definição da equipe e suas respectivas funções.

2ª Etapa – Observação: A segunda etapa do processo tem como objetivo a observação do problema pela equipe formada na fase anterior, observando criteriosamente as condições em que o problema ocorre. O principal objetivo desta etapa é observar prováveis causas do problema e colher informações que podem ser úteis para explicação da próxima etapa.

De acordo com Campos (1992), alguns passos podem ser seguidos:

- Descoberta das características do problema por meio de observação no local da ocorrência;
- Descoberta das características do problema por meio da coleta de dados;
- Definição da meta, cronograma e orçamento.

3ª Etapa – Análise: Nesta etapa, busca a averiguação das causas raízes, isto é, causas vitais do problema.

De acordo com Campos (1992), alguns passos podem ser seguidos:

- Levantamento e definição das variáveis (causas) que influenciam o problema;
- Escolha das causas mais prováveis (hipóteses) através da averiguação dos dados coletados da fase anterior (observação);
- Análise das causas mais viáveis que podem acontecer no problema;

- Analisar se houve a existência de relação entre o problema (efeito) e as causas com maior possibilidade de acontecerem (hipóteses);
- Averiguação da consistência da causa fundamental através de teste.

4ª Etapa – Plano de Ação: Criação e elaboração de um plano de ação detalhado para eliminação ou redução dos efeitos das causas fundamentais, ou seja, efeitos indesejados, através do bloqueio dos fatores que ocasionam os efeitos insatisfatórios.

De acordo com Campos (1992), alguns passos podem ser seguidos:

- Construção e elaboração da estratégia de ação adequada;
- Elaboração do plano de ação para bloqueio de causas fundamentais;
- Reavaliação e correção do plano de ação (cronograma e orçamento final).

5ª Etapa – Ação: Etapa na qual acontece a implantação e efetivação das metas e ações traçadas no plano de ação, direcionadas para o desaparecimento das causas. É nesta etapa que os operadores devem ser envolvidos recebendo conscientização e treinamento sobre as ações propostas para o sucesso das ações, além do mais as atividades são observadas e monitoradas com a finalidade de análise para observar se estão ocorrendo conforme planejado.

De acordo com Campos (1992), alguns passos podem ser seguidos:

- Treinamento aos envolvidos;
- Execução do plano de ação.

6ª Etapa – Verificação: Etapa na qual os resultados são avaliados para verificação se a ação foi bem-sucedida na minimização ou eliminação do problema. Se o resultado não foi correspondente ao esperado, o procedimento é retornar para etapa de observação e análise do problema.

De acordo com Campos (1992), alguns passos podem ser seguidos:

- Comparação dos dados coletados;
- Levantamento dos efeitos secundários positivos e negativos;
- Verificação se a solução foi satisfatória, ou se houve continuidade no problema;
- Averiguar se a causa fundamental foi realmente bloqueada.

7ª Etapa – Padronização: Tem como objetivo inserir as ações realizadas no processo através da criação do hábito rotineiro, desta forma prevenindo o reaparecimento do problema.

De acordo com Campos (1992), alguns passos podem ser seguidos:

- Elaboração e se necessário alteração do padrão das atividades;
- Comunicação clara a todos os envolvidos;
- Educação e Treinamento;
- Supervisão do manuseio correto do padrão.

8ª Etapa – Conclusão: Tem como objetivo retomar todas as etapas anteriores implementadas com a finalidade de registrar as informações e os resultados obtidos, para criar um histórico de dados e informações que ajudaram na criação de ações futuras.

De acordo com Campos (1992), alguns passos podem ser seguidos:

- Identificação dos problemas remanescentes;
- Planejamento de ações para os problemas remanescentes;
- Reflexão e divulgação das lições aprendidas no processo.

2.3.3 Método DMAIC

O DMAIC é um método utilizado dentro do programa Seis Sigma, que tem como objetivo redução da má qualidade e desperdícios, em consequência o ganho de melhoria do produto e confiabilidade de entrega. Desta forma podemos considerar os Seis Sigmas como um programa de melhoria construído através de uma estrutura organizacional, um método de melhoria e técnicas estatísticas.

A estrutura organizacional é onde são estabelecidos níveis de responsabilidade e capacitação para gerenciamento de projetos, organizados através figuras organizacionais bem definidas: *Champions*, *MasterBlack-belts*, *Black-belts* e *Green-belts*, no qual *Champion* é direcionado a alta gerência da organização, *MasterBlack-best* ou *Black-belt* são endereçados ao funcionário de média gerência com formação técnica, já os *Green-best* se aplicam a um funcionário de nível médio para baixo, sendo da área técnica ou administrativa. Um método de melhoria, que

nesta abordagem é adotado o DMAIC. Técnicas estatísticas e não estatísticas utilizadas, para análise e tomada de decisão (CARPINETTI, 2017).

De acordo Werkema (2014) a abordagem DMAIC é considerada um método para condução de projetos, baseados na estruturação de metas que contribuam fortemente para alcance do objetivo estabelecido. Constituído por cinco etapas: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Improve* (Melhorar) e *Control* (Controlar). Detalhadas através (CARPINETTI, 2017):

Define (D) – Definir: Tem como objetivo definir com clareza qual será o estudo do projeto, seu problema e efeito indesejável. Um ponto fundamental é a compreensão e participação de todos os envolvidos no processo sobre qual problema está sendo abordado. Alguns pontos levados em consideração são: reconhecimento de características críticas que influenciam na qualidade do produto; mapeamento do processo de fabricação; potencial ganho em relação à má qualidade e redução de desperdícios; construção do projeto através de cronograma de atividades, pessoas e recursos.

Measure (M) – Medir: Etapa na qual o objetivo é coletar dados que forneçam informações para a descoberta das causas do problema abordado. Ademais nesta etapa de medição é fundamental que exista um plano de coleta de dados, com os instrumentos de medição calibrados, para que os resultados sejam confiáveis.

Analyze (A) – Análise: Nesta etapa os dados coletados na fase anterior (measure) serão utilizados para identificação das causas fundamentais do problema. A importância desta etapa é a relação do problema (efeitos indesejáveis) e suas causas, deve-se ter uma explicação da ocorrência do problema e o reconhecimento de uma possível solução para a causa propondo ações de melhoria que minimizem ou eliminem o efeito indesejável.

Improve (I) – Melhorar: Após a conclusão da análise e proposta de ações de melhoria, deve-se propor avaliar e executar as soluções para cada problema prioritário.

Control (C) – Controlar: O objetivo desta etapa é garantir que melhorias obtidas não se caiam no esquecimento, sendo mantidas em longo prazo, para que isso ocorra é necessária à implantação de instruções de trabalho e registros das mesmas.

De acordo com os métodos de melhoria discorridos, podemos observar que a diferença entre eles está muito mais relacionada com a nomenclatura do que

propriamente do conteúdo apresentado, como pode-se observar na Figura 4, a relação de cada método e suas respectivas etapas:



FONTE: Adaptado de Aguiar (2006)

Na próxima seção 2.3.4 serão apresentadas as principais ferramentas da qualidade utilizadas nos métodos de melhoria contínua.

2.3.4 Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade são utilizadas em conjunto com o método para minimização ou até mesmo eliminação das falhas no processo, elevando a

qualidade nas organizações (SELEME, STADLER, 2010). Ferramentas como Estratificação, Diagrama de Pareto, Brainstorming, Fluxograma, Método dos “5 porquês”, Diagrama de Causa e Efeito, 5W2H, Folha de Verificação e Histograma serão aprofundadas a seguir, além do destaque das principais ferramentas estatísticas:

- Estratificação

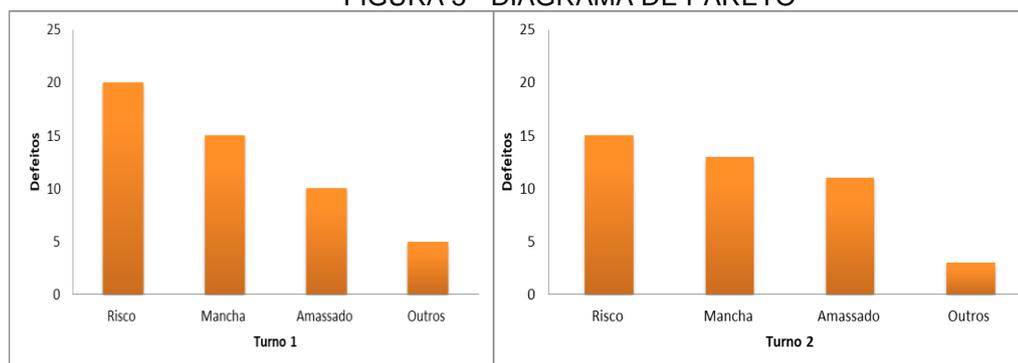
A ferramenta de estratificação se resume em uma divisão de fatores que formam um grupo com características distintas, são considerados itens de estratificação as possíveis causas que atuam no processo de variação (equipamentos, pessoas, métodos, insumos e condições ambientais). Com o registro destes dados por um período de tempo e o registro de todos os fatores que podem influenciar na busca de dados, pode-se utilizar as informações coletadas para identificar a possível causa do problema analisado. Esta ferramenta é muito útil na fase de análise e observação de dados (CARPINETTI, 2017).

- Diagrama de Pareto

Criado por Vilfredo Pareto e adaptado por Juran aos problemas relacionados à qualidade, a ferramenta de Diagrama de Pareto estabelece a utilização da relação 20/80, isto remete ao fato que 20% das causas são responsáveis por 80% dos problemas. Grande parcela de rejeição posterior ao acontecimento dos problemas relacionados à perda (retrabalho, refugo, itens defeituosos) pode ser solucionada verificando suas causas raízes, isto é, aquelas responsáveis pelos efeitos insatisfatórios relacionados ao produto (CARPINETTI, 2017).

Segundo Chiles (2007) o Diagrama de Pareto é uma ferramenta gráfica e estatística que associa e identifica os dados de acordo com as prioridades estabelecidas. É apresentado através de um gráfico de barras verticais, no qual suas informações são visualizadas de forma evidente. Os passos para a formação desse diagrama podem ser seguidos a partir da seleção do tipo de problema, unidade de comparação, período de busca e frequência. Sendo assim essa ferramenta, o Diagrama de Pareto é utilizada na priorização de etapas.

FIGURA 5 - DIAGRAMA DE PARETO



FONTE: Carpinetti (2017)

- *Brainstorming*

Brainstorming significa tempestade de ideias. De acordo com Carpinetti (2017) "... tem o objetivo de auxiliar um grupo de pessoas a produzir o máximo possível de ideias em um curto período de tempo." Isto é, é uma reunião de ideias, em que um grupo de pessoas de forma ordenada, detalha suas ideias sem qualquer tipo de inibição, com o intuito de contribuir com o desenvolvimento e aprimoramento de determinado assunto.

- Fluxograma

O Fluxograma é uma representação visual através de símbolos que permitem a identificação de pontos cruciais do processo, auxiliando na identificação dos problemas. Sua construção apresenta padronização na representação dos procedimentos, possibilitando maior rapidez na compreensão e no reconhecimento ágil dos aspectos importantes. Sua construção é realizada pelo uso de símbolos e suas interpretações, que segue uma sequência de etapas por tomada de decisão "sim" ou "não" que determinam o caminho a ser percorrido (SELEME, STADLER, 2010). A ferramenta pode estudar um processo, o funcionamento de um equipamento ou sistema, podendo ser aplicada para qualquer procedimento que deseja identificar erros, etapas que não agregam valor, tempo ou produtividade (FLORES, SILVA, 2011).

- Método dos "5 Porquês"

A ferramenta dos 5 porquês se resume da compreensão da razão do acontecimento de um problema, buscando sua causa raiz. Esta técnica é eficiente para compreensão da verdadeira razão que causou o problema, permitindo uma ação eficaz na causa vital do problema (SELEME, STADLER, 2010).

FIGURA 6 - MODELO CONCEITUAL DOS CINCO PORQUÊS

Perguntas (porquês)	Respostas encontradas
Por que o produto não foi entregue?	Porque não tinha embalagem.
Por que não tinha embalagem?	Porque a produção não entregou.
Por que a produção não entregou?	Porque não tinha a matéria-prima.
Por que não tinha a matéria-prima?	Porque o fornecedor não entregou.
Por que o fornecedor não entregou?	Porque house atraso no pagamento.

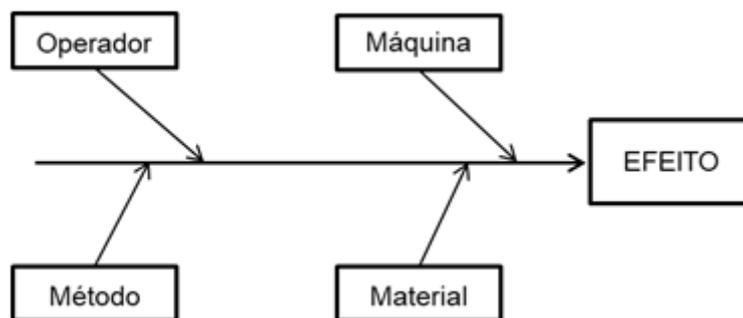
FONTE: Seleme, Stadler, 2010

- Diagrama de Causa e Efeito

Criado pelo professor Kaoru Ishikawa em 1943, pra demonstrar para alguns engenheiros como os elementos de um processo estavam inter-relacionados. A ferramenta de Diagrama de Causa e Efeito de acordo com Werkema (1995) pode ser utilizada para identificar os efeitos do processo (resultados) e seus fatores (causas) que possam influenciar no resultado final. Já para Carpinetti (2017) a ferramenta descreve a relação entre os efeitos indesejáveis de um problema em um processo, o seu objetivo fundamental é identificar as causas raízes dos problemas que estão correndo e aplicar medidas corretivas que evitem esses acontecimentos, isto é, a ferramenta depois da identificação de um problema desmembra as razões dos possíveis efeitos indesejáveis, com a identificação, o próximo passo é aplicação de ações preventivas que evitem que os efeitos indesejáveis voltem a se repetir.

Sua estrutura lembra um esqueleto de peixe e são formadas por quatro causas básicas: método, material, máquina e homem. Deve ser construída com a participação de toda a equipe através de técnicas como *Brainstorming*. Essa ferramenta se tornou amplamente usado em programas de melhoria (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2002).

FIGURA 7 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO



FONTE: Carpinetti (2017)

- 5W2H

A ferramenta 5W2H é composta por sete termos que definem sua utilização, sendo elas: Whats, Who, Where, When, Why, How e How Much. Tem como objetivo dar respostas que exemplifiquem o problema a ser proposto, de forma geral organizam as ideias e as resoluções de problemas. A utilização desta ferramenta impõe que sua estruturação deve ser dividida em etapas, organizadas a partir dos 5W e 2H, como podemos ver na figura abaixo (SELEME, STADLER, 2010):

FIGURA 8 - MODELO CONCEITUAL 5W2H

Pergunta	Significado	Pergunta Instigadora	Direcionador
What?	O quê?	O que deve ser feito?	O objetivo
Who?	Quem?	Quem é o responsável?	O sujeito
Where?	Onde?	Onde deve ser feito?	O local
When?	Quando?	Quando deve ser feito?	O tempo
Why?	Por quê?	Por que é necessário fazer?	A razão / o motivo
How?	Como?	Como será feito?	O método
How much?	Quanto custa?	Quanto vai custar?	O valor

FONTE: Seleme, Stadler, 2010

Para Wekema (1995) a ferramenta descreve os itens que podem afetar o processo e demonstra de maneira posterior como está situação irá se comportar. Desta forma podemos constatar que o propósito da ferramenta é estruturar com as perguntas o que deve ser feito em cada etapa e expor as falhas que impedem o termino da atividade. Para que o resultado desejado seja alcançado, o responsável pela elaboração deve conhecer e exemplificar com clareza toda a estrutura da ferramenta. A ferramenta 5W2H além de flexível e considerada uma ferramenta

potencial na elaboração e execução nos processos de análise, podendo ser utilizada para estabelecer planos de ação essenciais (SELEME, STADLER, 2010).

- Folha de Verificação

De acordo com Viera (1999), a Folha de Verificação é um formulário padronizado no qual se registram as informações pré-estabelecidas, com a intensão de facilitar a coleta de dados. Sua criação deve esclarecer sua finalidade representando claramente os itens avaliados de maneira mais simples possível. No geral são documentos para apontar o problema ou a causa de queremos solucionar. (SELENE, STALDER, 2010; KUME, 1993).

FIGURA 9 - FOLHA DE VERIFICAÇÃO

Tipo	Rejeitados										Subtotal	
Marcas	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	32
Trincas	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	23
Incompleto	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	48
Distorção	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	4
Outros	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	8
												115
Total Rejeitados	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	86

FONTE: Carpinetti (2017)

- Histograma

De acordo com Carpinetti (2017) o Histograma é um uma ferramenta gráfica, sua construção mostra a distribuição, compreensão e interpretação de um conjunto de dados. Formado por barras verticais, sua construção se dá através da elaboração de etapas como a escolha da variável em análise, o número de intervalo de classes, o cálculo da amplitude, o cálculo do comprimento de cada intervalo e cálculo dos limites de integração. Está ferramenta é usada para a identificação e priorização de problemas, pois sua técnica permite avaliar se os intervalos de integração atendem

as especificações, se estão centrados e se há necessidade de alguma medida preventiva para adequar-se o processo.

- Ferramentas Estatísticas

De acordo com Carpinetti (2017) o programa Seis Sigma, no método DMAIC é fortemente orientado pelo uso de ferramentas estatísticas. Podemos destacar as ferramentas como controle estatístico de processos (CEP), Planejamento de Experimentos (DOE), análise de sistemas de medição.

2.3.5 Relação Ferramentas da Qualidade com MASP e DMAIC

O método de análise de solução de problemas (MASP) é considerado um conjunto de passos para definição e execução das ações com o objetivo de solucionar os problemas. Os objetivos são alcançados através da utilização das ferramentas (CAMPOS, 1992). Werkema (1995) expõe a necessidade do entendimento do uso das ferramentas para solução dos problemas, desta forma as ferramentas da qualidade auxiliam na eficácia do método MASP através da tomada de decisões se baseando em dados previamente coletados e avaliados caracterizando suas causas primárias. Da mesma forma ocorre com o método DMAIC, que usufrui de ferramentas estatísticas e não estatísticas para tomada de decisão (CARPINETTI, 2017). No Figura 10 são apresentadas as principais ferramentas da qualidade utilizadas em cada etapa dos métodos de melhoria contínua.

FIGURA 10 - RELAÇÃO DOS MÉTODOS

PDCA	MASP	FERRAMENTAS	DMAIC	FERRAMENTAS
PLANEJAR	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	Estratificação, Diagrama de Pareto, Gráficos	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	Índice de Capacidade de Processos, Repetibilidade e Reprodutibilidade, Amostragem, Análise Multi-Variada
	OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA	Lista de Verificação, Estratificação, Diagrama de Pareto, 5W2H, Cronograma	MENSURAÇÃO DO PROBLEMA	Índice de Capacidade de Processos, Repetibilidade e Reprodutibilidade, Amostragem, Análise de Regressão, Planejamento Experimentos, Análise Multi-Variada
	ANÁLISE DO PROBLEMA	Brainstorming, Diagrama de Causa e Efeito, Estratificação, Lista de Verificação, Diagrama da Pareto, Histograma	ANÁLISE DO PROBLEMA	Repetibilidade e Reprodutibilidade, Amostragem, Planejamento de Experimentos, Otimização de Processos
	PLANO DE AÇÃO	5W2H, Cronograma	IMPLEMENTAÇÃO DAS SOLUÇÕES	FMEA, Repetibilidade e Reprodutibilidade, Análise de Regressão
EXECUTAR	AÇÃO			
VERIFICAR	VERIFICAÇÃO	Diagrama de Pareto, Histograma, Gráfico de Controle	CONTROLE DE PROCESSOS	Índice de Capacidade de Processos, Amostragem, Análise de Regressão, Planejamento de Experimentos, Otimização de Processos, Inspeção para Amostragem, Confiabilidade, FMEA
AGIR	PADRONIZAÇÃO	5W2H, PDCA		
	CONCLUSÃO			

FONTE: Campos (1992); Werkema (2014)

De acordo com os métodos de melhoria discutidos, pode-se observar que a diferença entre eles está muito mais relacionada com a nomenclatura do que propriamente do conteúdo apresentado. Os métodos de melhoria contínua possuem o mesmo objetivo de identificar uma solução ao efeito indesejado. Isso acontece através da identificação do problema, mensuração e análise dos dados, elaboração e implantação das ações de melhoria e sempre a buscar do aperfeiçoamento através da verificação e padronização, deste modo tendo pleno controle do processo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com Prado (2004), a definição da metodologia é como uma união de métodos, técnicas e ferramentas que são empregados para atingir um determinado objetivo, delineando o que e como desempenhar cada etapa da pesquisa.

3.1 ENQUADRAMENTO DE PESQUISA

A metodologia aplicada a este trabalho é o estudo de caso que tem caráter participativo, devido à participação do autor na condução das etapas de melhoria e

aplicação das ferramentas da qualidade. Exploratório, pois consiste em um estudo onde o autor teve familiarização com o objetivo da problemática abordada, possibilitando a escolha de técnicas adequadas para sua avaliação. E quanto à natureza aplicada segue o seu desenvolvimento de forma qualitativa e quantitativa, visto que o termo qualitativo tem o objetivo de entender o comportamento, mensurado através de entrevistas e observação participante, já o termo quantitativo mensura dados e estima o tamanho do problema avaliado.

Segundo Gil (2002) a definição de pesquisa exploratória, visa proporcionar maior compreensão dos problemas de estudos bibliográficos, isto é, avaliações com situações similares ou iguais na prática. Já o conceito Thiollent (2007) considera exploratória, fundamentação em descobrir o campo de pesquisa, os interessados e suas expectativas e determinar uma primeira análise da situação, dos problemas prioritários e de eventuais ações.

As abordagens qualitativas e quantitativas são abordagens básicas para um projeto de pesquisa. Entretanto a pesquisa qualitativa preocupa-se com a interpretação da realidade, explorando a proximidade entre o pesquisador e o objeto estudado, por meio da interpretação das variáveis. Por sua vez a abordagem quantitativa refere-se ao estabelecimento de relações de causa-efeito entre variáveis bem definidas por meio da mensuração de dados e análise da correlação entre eles (CRESWELL, 2007).

As definições do método de estudo de caso considerada de acordo com Yin (2001), evidenciam um trabalho de caráter empírico, em um contexto real no qual se investiga e analisa um dado fenômeno de forma aprofundada. Os principais benefícios em uma aplicação da metodologia de estudo de caso é a possibilidade de aperfeiçoar o entendimento sobre os eventos reais e o desenvolvimento de novas teorias (SOUSA, 2005).

3.2 PROTOCOLO DE PESQUISA

Os dados foram coletados aplicando o método MASP, conforme discutido na revisão bibliográfica no item 3.4 “ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS”. Este capítulo é responsável pela identificação e solução dos problemas, reconhecimento das causas que influenciam na perda de peças refugadas e sua frequência nos

materiais produzidos na linha do forjamento, os acessórios. Isso se dá através da utilização do método MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), instituído por oito etapas, sendo elas: Identificação do problema, observação, análise, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão.

3.2.1 Ferramentas de coleta de dados e análise dos resultados

Com a aderência do método MASP, as ferramentas empregadas foram utilizadas de acordo com cada etapa, sendo elas identificação do problema, observação, análise, plano de ação, ação, verificação, padronização e conclusão.

Na etapa de identificação do problema, o Gráfico de Pareto foi utilizado para identificar a principal linha/produto no setor do forjamento, que mais se destacava de acordo com índice de peças refugadas em relação à produção e o faturamento. Na fase de observação, a necessidade da descoberta, dos tipos de defeitos que ocasionavam o refugo na linha/produto foram descobertas através da visualização do ambiente, vídeos e fotos do processo, conjuntamente com a utilização da ferramenta de estratificação para identificar os principais tipos de defeitos existentes no setor. Ferramentas como a Folha e Verificação não foram necessárias, pois o sistema da empresa já possuía uma lista de tipos de defeito que era aplicada para todos os produtos fabricados, logo houve somente a necessidade da estratificação dos tipos de refugo que se aplicavam para linha/produto analisado. A etapa de análise do problema, o Gráfico de Pareto foi utilizado para identificação dos tipos de refugo que tinham maior incidência de acontecimento na linha/produto analisado. Já a identificação das causas que ocasionavam os problemas realizou-se com a aplicação de um *Brainstorming* entre a equipe e um operador experiente, seguido da utilização de uma Folha de Verificação e um Gráfico de Pareto para identificação da repetição e estabelecimento de quais causas ocorriam com maior frequência. Ferramentas como Diagrama de Causa e Efeito, 5 Porquês poderiam ter sido utilizadas na identificação e no monitoramento das causas, a ferramenta de estratificação poderia ter sido aplicada no diagrama de causa e efeito para seleção das principais causas, se utilizado. No entanto, mesmo com a utilização de ferramentas mais simples, o resultado foi positivo e satisfatório. Na etapa do plano de ação a ferramenta 5W2H, foi utilizada para montar um quadro com as atividades

propostas, designar quem seria responsável por cada ação e prazo de realização. A aplicação de um cronograma também poderia ter sido empregada nesta etapa, entretanto o próprio plano de ação já designava as atividades, os responsáveis e o prazo das ações, deixando de ser necessária a aplicação das duas ferramentas simultaneamente. A etapa de verificação, as ações propostas foram avaliadas através de histogramas, no qual direcionava a visualização do resultado que as ações propuseram.

3.3 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

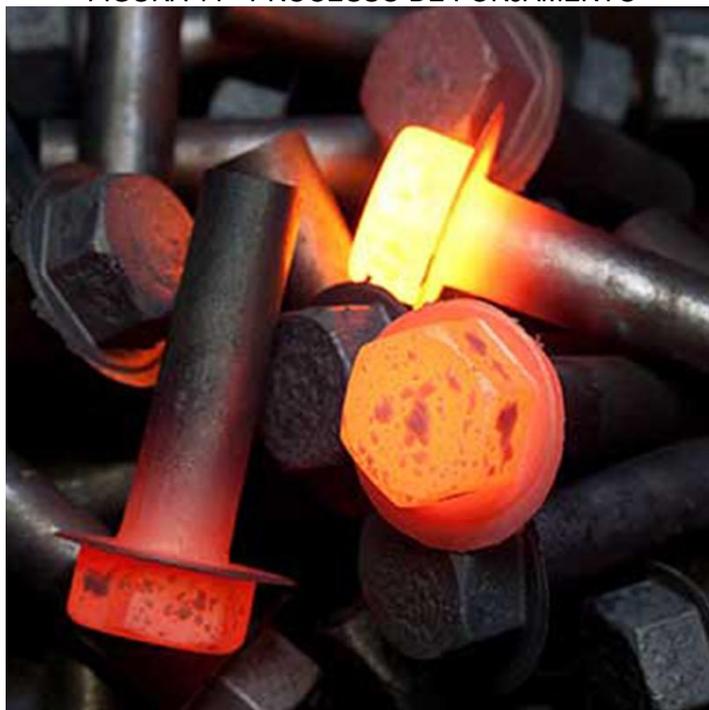
3.3.1 Descrição da empresa

O estudo foi realizado em uma empresa com atuação na área metal mecânica, especializada em produtos elétricos. Seu objetivo é oferecer produtos elétricos e acessórios necessários para sua montagem com qualidade e preços competitivos. Localizado no interior do Paraná, na parte noroeste do estado é considerada uma empresa de grande porte, sendo a terceira maior da América Latina. Foi criada a cerca de 50 anos, e ao longo do tempo teve um grande crescimento em proporção de funcionários e produtos. Sua produção tem a aplicabilidade do sistema de Produção Puxada, ou seja, método que só realiza a produção quando se recebe um pedido. A unidade em estudo é formada por três setores, sendo eles forjamento, galvanização e montagem.

3.3.2 Descrição do processo produtivo que será analisado

O forjamento foi à linha de produção analisada, sendo o primeiro setor da unidade, dando sequência a galvanização e a montagem, respectivamente. É o setor no qual a matéria prima chega e é forjada, isto é, se dá forma ao produto. O seu processo de forjamento ocorre através de uma matriz.

FIGURA 11 - PROCESSO DE FORJAMENTO



FONTE: CSB (2017)

Sendo essa linha de produtos composta pelos mais diversos acessórios utilizados juntamente com os produtos elétricos fornecidos por outra unidade, a produção é composta por pinos, porcas, arruelas, hastes, parafusos, entre outros produtos.

3.3.3 Fatores de escolha do produto

Os fatores levados em consideração para escolha de uma linha/produto foram à produção e o custo dos materiais, através da coleta de dados do Sistema Interno Gerencial da Empresa (SIGE).

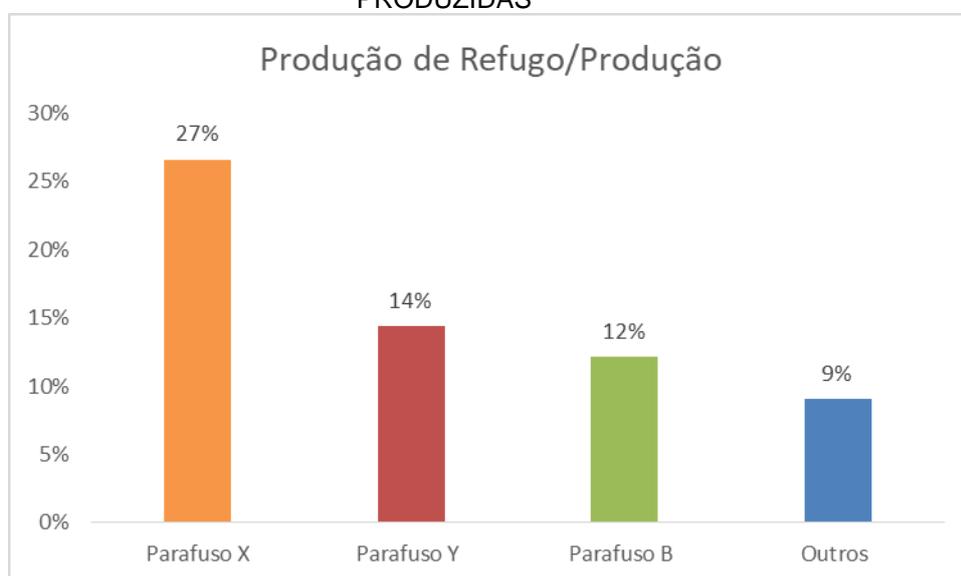
3.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

3.4.1 Identificação

Os problemas com os materiais fabricados geram além de retrabalho, perdas da produção através do refugo de peças, criando custos e transtornos para a empresa que podem ser reduzidos com o controle desses problemas, resultando em maior ganho com a correção do processo.

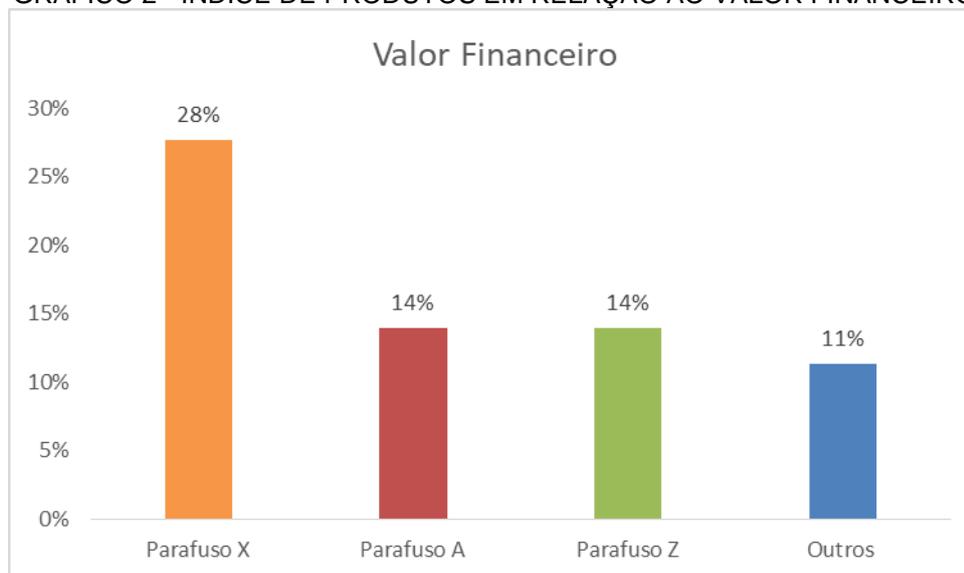
Desta forma, houve necessidade de se levantar os possíveis problemas que ocasionavam essa perda de peças no setor do forjamento. Os fatores levados em consideração para priorização da linha/produto foram o índice de peças refugadas em relação à produção e o faturamento. O levantamento histórico do problema foi feito através de dados coletados por meio do Sistema Interno Gerencial da Empresa, esses dados foram analisados através de uma análise de Pareto, onde os principais produtos do setor foram avaliados. O produto que mais se destacou em ambos os fatores foi o parafuso X, como podemos observar no Gráfico 1 e Gráfico 2:

GRÁFICO 1 - ÍNDICE DE PEÇAS REFUGADAS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE PEÇAS PRODUZIDAS



FONTE: o autor (2018)

GRÁFICO 2 - ÍNDICE DE PRODUTOS EM RELAÇÃO AO VALOR FINANCEIRO



FONTE: o autor (2018)

Logo após essa conclusão, uma equipe foi formada para delegação das funções que serão executadas para solucionar o problema.

3.4.2 Observação

Com o estabelecimento de qual linha produtiva levaria priorização de ações, o próximo passo foi à observação de fatores que podiam influenciar na produção dos tipos de refugo e suas causas.

A empresa possui um controle sobre a produção de peças refugadas e seus respectivos problemas que ocasionavam desperdício, esses dados são registrados no SIGE. Ele proporcionava a busca da parcela de produtos fabricados e seu número de peças desperdiçadas no período, juntamente com uma classificação dos tipos de refugo. No entanto esse sistema além de ser divergente com os números reais de peças desperdiçadas, era utilizado somente para controle do índice de perdas e nenhuma ação corretiva era aplicada sobre ele. Observando os dados deste sistema, constatou-se os problemas mais frequentes existentes no setor do forjamento, que já eram pré-estabelecidos e aplicados a todos os produtos do setor. No entanto nem todos eles eram aplicados ao parafuso x, desta forma a estratificação dos problemas que afetam o parafuso x foi realizada. A observação no ambiente e a participação dos operadores foram fundamentais, pois reforçaram o entendimento dos problemas que podiam ocorrer e quais realmente ocorriam com maior frequência no processo. Com os problemas estabelecidos, o objetivo era a descoberta do por que os problemas aconteciam, isto é, a descoberta dos fatores que influenciavam nas suas causas.

QUADRO 2 - ESTRATIFICAÇÃO DOS TIPOS DE REFUGO

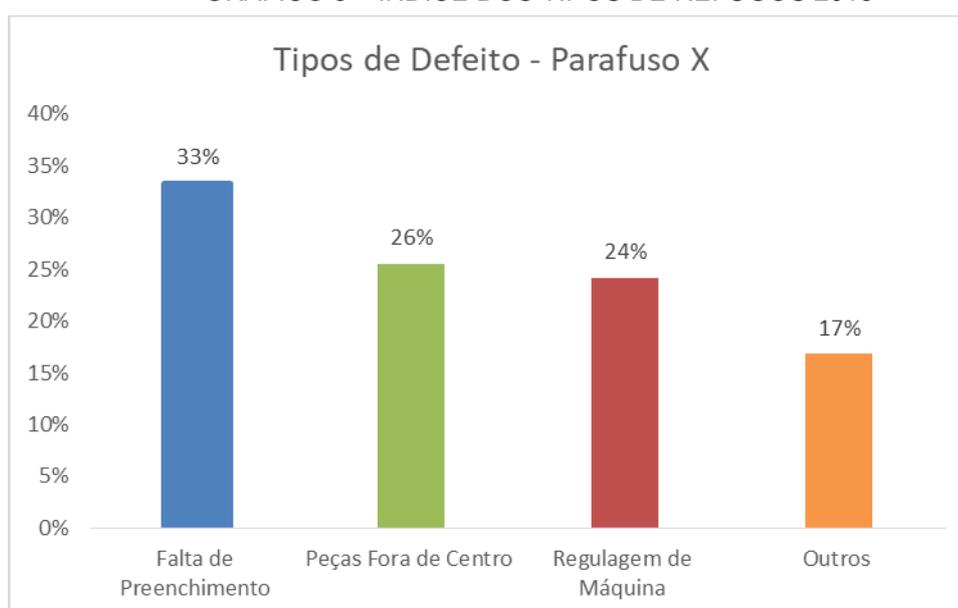
APLICADOS A TODOS OS PRODUTOS	APLICADOS A LINHA/PARAFUSO X
Arruela Menor	Arruela Menor
Cabeça Pequena	Falha Operacional
Carimbo Quebrado	Falta de Preenchimento
Chapa Fora do Especificado	Furo de Aquecedora
Falha Operacional	Peças com Rebarba
Falta de Preenchimento	Peças Fora de Centro
Furo de Aquecedora	Peças Tortas
Peças com Rebarba	Regulagem de Máquina
Peças Fora de Centro	Sujeira na Matriz
Peças Tortas	Tamanho Incorreto
Peças Trincadas	
Regulagem de Máquina	
Rosca Torta	
Sujeira na Matriz	
Tamanho Incorreto	
Variação na Dobra	

FONTE: o autor (2018)

3.4.3 Análise

Com base na classificação dos tipos de refugos, aplicou-se o Gráfico de Pareto para identificação dos problemas que ocorriam com maior frequência, como pode ser visualizado no gráfico 3:

GRÁFICO 3 – ÍNDICE DOS TIPOS DE REFUGOS 2018



FONTE: o autor (2018)

Com os principais tipos de problemas de refugo que poderiam ocorrer estabelecidos, o próximo passo foi à identificação das possíveis causas que influenciavam no acontecimento dos problemas. Esse Levantamento foi realizado a partir de reuniões, juntamente com a equipe e um operador experiente pra um *Brainstorming*, as sugestões foram todas registradas e a seleção das mais cabíveis foram tabeladas, criando uma legenda com os tipos de refugo que eram aplicados a linha/produto e suas possíveis causas.

Através do estabelecimento da legenda dos tipos de problemas que aconteciam na linha/produto, as causas mais comuns foram reconhecidas. Isto ocorreu com a aplicação de uma Folha de Verificação, que era composta por uma coluna para identificação das causas, onde durante certo período de tempo foi coletado a frequência da ocorrência. Desta forma com a aplicabilidade de ferramentas como Histograma e Gráfico de Pareto, ouve a classificação das causas com maior incidência na linha de produção do parafuso x, como pode-se observar no Quadro 3:

QUADRO 3 - IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS

TIPOS DE REFUGO	CAUSAS
Falta de Preenchimento	Barra ovalizada Diâmetro da barra irregular Tamanho incorreto (material menor) Corte incorreto (corte transversal)
Peças Fora de Centro	Falta de adequação da máquina (regulagem) Falta de ferramenta adequada
Regulagem de Máquina	Problema na máquina Ajuste da Ferramenta Falta de manutenção na máquina Falta de manutenção na ferramenta

FONTE: o autor (2018)

Conforme as informações visualizadas na Quadro 3, podem-se relacionar os principais tipos de problemas que ocorrem devido a peças refugadas, juntamente com o acontecimento das principais causas com maior frequência, conclui-se que a relação entre elas acontece e pode ser bloqueada, a partir da elaboração de um plano de ação.

3.4.4 Plano de Ação

O plano de ação tem o objetivo de traçar metas e empregar o melhor método para execução das ações. Com a linha/produto e seus principais tipos de problemas e causas definidos, a etapa seguinte se vem da elaboração de ações para redução ou até mesmo a eliminação da produção indesejada dessas causas que geram peças refugadas. No Quadro 4 observa-se as ações que serão tomadas.

QUADRO 4 - PLANO DE AÇÃO

Metal Mecânica		PLANO DE AÇÃO					
Projeto:		Produção de Refugo – Processo de Produção				Emissão: 01/05/18	
Objetivo:		Diminuir índices de refugo e consequentemente aumentar a produtividade				Prazo: 30/12/18	
Produtos:		Parafuso X				Calendário de Reuniões: uma vez por mês	
Equipe:		Gestor, Líder de Produção, Funcionário 1, Funcionário 2 e Funcionário 3					
O que?		Por que?		Como?		Quem?	Quando?
Produto	Problemas	Atividade		Responsável	Prazo	Realiz.	Observações
Parafuso X	DIVERGÊNCIA NO SISTEMA	1	Aplicação de método de verificação 01 – SIGE	-	-		
		1.1	Aplicação de método de verificação 02 – folha de verificação	Funcionária 3	1/5/18	OK	
		1.2	Aplicação de método de verificação 03 – Coleta Real	Funcionária 3	1/7/18	OK	Coleta feita com o descarte no final do processo, uma vez ao mês
	CLASSIFICAÇÃO INCORRETA	2	Criação de legenda com as causas dos tipos de problemas	Funcionária 3	30/6/18	OK	
		2.1	Aplicação de treinamento para os colaboradores	Funcionária 3	5/7/18	OK	
		2.2	Implantação de quadro visual	Funcionária 3	30/6/18	OK	
		2.3	Implantação de caixa coletora	Funcionária 3	30/6/18	OK	Coleta feita semanalmente, com a divisão de turno e maquinário
	PROBLEMA COM FALTA DE PREENCHIMENTO	3	Realizar corte do material na serra reta para o teste 03	Funcionário 2	22/7/18	OK	
		3.1	Teste 01 – teste da serra	Líder / Funcionária 3	7/8/18	OK	
		3.2	Teste 02 – teste com material trefilado, tamanho 01	Líder / Funcionária 3	20/9/08	OK	Material trefilado internamente
		3.3	Teste 03 – teste com material trefilado, tamanho 02	Líder / Funcionária 3	5/11/08	N/A	Material trefilado internamente
		3.4	Teste 04 – teste com material trefilado, tamanho 01	Líder / Funcionária 3	20/10/18	OK	Material comprado trefilado
	PROBLEMA COM PEÇAS FORA DE CENTRO	4	Fabricação de ferramenta matriz guiada	Funcionário 1	1/6/18	OK	Fabricado pela área da ferramentaria
		4.1	Teste 05 – ferramenta matriz guiada	Líder / Funcionária 3	30/6/18	OK	Teste realizado, durante todo o mês de junho, sistema divergente com os dados reais
		4.2	Teste 06 – ferramenta matriz guiada	Líder / Funcionária 3	1/10/18	OK	Teste realizado, durante todo o mês de outubro, com o sistema se ajustando ao real
	REGULAGEM DE MÁQUINA	5	Diminuição do intervalo das manutenções preventivas	Funcionário 1	30/11/18	OK	

FONTE: o autor (2018)

Como visualizado, o plano de ação pode ser elaborado através da ferramenta 5W2H, onde os passos de o que deve ser feito, quem é o responsável, onde deve ser feito, em qual período deve ocorrer, por que é necessário realizar, como será executado, são necessários para abordar claramente e objetivamente o problema e suas causas primárias para seu bloqueio.

O plano de ação é desenvolvido através das etapas sequenciadas no quadro acima, a linha de priorização estabelecida se dá através da identificação do número real de peças refugadas, treinamento aos operadores e todos os envolvidos e posteriormente ações que bloqueiem as principais causas dos problemas. Essa

sequência deve ocorrer desta forma, pois os dados do SIGE são divergentes com os números reais de peças refugadas, desta forma a falta de exatidão no sistema poderia acarretar na dificuldade da análise e conclusão das informações coletadas para verificação dos resultados das ações propostas.

3.4.5 Ação

Com o plano de ação estabelecido, o próximo passo era a execução das ações traçadas. Seguindo a ordem do plano de ação, os fatores de falta de precisão do sistema, juntamente com a falta de treinamento dos funcionários deveria ser executado por primeiro, para não interferir na análise de dados futuros que aconteceriam na produção do material.

A primeira ação foi em relação à divergência do sistema com a realidade, no qual foram aplicados dois métodos de verificação e a utilização do sistema interno gerencial da empresa. No qual os dados fornecidos ao sistema da empresa eram repassados através das ordens de produção, que os funcionários utilizavam durante a construção do produto. O primeiro método implantado para coleta de dados foi à Folha de Verificação, formada por quatro colunas com as seguintes informações a serem preenchidas: código do material para rastreamento e identificação do tamanho e especificação da peça, tipo de refugo, quantidade de refugos e a coluna das causas onde era descoberto o porquê os problemas ocorriam, como pode ser visualizado no Quadro 5.

QUADRO 5 - FOLHA DE VERIFICAÇÃO

Quadro Análise de Refugo			
Data: ___/___/___ Célula: Parafuso X Turno: ___ Nome: _____			
Código	Tipo de Refugo	Quantidade Refugo	Causa

FONTE: o autor (2018)

O segundo método implantado foi à coleta real dos materiais refugados, essa coleta foi feita através da colaboração de um dos operadores e uma funcionária destinada para esta função. A coleta foi feita a partir de uma ficha onde existiam os defeitos que se aplicavam a linha do parafuso x e as causas descobertas através da Folha de Verificação. A partir desse ponto, com os dados reais e coletados de maneira correta eram repassados para planilhas com intenção de consultas futuras e confronto com as informações do sistema da empresa, comparando ambos os resultados e observando o qual equivalente eles eram. Essa coleta de dados inicialmente tinha uma frequência de uma vez ao mês, e depois foi alterada para uma coleta semanal para melhoria e exatidão no controle.

O segundo passo, realizou o treinamento e a conscientização dos operadores e de todos os envolvidos, essa etapa se sucedeu depois da criação de uma legenda dos problemas que poderiam acontecer na linha do parafuso x e suas causas possíveis, coletadas a partir da Folha de Verificação. O treinamento ocorreu com a explicação detalhada de cada problema e suas causas, sendo demonstradas através de fotos e possuindo uma descrição detalhada de cada circunstância, e retirando quaisquer dúvidas dos operadores e envolvidos no processo. Outra ação de conscientização se deu através de forma visual, no qual caixas coletoras foram

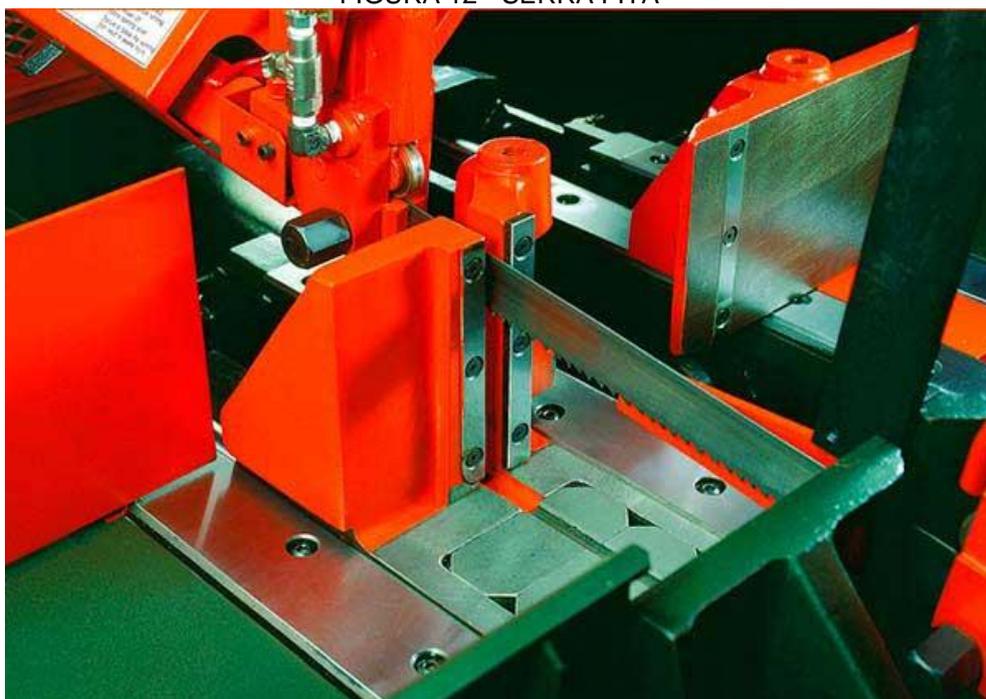
posicionadas ao lado do maquinário onde as peças eram produzidas e conseqüentemente onde ocorria a perda das mesmas. Essas caixas coletoras eram separadas por turno e por máquina, além de criar a conscientização visual do número de peças perdidas, eram utilizadas para coleta real dos refugos. Além disso, um quadro visual foi fixado em um suporte contendo a legenda com os problemas que poderiam acontecer e suas respectivas fotos, mais a descrição de suas causas, juntamente com a informação de peças refugadas no mês de acordo com o índice estipulado pelo sistema da empresa e o real, coletado através da coleta real e a informação de quanto foi à produção de refugo em cada maquinário.

Depois das ações de treinamento, que resultaram na adequação aos dados no sistema com os números reais de peças descartadas. O próximo passo foi a priorização dos três principais defeitos com maior ocorrência no parafuso x, sendo eles: falta de preenchimento, peças fora de centro e regulagem de máquina.

Para um melhor entendimento, falta de preenchimento ocorre quando o material não preenche na máquina, isto é, o material escapa da pancada que a máquina dá para forjar a peça, este problema é responsável por 33,34% de peças refugadas na linha do parafuso x. Com o uso da Folha de Verificação e *Brainstorming* com os operadores e todos os envolvidos no processo, foi constatado que os principais fatores que influenciam na criação desse problema são: problema na ovalização da barra, diâmetro da barra irregular, tamanho incorreto (material menor), corte incorreto (transversal). As ações que foram estabelecidas para a melhora deste problema foram teste da serra, teste do material trefilado tamanho 01, teste do material trefilado tamanho 02, ambos trefilados internamente e teste do material trefilado tamanho 01, trefilado externamente.

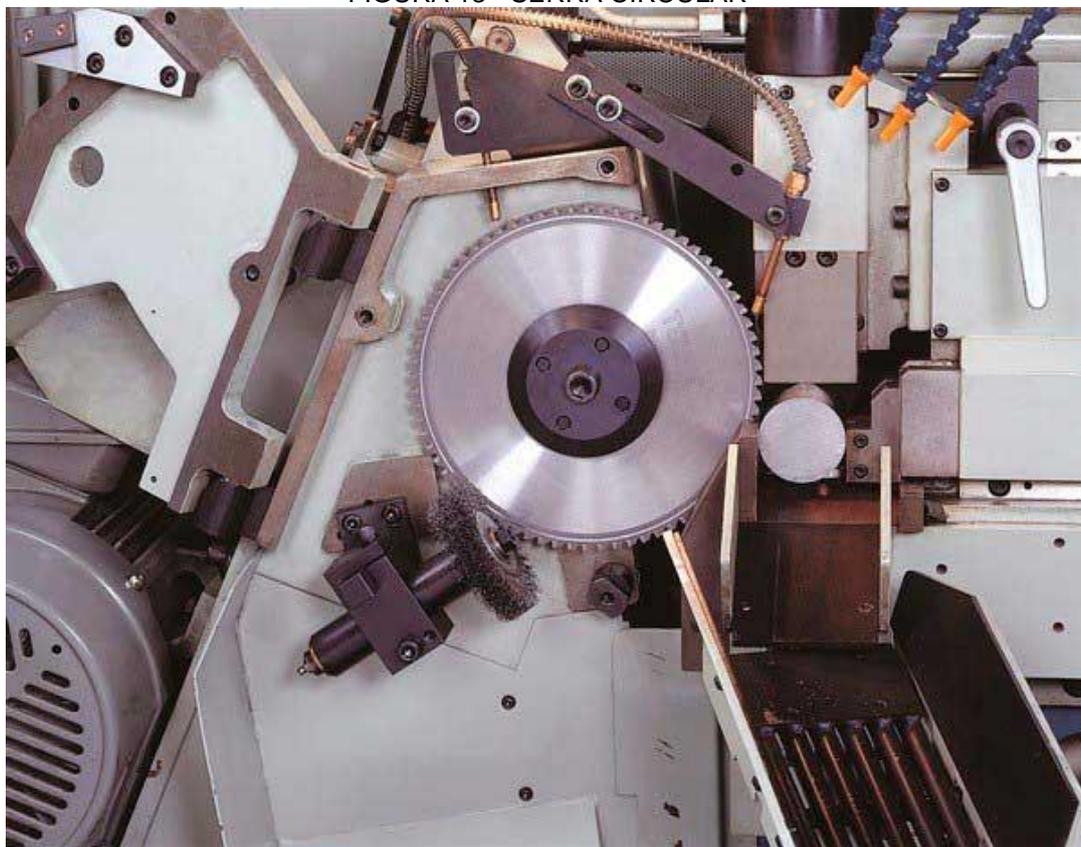
Antes de falar do teste da serra, vamos entender o processo da etapa de corte. O corte do material é realizado em uma máquina na qual a barra cortada possui uma inclinação. Nas Figuras 12 e 13, pode-se visualizar a serra do corte tradicional (corte de serra fita) e a serra de corte reto (corte de serra circular), respectivamente seguido do material cortado em ambas às máquinas de corte.

FIGURA 12 - SERRA FITA



FONTE: Andorinha (2018)

FIGURA 13 - SERRA CIRCULAR



FONTE: Andorinha (2018)

FIGURA 14 - CORTE DA SERRA



a) Corte da serra fita

b) Corte da serra circular

FONTE: o autor (2018)

Observando as duas Figuras: 14 a) 14 b), pode-se analisar que o corte da serra é um corte reto. O teste em questão se deu através da retirada dessa inclinação da barra, pois foi avaliado como uma das causas do problema. O teste foi executado com um número considerável de peças e resultou em um índice de redução de 51,33%, tendo um resultado positivo e podendo ser aplicado.

Antes de entender qual foi à necessidade do teste do material trefilado que se aplicou de três formas distintas, é necessário compreender o processo atual. O material, utilizado para forjar a linha de parafuso x, não passa pela etapa de trefila, chegando à etapa de forjamento com ovalização e espessura irregular, que são consideradas as causas do problema de falta de preenchimento. O teste foi solicitado devido à condição que a etapa de trefila provoca no material, ela retira as causas descritas anteriormente, possibilitando que o material se tornasse mais adepto ao uso.

O primeiro teste realizou-se com um material tamanho 01, o teste não teve aplicabilidade, já que depois de passar pela etapa de trefila o material “afinou” e aumentou o índice de problema com peças com falta de preenchimento, consequentemente aumentando os refugos. O segundo teste realizou-se com o material tamanho 02, o teste teve aplicabilidade e um índice de redução de 69,64%, já que foi utilizado com uma medida maior que o teste anterior, precavendo que a espessura do material não fosse adequada e que o material não escapasse da pancada da máquina, ocasionando a falta de preenchimento. Ambos os testes anteriores passaram pela etapa de trefila disponível pelo setor. O ultimo teste realizado foi o do material tamanho 01 adquirido com a etapa de trefila

externamente. A aplicabilidade do teste foi a mais positiva, tendo um índice de redução de 76,92%, possibilitando o levantamento da troca do material.

O segundo problema a ser abordado são peças fora de centro, que são responsáveis por 25,57% de peças refugadas em relação à linha de produção do parafuso x, a partir da Folha de Verificação e os *Brainstorming* com operadores e todos os envolvidos, foi constatado que o que ocasionava o problema era a falta de adequação da máquina, isto é, regulagem e falta de uma ferramenta adequada. Através da descoberta da causa do problema, as ações tomadas foram à fabricação de uma ferramenta para melhorar o desempenho da fabricação de parafusos. Essa ferramenta foi criada com a ajuda da ferramentaria, setor específico que cria ferramentas para o maquinário do setor do forjamento e os demais. Com a ferramenta fabricada o teste de eficiência foi executado, o primeiro teste foi feito no início do projeto de redução, e teve um resultado insignificante em relação às melhorias, que se deu através da falta de exatidão do sistema, um teste posterior foi realizado quando o sistema já estava estabilizado, e correspondente às informações reais, este resultado teve um índice de redução 31,28% de peças refugadas.

O terceiro problema abordado é a regulagem de máquina, concentrando 24,24% de peças refugadas em relação à linha de produção do parafuso x. O conhecimento da sua existência é essencial, pois é um problema primário que não pode ser eliminado, somente minimizado. Sua incidência se torna adversa quando acontece no meio da produção, isto é, a regulagem é aceitável quando a máquina está no início da sua produção e as ferramentas estão sendo ajustadas. As ações tomadas para esse problema são o aumento de manutenções preventivas no maquinário e treinamento aos funcionários para melhor capacitação e entendimento da regulagem das máquinas.

3.4.6 Verificação

Com a execução das ações do plano de ação, o próximo passo é a verificação. O problema de divergência no sistema, em conjunto com a classificação incorreta apresentaram grandes melhoras, os índices de exatidão do sistema gerencial interno da empresa se aproximaram cerca de 90% em relação ao número real de peças descartadas, considerando deste modo uma melhora satisfatória, já

que os índices anteriores apresentavam cerca de 60% dos dados reais registrados no sistema. Mesmo com a continuidade do problema, os dados perdidos não afetariam em grande proporção os testes para melhora de peças refugadas, entretanto a causa fundamental que ocasionava o problema era a falta de educação e o treinamento dos operadores envolvidos no processo, com a contratação de novos funcionários a educação e o treinamento devem ser repassados antes do cumprimento da função para que o problema não volte a rescindir.

Com o sistema preciso, os principais problemas que ocasionam a produção de peças refugadas foram abordados. O problema de falta de preenchimento que é responsável pelo maior número de peças descartadas teve um resultado satisfatório na maior parte dos casos. Com a aplicação de quatro testes, três deles foram satisfatórios. O teste da serra teve um resultado positivo com redução de 51,33%, porém a serra de corte deveria ser substituída por uma serra de corte “reto” causando um custo extra, que pode ser visualizado como um investimento a longo prazo, já que a serra de corte “reto” causa o bloqueio da causa fundamental (corte transversal).

Os testes do material trefilado foram aplicados de três maneiras, dois deles foram satisfatórios com um índice de redução de 69,64% para o teste do material trefilado tamanho 02, passado pela etapa de trefila internamente e uma redução de 76,92% para o teste do material trefilado tamanho 01, comprado externamente com a etapa de trefila já existente. O terceiro teste com material trefilado tamanho 01 não teve resposta satisfatória, pois a etapa de trefila “afinou” o diâmetro da barra aumentando o problema ao invés de solucioná-lo. Tendo em vista como efeito positivo o ganho considerável no índice de redução de peças refugadas, considerou-se satisfatórios os resultados. No entanto o teste do material trefilado tamanho 02 acarretaria no aumento em uma etapa e custo a mais no processo, já o teste do material trefilado tamanho 01, adquirido externamente, não teria o problema de aumentar uma etapa no processo, mas o valor da matéria prima teria um custo maior que o usado anteriormente. Contudo o acréscimo de uma etapa e o custo deve ser levado em consideração, já que os índices foram bastante representativos, a partir da comparação dos dados do sistema interno gerencial da empresa, vezes os dados coletados em relação ao período de aplicação dos testes.

O segundo problema a ser abordado são em decorrência de peças fora de centro, usando o comparativo de dados do sistema interno gerencial da empresa,

vezes os dados coletados na realização do período de testes, conclui-se que os efeitos são satisfatórios, com um índice de redução de 31,28% de peças refugadas. No entanto um efeito secundário negativo deu surgimento a um novo tipo de peça amassada, causada pela regulagem de máquina da ferramenta instalada para solucionar o problema, mas que pode ser bloqueada com os ajustes certos no maquinário. A causa fundamental que era a produção de peças fora de centro foi controlada, existindo vaga existência de seu problema na regulagem de máquina. Entretanto o benefício é satisfatório somente para o parafuso x, já que a ferramenta foi produzida somente para ele, mas pode ser implantada aos demais parafusos com o intuito de exterminar as peças fora de centro dos demais produtos da linha do parafuso x.

A regulagem de máquina é um problema primário, que não pode ser bloqueado, somente reduzido, já que seu ajuste é feito pelo ser humano e sempre existiram falhas. No entanto sua incidência de falha humana é aceitável no início da produção, isto é, quando os ajustes são feitos, a partir desse ponto a ocorrência das peças refugadas causadas por regulagem de máquina se torna adversa, no entanto pode vir a ocorrer a recorrência do problema devido o desgaste natural dos componentes das máquinas. Contudo com o aumento da manutenção os índices em relação a peças refugadas por esse problema tiveram resultados de melhora satisfatórios.

3.4.7 Padronização

Em relação aos problemas de divergência do sistema e classificação incorreta, a etapa de padronização se aplica com o relacionamento participativo dos operadores envolvidos no processo, que visem à importância da marcação correta de ambos os fatores, a quantidade e os tipos de refugo devido à aplicação de treinamento realizada semestralmente, ou quando novos trabalhadores são designados para função, para sua conscientização e educação e fiscalização mensal, através da comparação dos dados registrados no sistema SIGE em comparação com o número de peças refugadas para conferência se o manuseio está ocorrendo conforme o estipulado. Já as etapas de resolução dos principais problemas se aplica a aderência da expansão da ferramenta que soluciona o

problema de peças fora de centro para outros maquinários que produzem o mesmo material e adesão dos testes propostos para solução do problema de falta de preenchimento, que se referem à substituição de uma nova serra de corte, a troca de material ou a adição de uma etapa a mais no processo (etapa de trefila). Essas estratégias traçadas no plano de ação foram repassadas aos gerentes, que decidiram se as propostas serão efetivadas.

3.4.8 Conclusão

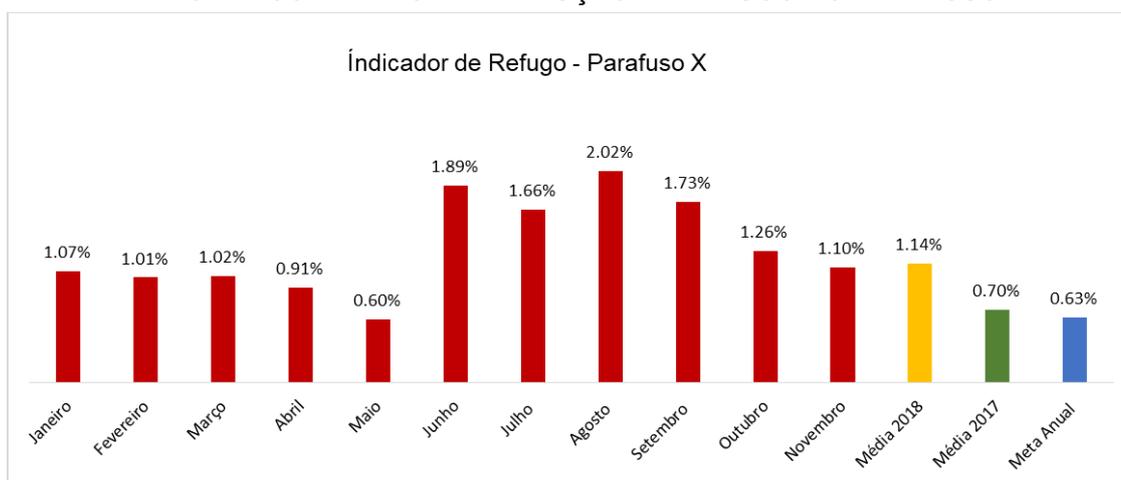
Na etapa de conclusão a identificação dos problemas, sua redução ou até mesmo sua eliminação devem ser registradas com a finalidade de essas informações auxiliarem na elaboração de ações que possam solucionar os problemas remanescentes (CAMPOS, 1992). Deste modo os dados coletados no treinamento e testes aplicados foram registrados em planilhas para consultas futuras. Já entre as ações futuras, está previsto a implantação da ferramenta para solucionar o problema de peças fora de centro para toda a linha do parafuso x.

Além disto, conclui-se que a necessidade da colaboração de todos os envolvidos, sejam eles operadores, para se adequar ao treinamento, sejam eles os gerentes, para considerar a adesão das estratégias propostas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a problemática no setor do forjamento estabelecido, o método de análise e solução de problemas (MASP), no qual através de oito passos teve o objetivo principal de descobrir as causas fundamentais que ocasionavam a perda de peças refugadas, mostra através de um Gráfico 4 o índice de peças refugadas em relação à produção de cada mês do ano para o parafuso x:

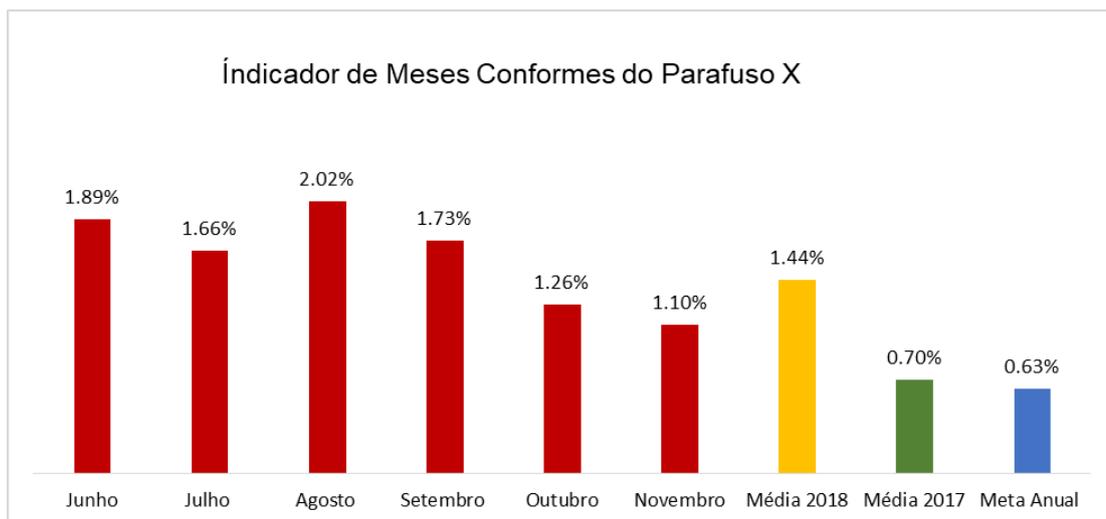
GRÁFICO 4 - ÍNDICE DE REDUÇÃO DE REFUGO DO PARAFUSO X



FONTE: o autor (2018)

Como pode-se observar no Gráfico 4, a primeira impressão é que os índices aumentam com o passar do tempo, ao invés de diminuir. Entretanto deve-se lembrar de que o sistema da empresa no qual os dados do gráfico são baseados encontrava-se em um estado de divergência com a realidade nos primeiros meses do ano, após o mês de maio o sistema começou a se tornar compatível com os números reais de peças refugadas. Levando em consideração esse fator à observação dos dados ocorreu novamente nos meses que ele já estava ajustado, concretizando que as ações testadas e implantadas surtiram resultado representativo e positivo na redução de refugos, como visualizados no Gráfico 5.

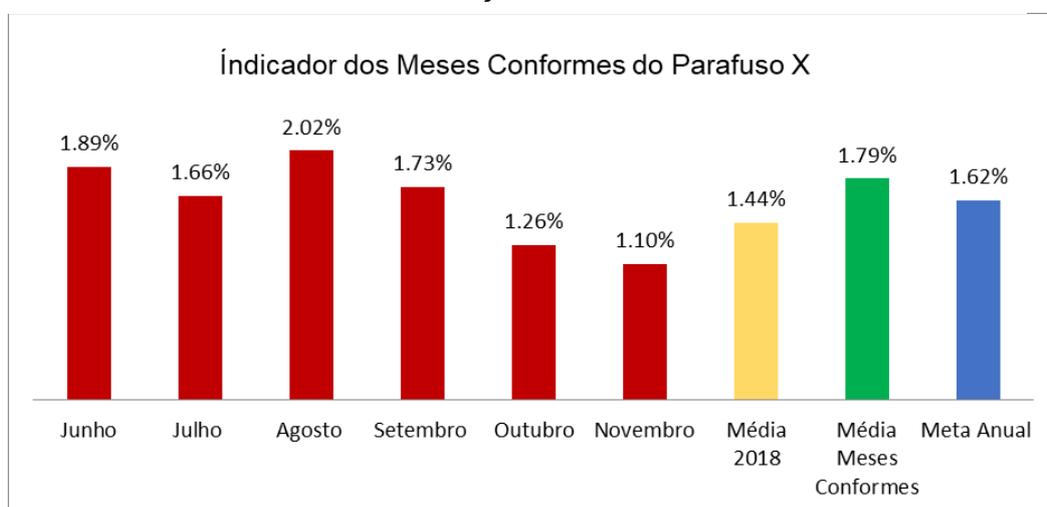
GRÁFICO 5 - ÍNDICE DE REDUÇÃO PARAFUSO X – MESES CONFORMES



FONTE: o autor (2018)

Fazendo uma estimativa em cima dos valores ajustados no mês de 2018 (junho, julho, agosto e setembro), temos uma média de 1,79%, que demonstra uma redução de 0,56% em relação ao mês de outubro e novembro em que a ferramenta matriz guiada estava sendo utilizada integralmente, como visualizado no Gráfico 6:

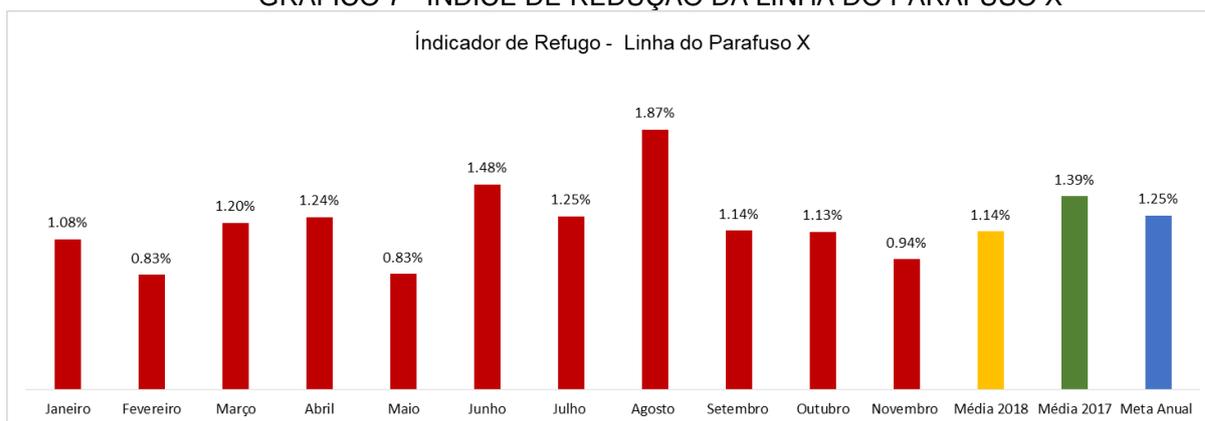
GRÁFICO 6 - ÍNDICE DE REDUÇÃO PARAFUSO X – MÉDIA ATUALIZADA



FONTE: o autor (2018)

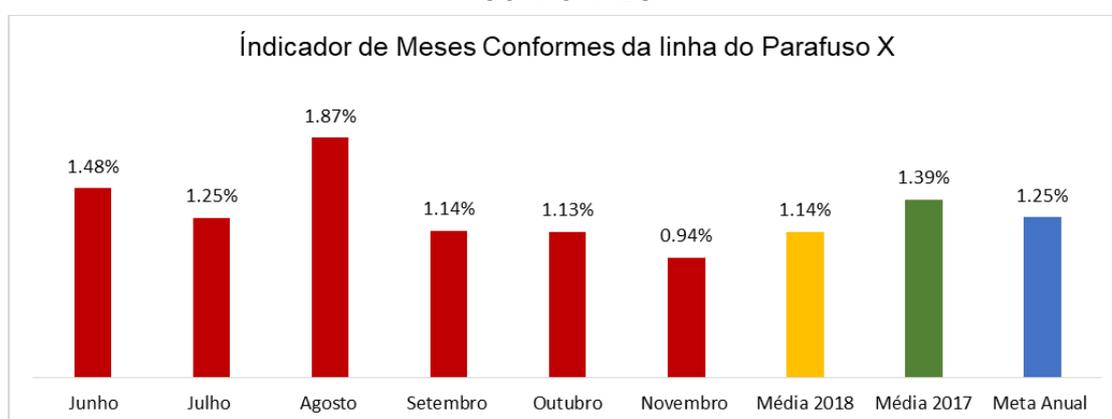
Em contrapartida pode-se observar por meio do Gráfico 7, o impacto em relação a toda a linha do parafuso x e considerar uma melhoria geral.

GRÁFICO 7 - ÍNDICE DE REDUÇÃO DA LINHA DO PARAFUSO X



FONTE: o autor (2018)

GRÁFICO 8 - ÍNDICE DE REDUÇÃO DA LINHA DO PARAFUSO X – MESES CONFORMES



FONTE: o autor (2018)

4.1 QUANTO AO RESULTADO PRÁTICO

A melhoria no índice de refugo se deu através da utilização de ferramentas que auxiliaram na execução do projeto. Seguindo os passos do MASP, a primeira etapa é a identificação do problema, no qual a avaliação se deu através da utilização do Gráfico de Pareto, que analisou o índice de peças refugadas em relação à produção e o faturamento. Com o problema estabelecido, a etapa de observação classificou através de uma estratificação quais tipos de problemas se aplicariam a linha/produto do parafuso x. Com os tipos de problemas definidos, a etapa de análise avaliou os problemas através de um Gráfico de Pareto e classificou os três principais tipos de problema que poderiam acontecer. Simultaneamente um *Brainstorming* ocorreu para investigação das principais causas que poderiam ocasionar os refugos, as ideias mais cabíveis foram tabelas. Contudo as causas

mais comuns deveriam ser reconhecidas, essas informações se deram através da implantação da Folha de Verificação, que durante um período de tempo coletou informações que identificavam as causas do problema e sua frequência. A etapa seguinte, o plano de ação objetivou a redução ou eliminação de peças refugadas através de ações esquematizadas em um quadro, baseadas na ferramenta 5W2H, que serão executadas no próximo passo, a ação. Após a etapa de execução das ações propostas no plano de ação, os resultados das ações foram analisados na etapa de verificação através de Histogramas. A padronização se deu através da aplicação de treinamentos semestrais ou quando um operador novo era designado para a função. As ações em relação à abordagem dos principais problemas foram demonstradas de forma clara para a equipe e seu gerente, que aprovavam ou não as propostas. Na etapa de conclusão, reavaliou todas as etapas anteriores, identificou e registrou as informações necessárias na forma de planilhas para consultas futuras.

4.2 QUANTO AS FERRAMENTAS

Analisando o desenvolvimento do trabalho de uma forma mais metodológica, demonstra-se de uma forma sintetizada quais ferramentas foram propostas e quais foram utilizadas no Quadro 6:

QUADRO 6 - FERRAMENTAS RECOMENDADAS X UTILIZADAS

PDCA	MASP	FERRAMENTAS RECOMENDADAS	FERRAMENTAS UTILIZADAS
PLANEJAR	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	Estratificação, Diagrama de Pareto, Gráficos	Diagrama de Pareto
	OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA	Lista de Verificação, Estratificação, Diagrama de Pareto, 5W2H, Cronograma	Estratificação
	ANÁLISE DO PROBLEMA	Brainstorming, Diagrama de Causa e Efeito, Estratificação, Lista de Verificação, Diagrama da Pareto, Histograma	Brainstorming, Folha de Verificação, Histograma, Diagrama de Pareto
	PLANO DE AÇÃO	5W2H, Cronograma	5W1H
EXECUTAR	AÇÃO		
VERIFICAR	VERIFICAÇÃO	Diagrama de Pareto, Histograma, Gráfico de Controle	Histograma
AGIR	PADRONIZAÇÃO	5W2H, PDCA	
	CONCLUSÃO		

FONTE: o autor (2018)

Mesmo com o método aplicado e devidamente estruturado com as ferramentas propostas para cada etapa, o seu desenvolvimento não se deu totalmente baseado nos passos e ferramentas recomendadas pelo método, visto que sua utilização não era necessária ou até mesmo pela falta de conhecimento de cada integrante da equipe que por sua vez acabavam utilizando o método e aplicando as ferramentas propostas sem uma devida intenção do uso, como por exemplo, a construção do plano de ação que por sua vez utilizou a ferramenta 5W2H. Já a utilização da ferramenta destinada aos operadores, à Folha de Verificação sofreu dificuldade inicial na adequação ao uso, mas após educação e treinamento aplicados resultou em um maior comprometimento com a ação, extinguindo qualquer dificuldade existente.

Da mesma forma as ferramentas mais avançadas, abordadas no método DMAIC não foram utilizadas, entretanto deve-se considerar que sua aplicação poderia promover um resultado melhor se utilizadas. No entanto o uso do método MASP juntamente com as ferramentas da qualidade resultou em uma melhoria ao processo, em consequência o sucesso do projeto. Apesar disso o projeto poderia ter

absorvido mais técnicas se todos da equipe tivessem um conhecimento específico da sua aplicabilidade.

4.3 QUANTO A PARTICIPAÇÃO DAS PESSOAS

Na condução do trabalho, pode-se presenciar a cooperação e a iniciativa de participação dos operadores, assim como a sua resistência em aceitar algo novo. Em torno de quatro funcionários fazem revezamento no maquinário que produz o parafuso x, dois deles se mostraram em conversas informais o interesse e a prestatividade para o sucesso ação. Essas conversas aconteceram a partir do mês de junho, repassando a importância da marcação correta da quantidade de peças refugadas, e o treinamento aconteceu cerca de um mês após o início dessas conversas, com ambos os operadores envolvidos no processo.

Como pode-se notar no Quadro 6, somente com conversas informais e uma cobrança quando necessária da importância da marcação, os gráficos já se ajustaram a realidade, sendo reforçada a importância da quantidade e do tipo de problema que ocasionou o refugo posteriormente na aplicação do treinamento. O interesse se mostrou após a execução do treinamento, através da busca de retirada de qualquer dúvida em relação às ações implantadas no processo, como por exemplo, o quadro visual implantado ao lado do maquinário que produzia o parafuso x, que possui um sistema de porcentagem recomenda pelo sistema da empresa e a real que é desperdiçada mensalmente, conversas informações aconteceram durante a produção para busca do entendimento de como interpretar o quadro.

No entanto, como dito anteriormente somente dois, dos quatro funcionários se mostraram participativos. Apesar disso, o ganho é significativo para empresa, no qual de acordo com o método kaizen, a mudança vem das pessoas e não somente do processo.

A problemática aborda no processo, estuda a eliminação do desperdício de elaboração e produção de peças defeituosas, considerado um dos desperdícios mais elementares da fábrica, são considerados como produtos defeituosos os fabricados fora da especificação. No qual custos da qualidade tem relação direta com a eliminação desse defeito e é considerada como forma de um investimento para o cessar da falha. Os custos de qualidade podem ser classificados em custos

de prevenção, que abrangem a coleta de dados executada na fase de análise do problema. Já custos de avaliação são classificados na fase de verificação, no qual as ações propostas são analisadas se sortiram o resultado esperado. Por fim o custo de falhas internas são os custos destinados da empresa para a produção de peças refugadas e o preenchimento de seu controle através de fichas, que se aplica a fase de análise do problema no método proposto (MASP).

Contudo compreendendo que o Kaizen é melhoramento contínuo e seu conceito é de que nenhum dia deve se passar sem que algo mude para melhor, acreditando que esse aperfeiçoamento vem do princípio básico do esforço individual de cada membro da empresa. O Kaizen se aplicou em ações simples, sem um custo de grandes investimentos, através das ações propostas que só foram plausíveis através da participação da equipe e os operadores envolvidos no processo. Observando os ganhos que o método e as ferramentas utilizadas trouxeram para a empresa, a continuidade do seu trabalho será expandida para toda a linha do parafuso x e futuramente para todos os produtos fabricados no setor do forjamento.

Revisando todo o desenvolvimento do trabalho, o Kaizen além da adesão de uma cultura de melhoria, com o objetivo de redução de desperdícios, conseqüentemente aumento da produção. Alterou o objetivo de como atingir a qualidade, sendo que antes da aplicabilidade do método seu objetivo era somente separando os produtos conformes, de produtos não conformes sem uma investigação das causas reais do problema que ocasionava o problema para prevenir sua incidência, se caracterizando com a era de inspeção da qualidade, no qual os produtos eram fabricados, suas causas eram estabelecidas, mas nenhuma medida preventiva era tomada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o estudo de caso participativo proporcionou a investigação e a participação na redução de peças refugadas no setor do forjamento. Os resultados mostram uma redução de 31,28% em relação a ferramentas implantada, que significa uma economia estimada de 1,23% em relação ao preço final do produto. No entanto essa redução seria maior se os testes propostos fossem adotados pela gerência.

O conceito e técnicas de melhoria continua gerou resultado positivo, atingindo o seu principal objetivo de redução de peças refugadas através da metodologia Kaizen para um processo de produção de peças por forjamento. Por meio do MASP (método de análise e solução de problemas) os objetivos específicos foram atacados, o método proporcionou descrever o processo utilizado, identificar e caracterizar os desperdícios e suas causas, além de aplicar sequencialmente passos com ferramentas para tomada de decisão que ajudaram na aplicabilidade e desenvolvimento das ações propostas.

Relembrando que um dos conceitos de melhoria continua Kaizen é que nenhum dia deve se passar sem que algo mude para melhor. Tendo em mente esse conceito e através dos resultados obtidos, podemos concluir que se o método fosse implantado para toda a linha do parafuso x e para os outros produtos fabricados no setor do forjamento, o ganho seria representativo.

Quanto às limitações do trabalho, podemos identificar a falta do uso de ferramentas mais robustas, como as ferramentas estatísticas. O aperfeiçoamento da aplicação para a linha do parafuso x, como para os demais produtos fabricados no setor do forjamento, seria a aplicação dessas ferramentas estatísticas, que poderiam proporcionar ganhos mais satisfatórios.

REFERÊNCIAS

BARÇANTE, L. C. **Qualidade total uma visão brasileira**. 1ª ed. Campus. Rio de Janeiro - RJ, 1998.

BUENO, M. **Gestão pela qualidade total: uma estratégia administrativa**, 2004.

CAMPOS, V. F. **Controle da qualidade total**. Qfco. Belo Horizonte – MG, 1992.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade – conceitos e técnicas**. 3ª ed. Atlas. São Paulo – SP, 2017.

CARREIRA, B. **Lean manufacturing that works: powerfull tools for dramatically reducing waste and maximizing profits**. AMACOM. New York. 2005.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa - métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2ª ed. Artmed, Porto Alegre – RS, 2007.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. 1ª ed Saraiva. Rio de Janeiro – RJ, 1990.

FEIGENBAUM, A. V. **Total quality control**. 1ª ed. McGraw-Hill. 1956.

SELEME, R.; STADLER H. **Controle da qualidade – As ferramentas essenciais**. 2ª ed. Ibpex. 2010.

SILVA, L. S.; FLORES, D. **Gestão da qualidade em arquivos: ferramentas, programas e métodos.** Simpósio Baiano de Arquivologia, Salvador – BA. 2011.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTONS, R. **Administração da produção.** 2ª ed. Atlas. 2002.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade** - a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro – RJ. 1992.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ªed. Atlas. São Paulo – SP. 2002.

IMAI, M. **Kaizen – A estratégia para o sucesso competitivo.** 5ª ed. Iman, São Paulo – SP. 1994.

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total a maneira japonesa.** 6ª ed. Rio de Janeiro – RJ. 1997.

JURAN, J.M.; GRZYNA, F. M. **Controle da qualidade handbook.** 4ª ed. São Paulo – SP. 1992.

KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade.** 11ª ed. São Paulo – SP. 1993.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração.** 2ª ed. Atlas, São Paulo – SP. 2012.

MOREIRA, E. G.; MOREIRA, T. G; MARTINS, D. D. S. **Aplicação da ferramenta de qualidade PDCA para solução de problemas críticos em empresa panificadora.** IXSaepro, Universidade Federal de Viçosa. 2014.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção,** Porto Alegre – RS. 1997.

ORTIZ, C. A. **Kaizen assembly - designing, constructing, and managing a lean assembly line.** CRC Press. New York. 2006.

PRADO, M. E. B. **Pedagogia de projetos - fundamentos e implicações**. Ministério da Educação e Cultura (MEC). 2004.

Queiroz, E. K. R. **Qualidade segundo garvin**. 1ª ed. Annablume. São Paulo – SP. 1995.

REIS, H. L.; FIGUEIREDO, K. F. **A redução de desperdícios na indústria**. Revista de administração, São Paulo – SP, v. 30, n. 2, p. 39-49, abr./jun. 1995.

ROVAI, G. A.; ROCCO, E.; FRANCISCATO, L. S. **Aplicação da filosofia para redução no índice de refugo em uma linha de montagem de uma estamperia. um estudo de caso**. Enegep, Fortaleza – CE. 2015.

TAGUCHI, G.; ELSAYED, E.A.; HSIANG, T.C. **Engenharia de qualidade em sistemas de produção**. São Paulo – SP. 1990.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia de pesquisa-ação**. 15ª ed. Cortez. São Paulo – SP. 2007.

TOLEDO, J.C. (2001) **Gestão da qualidade na agroindústria**. In: BATALHA, M.O. Gestão Agroindustrial. 2ª ed. Atlas. V.1, Cap 8. São Carlos – SP.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**. 1ª ed. Atlas. 2007.

TUBINO. D. F., **Manufatura enxuta como estratégia de produção**. 1ª ed. Atlas. São Paulo – SP. 2015.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade - como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Campus. Rio de Janeiro – RJ. 1999.

WERKEMA. M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Fundação Cristiano Ottoni. Belo Horizonte – MG. 1995.

WERKEMA. M. C.C. **Ferramentas estatísticas básicas do lean seis sigma integradas ao PDCA e DMAIC.** Campus. Rio de Janeiro – RJ. 2014.

YIN, R. K. **Estudo de caso - planejamento e métodos.** 2ª ed. Bookman, Porto Alegre – RS. 2001.