

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

CAIO DE ALMEIDA FERREIRA

Aplicação das ferramentas de qualidade no processo de melhoria contínua:
Estudo de caso de uma empresa.

São Carlos
2018

CAIO DE ALMEIDA FERREIRA

Aplicação das ferramentas de qualidade no processo de melhoria contínua:
Estudo de caso de uma empresa.

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Materiais e Manufatura, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro materiais e manufatura.

Orientador: Prof. Dr. Iris Bento da Silva

São Carlos

2018

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).


D133a de Almeida Ferreira, Caio
Aplicação das ferramentas de qualidade no processo
de melhoria contínua: Estudo de caso de uma empresa. /
Caio de Almeida Ferreira; orientador Iris Bento da
Silva. São Carlos, .

Monografia (Graduação em Engenharia de Materiais e
Manufatura) -- Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, .

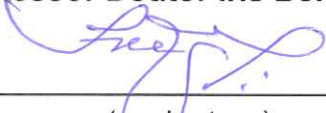
1. Qualidade. 2. Ishikawa. 3. Ferramentas da
qualidade. 4. Melhoria contínua. 5. Pareto. 6. PDSA. 7.
Análise causa raiz. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Caio de Almeida Ferreira
Título do TCC: <i>Aplicação das ferramentas de qualidade no processo de melhoria contínua: estudo de caso de uma empresa</i>
Data de defesa: 14/06/2018

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Doutor Iris Bento Silva (orientador)	APROVADO 
Instituição: EESC - SEM	
Professor Titular Luiz Carlos Casteletti	APROVADO see
Instituição: EESC - SMM	
Pesquisador Guilherme Luis Lima Alves	APROVADO gills
Instituição: EESC - Produção	

Presidente da Banca: **Professor Doutor Iris Bento Silva**



(assinatura)

DEDICATÓRIA

A minha família que sempre me apoiou e incentivou durante todo o curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que durante toda minha trajetória me deu forças nos momentos de mais difíceis.

Aos meus pais, pelo amor e carinho em todos os momentos que mesmo nos mais difíceis não deixaram me faltar nada, além de me apoiarem durante toda a graduação, contribuindo para me tornar a pessoa que sou, assim acima de tudo sendo meus exemplos de vida.

A minha irmã, por todos os conselhos e orientações que me ajudou a me guiar nas minhas decisões.

A minha namorada Thais de Lucca, por todo o incentivo e compreensão, mostrados durante os momentos finais dessa importante etapa da minha vida e assim abrindo mão de momentos preciosos para que eu pudesse conduzir meus trabalhos.

A minha vó Adélia que sempre muito preocupada, que me incentivou e aconselhou em diversos momentos da minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Iris Bento da Silva, que além de compartilhar seu vasto conhecimento em algumas disciplinas, dedicou parte do seu valioso tempo a me orientar e fornecer todo o suporte necessário no trabalho de conclusão de curso para que eu pudesse desenvolvê-lo.

A todos os demais professores e funcionários da USP, que puderam dividir parte dos seus conhecimentos e que contribuiriam de alguma forma, que serão importantíssimos para minha vida pessoal e profissional.

A todos os amigos da graduação por todo apoio e por proporcionar-me momentos de grande alegria durante essa jornada.

RESUMO

FERREIRA, C. A. Aplicação das ferramentas de qualidade no processo de melhoria contínua: Estudo de caso de uma empresa. 2018. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

Sendo a excelência em qualidade um importante componente e possível diferencial na indústria, este trabalho teve como objetivo a realização de um estudo de caso em uma indústria de energia da região sudeste no Brasil, com a utilização de algumas ferramentas da qualidade para encontrar a causa raiz de uma ocorrência recorrente e específica de um processo produtivo. O objetivo foi, portanto, identificar a causa raiz de problemas reais e estruturar um plano de ação com a solução adequada para evitar a recorrência de um problema semelhante, atendendo-se às exigências dos clientes. Os resultados obtidos mostraram efetividade na estruturação da solução de problemas através das ferramentas da qualidade e realça a importância de uma análise aprofundada de todas as etapas dessas ferramentas.

Palavras-chaves: Qualidade. Melhoria contínua. Ferramentas da qualidade. Análise da causa raiz. PDSA. Pareto. *Ishikawa*.

ABSTRACT

FERREIRA, C. A. **Application of quality tools for continuous improvement process: case study.** 2018. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

Knowing that excellence in quality is an important component and a possible differential in the industry, this paper aims to conduct a case study in an energy industry in the south-eastern region of Brazil, in order to use quality tools to identify the cause of a recurring deviation. of a specific production process. Therefore, the purpose will be to identify the root cause of the actual problems, in order to build a plan of action to provide an adequate solution, to avoid a recurrence of the resembling problems and also to satisfy customers requirements. The results obtained demonstrate the effectiveness in structuring the problem solving and stresses the importance of an in-depth analysis of all the steps of these tools.

Keywords: *Quality. Continuous improvement. Quality tools. Root cause analysis. PDSA. Pareto. Ishikawa.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Contextualização.....	1
1.2.1 Objetivo Central.....	2
1.2.2 Objetivos secundários.....	2
1.3 Método	2
1.4 Estrutura do estudo.....	3
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Qualidade.....	3
2.2 Seis Sigma.....	4
2.3 Ciclo PDSA.....	6
2.4 Método DMAIC.....	7
2.5 Ferramentas da Qualidade.....	8
2.5.1 <i>Brainstorming</i>	8
2.5.2 Diagrama de causa e efeito.....	9
2.5.3 5 Por quês.....	9
2.5.4 Folha de verificação.....	10
2.5.5 Diagrama de Pareto.....	10
2.5.6 5W2H.....	11
2.5.7 <i>Poka-Yoke</i>	12
3 ESTRUTURA DO CASO.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5 CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O fim da Segunda Guerra Mundial trouxe uma série de mudanças econômicas, sociais e políticas para todos os envolvidos. Nesse contexto, o Estados Unidos encontrou-se em um ambiente muito favorável para seu crescimento tanto politicamente quanto economicamente. Em consequência disso, o consumo de bens de consumo também foi alavancado e esse crescimento persiste até os dias de hoje. As indústrias passaram a modernizar seus processos para conseguir atender essa crescente demanda de maneira tão rápida que algumas áreas apresentaram alguns déficits de qualidade. Segundo Corrêa *et al* (2007) esse cenário representado pelo aumento da produtividade e a atenção a qualidade do produto era satisfatória até então, uma vez que não haviam concorrentes.

Nas últimas décadas, a crescente globalização e consequente integração social, política e principalmente econômica favoreceu o surgimento de concorrência entre empresas do mesmo segmento de todo mundo. Com esse novo cenário, a qualidade mudou de patamar e passou a ser diferencial. Portanto, a ausência dessa vertente tanto no processo produtivo quanto no produto poderia sentenciar a empresa ao fracasso caso o concorrente conseguisse fornecer um produto igual numa qualidade melhor e até com menor valor (CAMPOS, 1992).

Quando se avalia a história, é possível constatar que mais recentemente, a concepção de qualidade mudou ainda mais. Com a globalização tornando a economia mundial cada vez mais integrada e aberta, a concorrência existe entre empresas de todo o mundo. Como consequência, a qualidade não se trata mais apenas de um diferencial, pois uma empresa para manter-se competitiva deve buscar incansavelmente a redução de desperdícios e custos, bem como produzir um produto que atenda todos os requisitos do cliente.

Portanto, a melhoria contínua nesse contexto assume um papel de extrema importância no mundo, sendo um processo cíclico de desenvolvimento do produto e dos processos envolvidos. As principais finalidades da metodologia em questão são a melhoria de desempenho e a redução de custos (CARPINETTI, 2012).

1.2.1 Objetivo Central

Este trabalho teve como principal objetivo analisar a eficácia da aplicação das ferramentas da qualidade no processo de melhoria contínua para um estudo de caso. Adicionalmente propôs melhorias nos processos de fabricação em uma empresa do setor de energia. Pode-se destacar também:

- Evitar gastos internos com retrabalho;

1.2.2 Objetivos secundários

O objetivo secundário deste trabalho foi mostrar que, com uma análise detalhada de problemas enfrentados na indústria através de técnicas simples, pôde-se impactar de maneira positiva na redução de custos na fabricação de certos componentes e deste modo tornar a empresa mais competitiva no mercado.

1.3 Método

O estudo de caso foi realizado baseado em uma pesquisa bibliográfica aonde foram abordados materiais didáticos sobre as ferramentas da qualidade que serão utilizadas.

Uma pesquisa inicial foi realizada como base teórica para o desenvolvimento do trabalho. Objetivou-se com essa pesquisa, avaliar o quanto a aplicação das ferramentas da qualidade pode auxiliar equipes de qualidade na resolução de problemas e identificação de causas raízes, bem como auxiliar na melhoria contínua de processos. Dessa forma, analisou-se estudos e trabalhos relacionados ao uso dessas ferramentas da qualidade em estudos de caso para o aperfeiçoamento de processos produtivos em diferentes setores da indústria.

Ferramentas da qualidade tem sido utilizada na indústria desde o século passado e ainda estão sendo utilizadas conforme observado nos artigos de Ferreira, Amorim e Braga (2013), Melo, Pinto e Brito (2015), Maiczuk e Junior (2013), Oliveira e Costa (2015), Pache e Polacinskiedio (2011) e Coelho, Silva e Maniçoba (2016) até hoje. Adicionalmente observou-se a versatilidade da sua utilização, sendo utilizados em indústria automobilística até em oficinas mecânicas. Por fim, Soccol e Gomes (2011) mensura a importância da qualidade e como a falta da mesma reflete na indústria. Portanto, estas ferramentas têm se apresentado de enorme importância ainda nos dias de hoje e podendo ser um recurso muito útil no processo de melhoria contínua.

Com base no levantamento realizado, foi possível observar a efetividade das ferramentas da qualidade no processo de melhoria contínua de processos, reduzindo perdas e retrabalhos ao diagnosticar pontos de falha e melhorando o desempenho e performance tanto em empresas de diversos ramos e de diferentes portes. Tais observações serviram, dessa forma, de embasamento para o desenvolvimento do estudo.

1.4 Estrutura do estudo

A estrutura deste trabalho foi dividida em 5 capítulos.

No primeiro capítulo foi realizado uma breve contextualização histórica sobre o tema a ser abordado, levantando os principais pontos do tema para a melhoria contínua na indústria, os objetivos mais relevantes e como o tema será desenvolvido ao longo do trabalho.

No segundo capítulo foi apresentado toda a base teórica, incluindo métodos, técnicas e ferramentas da qualidade a serem utilizadas. Todas as ferramentas utilizadas foram estudadas de forma individual para que, desta forma, extrair o máximo de rendimento de cada ferramenta e enfatizar a importância de cada uma das ferramentas no processo.

No terceiro capítulo foi apresentado o problema e todas as informações necessárias para a descrição do problema, bem como o cenário da empresa antes da realização do estudo de caso.

No quarto capítulo foram apontados os resultados alcançados do projeto. O capítulo contemplou ainda a discussão com uma análise crítica sobre seus desdobramentos entre o antes e o depois do estudo.

O quinto capítulo foi feito uma análise dos resultados obtidos, suas dificuldades e os conhecimentos proporcionados pelo projeto.

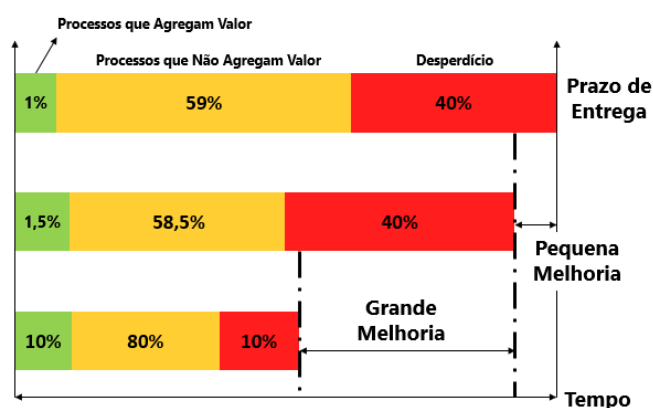
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Qualidade

O termo qualidade pode ter diversas definições, como: Conformidade às especificações, prevenção por meio de disciplina e liderança, padrão de desempenho da qualidade e qualidade mensurada pela não conformidade e não meramente por índices. De acordo com Neves (2002) a qualidade pode ser entendida como a satisfação das exigências dos requisitos estabelecidos pelo cliente para com a função designada do produto.

Dentre essas definições, o que é abordado neste trabalho foi a conformidade com as especificações. De maneira simples pode-se assumir que o valor de determinado produto é composto pelo seu custo de fabricação, a perda existente durante o processo produtivo e o seu lucro bruto esperado. Desta forma, ao se utilizar as ferramentas da qualidade adequadas, consegue-se impactar positivamente no custo do produto, diminuindo o desperdício e o custo com retrabalho, aumentando-se, portanto, o lucro. O esquema a seguir (figura 1) ilustra claramente o ganho com a melhoria de qualidade

Figura 1: Formação de preço de um produto.



Fonte: Gonçalves (2018)

De acordo com Campos (1992), o controle de qualidade total é um fator que só pode ser obtido pela gestão correta de todas as atividades da qualidade, eliminando toda e qualquer atividade que possa gerar falhas e consequentes retrabalhos. Segundo Borrer (2008) ao se tratar de gestão da qualidade total (*Total Quality Management – TQM*) deve-se ter foco no cliente, e todo empregado deve saber que a melhoria contínua é parte do trabalho. Além disso, a liderança deve fornecer disciplina e motivação suficiente para os programas de qualidade.

Em uma empresa, para se obter o nível de excelência a filosofia TQM, aprimorando-se seus processos e produtos, existem diversas ferramentas essenciais que podem ser usadas. As que serão citadas e utilizadas neste estudo de caso são o ciclo PDSA, *Brainstorming*, Diagrama de Pareto, Diagrama e causa e efeito, 5 Porquês, *Poka-Yoke* e o 5W2H.

2.2 Seis Sigma

Com o surgimento da globalização e em consequência de uma concorrência cada vez mais presente, as companhias para se tornarem mais competitivas buscam através de diversos meios desenvolver seus produtos e processos produtivos. Nesse contexto surgiu o Seis Sigma,

que segundo diversos autores (HARRY, 2000; SCHROEDER, 2000; ARIENTE *et al*, 2005) são um conjunto de práticas que proporcionam ganhos expressivos por meio do monitoramento das atividades e por meio da redução do desperdício e aumento da satisfação dos clientes e acionistas.

Esse tipo de metodologia emergiu na década de 80, quando a Motorola, ao brigar pela liderança no mercado de semicondutores concorrendo com diversas empresas do Japão, desenvolveu uma estratégia ao adaptar conceitos do gerenciamento total da qualidade (TQM) aos círculos de controle da qualidade (BARNEY e MCCARTY 2003). Após bons resultados provenientes da aplicação dessa estratégia, outras empresas passaram a utilizar tal metodologia, o que aumentou seus ganhos e o interesse pelo Seis Sigma (WERKEMA, 2006). Cicco (2000) afirma que o uso dessa metodologia gerou resultados positivos no Brasil, no caso das empresas: Ambev, Gerdau, ABB, Belgo-Mineira, Multibrás e Petrobras.

O Seis sigma não se trata de nenhuma ferramenta recém desenvolvida, mas sim do conjunto de práticas e a forma com que é implementada. Behnam (2011) afirma que se trata basicamente de uma metodologia para redução da variabilidade e para melhora na capacidade do processo.

O termo sigma da metodologia refere-se à capacidade de um processo trabalhar com falhas. Dessa forma, o termo seis sigma significa que existem cerca de 3,4 falhas por milhão ou 0,00034% de falhas (TRAD e MAXIMINIANO, 2009)

A figura 2 correlaciona a diferença entre os níveis de sigma e a quantidade de erros permissíveis por milhão.

Figura 2: Relação entre níveis de sigma e quantidade de defeitos por milhão.

Nível Sigma	Nível da Qualidade	Taxa de Erro	Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO)	Custo da Não Qualidade (% do faturamento)
1 σ	30.90%	69.10%	691.462	Não se aplica
2 σ	69.10%	30.90%	308.538	Não se aplica
3 σ	93.30%	6.70%	66.807	25 a 40%
4 σ	99.38%	0.62%	6.21	15 a 25%
5 σ	99.977%	0.023%	233	5 a 15%
6 σ	99.99966%	0.00034%	3.4	< 1%

Fonte: Revista Espacios (2016).

Do ponto de vista estatístico, atingir a marca do Seis Sigma significa reduzir o número de defeitos, falhas e erros a próximo de zero. Em adição, Henderson e Evans (2000) afirmam que o atingimento ao nível de seis sigma pode não representar um retorno financeiro a altura se comparado ao investimento. Waxer (2005) afirma que o mais importante é a metodologia aplicada por trás do seis sigma e que por isso pode ser aplicada para a maioria dos setores, desde que exista a busca pela melhoria da capacidade do processo.

2.3 Ciclo PDSA

O ciclo PDSA (*Plan-Do-Study-Act*) foi desenvolvido derivado do ciclo PDCA elaborado inicialmente na década de 90. Entretanto, somente foi difundido e disseminado amplamente nas últimas décadas. A finalidade dessa técnica é a identificação da causa raiz ou quando se pretende corrigir falhas e aplicar um processo, solidificando ainda mais a cultura de melhoria contínua (FERREIRA, 2005).

O PDSA é uma ferramenta que pode ser utilizada para gerenciar a tomada de decisões e assegurar que as metas estipuladas sejam atingidas, possibilitando a competitividade da organização (FERREIRA, 2005).

As letras que formam o nome do método, PDSA, significam no idioma de origem: planejar, executar, verificar e agir. Dessa forma, temos que:

- *Plan* – Planejar: Compreende a análise do estado atual do problema ou situação. Nesse estágio, são estabelecidos os principais objetivos e metas, analisa-se os riscos e a metodologia a ser utilizada, e definem-se ainda os custos, prazos e recursos disponíveis. Por fim, coletam-se as informações necessárias para desenvolvimento do problema.
- *Do* – Executar: São coletados os dados referente ao processo, bem como é executada a metodologia estabelecida na etapa anterior. Essa etapa pode ser desmembrada em três sub-etapas: capacitação dos colaboradores e gestores envolvidos no processo, execução dentro do planejamento previsto e coleta de dados necessários para a etapa de *Study*.
- *Study* – Estudar: Essa etapa começa simultaneamente com a implementação do plano de ação. Quanto mais cedo se obter e se estudar os resultados, mais cedo será possível realizar os ajustes para que os resultados sejam alcançados de maneira satisfatória. É nesse momento que são realizadas comparações entre os resultados previstos e os obtidos, para se identificar possíveis falhas do processo. Os passos seguintes são

desenvolver estratégias e agir de modo que sejam sanadas tais falhas, colocando em prática as potenciais melhorias e mensurando a eficácia do método utilizado.

- *Act* – Agir: Nesta etapa são feitas as ações corretivas das possíveis falhas encontradas no decorrer do processo. Partindo-se do princípio que exista sempre algo a ser melhorado, este ciclo se reinicia dando continuidade ao processo de melhoria contínua.

A figura 3 mostra as etapas do ciclo PDSA descrito acima.

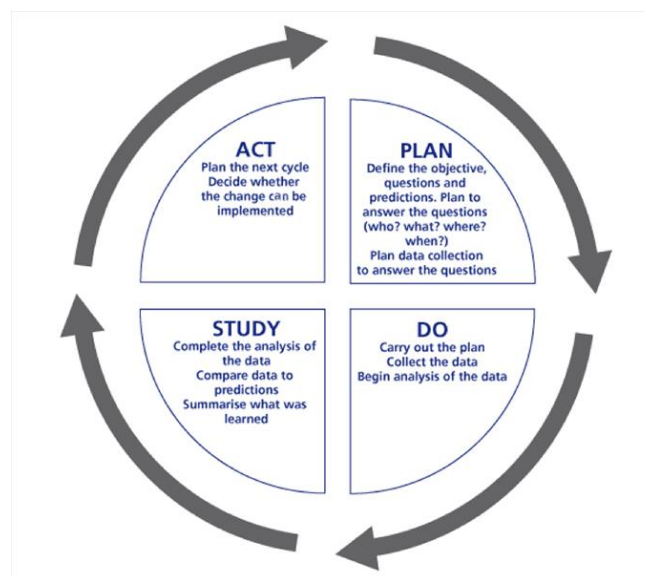


Figura 3: Ciclo PDSA. (SKYTTNER, 2001)

Este ciclo representa um processo cíclico sem fim, no qual questiona-se em forma de *looping* as atividades realizadas de todo o processo (AGOSTINETTO, 2006).

2.4 Método DMAIC

Dentro da metodologia Seis Sigma existem diversos métodos de melhoria que tomam o Ciclo PDSA como referência. Entretanto, existem outras ferramentas da qualidade correntemente utilizadas na busca da melhoria contínua, como o DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improvement, Control*). Esta metodologia é dividida em algumas fases que

correspondem as iniciais da sigla, definidas como Definir, Mensurar, Analisar, Implementar e Controlar (ROTONDARO, 2011).

Na primeira fase ou etapa de definição são reconhecidos os potenciais problemas, definido os objetivos e analisando o viés financeiro do projeto. Na fase seguinte, também conhecida etapa de medição, são colhidos todos os dados e informações pertinentes do processo que possam indicar melhorias. Na terceira etapa é realizada a análise dos dados colhidos e é feito o mapeamento das potenciais falhas no processo e as possíveis melhorias a serem implementadas. Na penúltima fase (implementar) é feita a implementação das melhorias determinadas. Em sequências, coleta-se os resultados da sua implementação. Por fim, ocorre a etapa de controle onde é feito o monitoramento do processo para evitar quaisquer desvios relacionados aos objetivos do projeto, documentando-se então, a solução proposta.

2.5 Ferramentas da Qualidade

Segundo Behnam (2011) as ferramentas da qualidade utilizam dos dados de um processo produtivo ou produto para auxiliar na identificação de um problema, bem como estruturá-los de forma organizada para ajudar a encontrar causas raízes dos problemas, propondo, ao final, uma solução ou melhoria. Estas ferramentas podem se apresentar como gráficos, tabelas de causa-efeito ou outras formas que apoiam na análise do problema.

As ferramentas da qualidade também podem ser consideradas ferramentas gerenciais que apoiam a tomada de decisões através da análise dos dados, proporcionando um grau de certeza a mais nas decisões (BRASSARD, 2004). Segundo Carpinetti (2010), dentre todas as ferramentas da qualidade, as mais comumente utilizadas são: Diagrama Pareto, Diagrama Causa-efeito (Espinha de Peixe), Gráfico de Controle e Gráfico de Dispersão. Além dessas, existem outras ferramentas que também auxiliam no controle da qualidade, como: 5W2H e *Brainstorming*. Algumas dessas ferramentas são apresentadas a seguir:

2.5.1 *Brainstorming*

Brainstorming é um método de exercício mental utilizado para estimular a geração de ideias sobre um tema ou resolver problemas específicos num curto espaço de tempo. Essa técnica pode ser realizada em grupos ou individualmente, sendo dividida normalmente em duas etapas. E um primeiro momento ocorre a geração de ideias sobre o tema estipulado, e após uma quantidade aceitável de ideias, em um segundo momento, é feita a análise e o

juízo. Nota-se que na primeira etapa não existe qualquer tipo de restrição ou crítica. Segundo Behnam (2011) e McCain (2007) este tipo de técnica se mostra muito útil na solução de problemas devido a quantidade de ideias potenciais que são geradas. Este tipo de técnica pode ser utilizada em conjunto com outras ferramentas da qualidade, como o Diagrama de Causa e Efeito.

2.5.2 Diagrama de Causa e Efeito

O Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Influência, Diagrama de Ishikawa ou Espinha de Peixe, refere-se a técnica desenvolvida para a identificação das causas que deram origem ao efeito de um determinado processo. Ele é empregado, geralmente, quando se tem um problema e pretende-se dividir as possíveis causas em grupos, para identificar as potenciais causas desse problema de forma mais organizada, e também como guia para a determinação das medidas corretivas que serão utilizadas. De acordo com Tubino (2007), o Diagrama de Ishikawa permite dividir um problema complexo em seis subcategorias de forma a facilitar a identificação das potenciais falhas e auxiliar no processo de desenvolvimento das medidas corretivas.

O diagrama é composto por um eixo que representa o fluxo de informações e cada ramificação da espinha é uma categoria que compõe o problema (CARPINETTI, 2012). De forma genérica, as categorias correspondentes as espinhas são: máquinas, métodos, mão de obra, meio ambiente, matéria prima, medida, e manutenção, como observado na figura abaixo (figura 4).

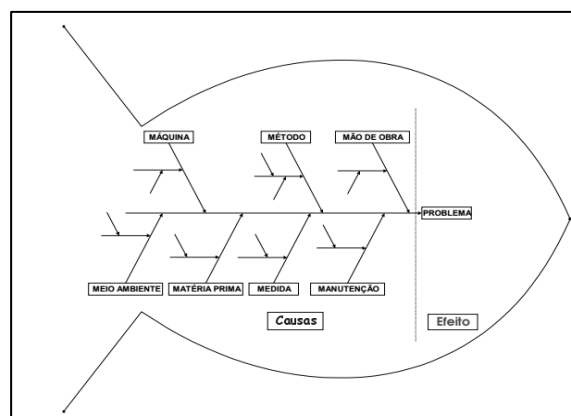


Figura 4: Diagrama de Ishikawa (CAMPOS, 1996)

2.5.3 5 Por quês

O método dos 5 Por quês, também conhecido como Análise Porque-por quê é uma ferramenta simples para se encontrar a causa raiz de um problema. Essa técnica parte da premissa que após definido o problema ou falha, questiona-se a falha primária. Os questionamentos são contínuos e sequencias, até que se chegue a causa raiz do problema (quando não existem mais perguntas a serem feitas). Se aplicado de maneira correta, ou seja, as respostas para as perguntas forem objetivas e claras, a causa raiz é identificada em até no máximo cinco perguntas (STICKDORN, 2014; SCHNEIDER, 2014). Na figura 5, é possível observar um exemplo da aplicação do método dos 5 Por quês.

Figura 5: Exemplo técnica dos 5 Por quês

5 PORQUES					
Causa Potencial Provável	1º Porquê (Porque esta causa está ocorrendo?)	2º Porquê (Porque isto [resposta 1º porquê] está acontecendo?)	3º Porquê (Porque isto [resposta 2º porquê] está acontecendo?)	4º Porquê (Porque isto [resposta 3º porquê] está acontecendo?)	5º Porquê (Porque isto [resposta 4º porquê] está acontecendo?)
A bomba falhou	Devido ao desgaste excessivo das faces da vedação	Houve superaquecimento	Falta de água de refrigeração	O operador esqueceu de abrir a válvula	Ele é novo na área e não tinha operado, ainda, uma bomba assim

Fonte: <http://www.radardeprojetos.com.br/2016/03/como-utilizar-tecnica-dos-5-porques.html>

2.5.4 Folha de Verificação

A folha de verificação é considerada uma das ferramentas da qualidade mais simples. Ela consiste em um quadro, planilha ou ficha onde são estratificados os dados do processo, os quais serão posteriormente utilizados no desenvolvimento das medidas corretivas e de melhorias do processo. Assim, é de extrema importância que se tenha o conhecimento prévio de quais informações serão extraídas dessa ficha, de forma que todos os dados do processo estejam expostos de forma clara e organizada.

2.5.5 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é um gráfico que evidencia onde os esforços devem ser concentrados de forma a solucionar o problema em questão. Este gráfico é formado por barras verticais ordenadas de forma decrescente exibindo a frequência com que as falhas acontecem. O eixo horizontal corresponde aos diversos modos de falha e o eixo vertical corresponde a quantificação dessas falhas, sendo que a esquerda representa a quantificação das falhas de forma unitária e a direita representa o percentual acumulado de falhas (FILHO, 2007).

O Diagrama de Pareto é resultado da análise de ordem de prioridade, onde postula-se a relação de 80:20, o que significa que 80% dos problemas advém de apenas 20% das causas. Dessa forma, se forem tratadas as causas mais representativas, é possível eliminar a maioria das perdas. Segundo Corrêa *et al* (2007) o diagrama de Pareto serve para distinguir os maiores causadores de problemas dos triviais, permitindo que as ações corretivas sejam priorizadas.

O diagrama compara os modos de falhas encontrados nas coordenadas horizontais com sua frequência nas coordenadas verticais. As barras representam sua frequência de ocorrência e a curva exibe seu percentual acumulado para o intervalo de tempo definido, conforme figura a seguir (figura 6):

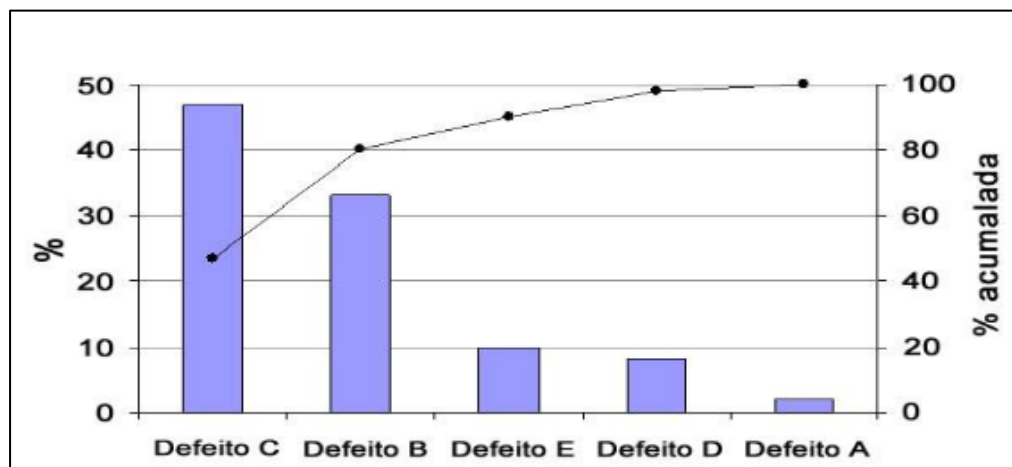


Figura 6: Diagrama de Pareto (SEBRAE, 2005)

2.5.6 5W2H

O 5W2H é uma ferramenta prática de estruturação de um plano de ação para a tratativa das causas raízes dos problemas ou também para as oportunidades de melhoria (CANDIDO, 2009). É um mecanismo muito útil para garantir que todos os aspectos do problema sejam

considerados, identificando-os de maneira clara e objetiva. Os 5W refere-se as palavras em inglês: *What, Who, Where, When* e *Why*. Os 2H são: *How* e *How much*.

Este método corresponde basicamente em responder sete perguntas (O que? Onde? Quem? Quando? Por que? Como? e Quanto?) de forma a estruturar as ideias para a solução dos problemas.

2.5.7 Poka-Yoke

Poka-Yoke pode ser definido como um mecanismo a prova de falhas, que especifica como uma pessoa irá executar um processo, impedindo a execução errada da operação e bloqueando assim a propagação desse erro. Existem diversas formas de sinalizar que um erro foi cometido. De acordo com Shingo (1986), o mecanismo de *Poka-Yoke* pode realizar essa sinalização através de buzinas, sinais luminosos e apitos. A paralização da produção não é mandatória, pois esse mecanismo pode apenas alertar que um desvio foi realizado e que uma correção é necessária (SHINGO, 1986).

3. ESTRUTURA DO CASO

3.1 Descrição da empresa

Este trabalho foi realizado utilizando-se uma empresa do setor de energia. A unidade da companhia analisada situa-se na região sudeste.

O principal objetivo da empresa é entregar produtos de qualidade com alto desempenho, respeitando os elevados padrões éticos. A mesma encontra-se presente nos setores de eficiência energética, personalização dos cuidados à saúde e soluções de infraestrutura inteligente.

A busca pela melhoria contínua está presente no dia-dia da empresa em programas de redução de custo e melhoria de processos, utilizando diversas ferramentas tanto provenientes do *Lean manufacturing* como também ferramentas da qualidade. Essa cultura é compartilhada entre os funcionários, clientes e parcerias para cada vez mais buscar a excelência e a qualidade.

3.2. Situação atual

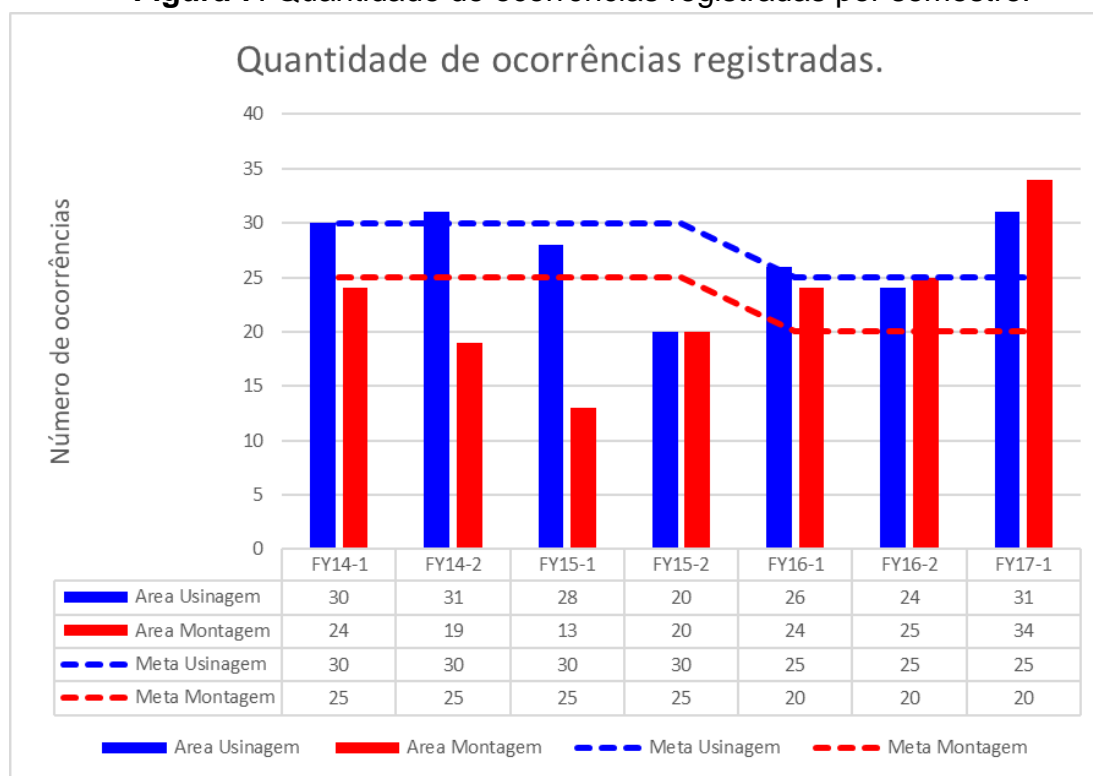
No ano de 2017, decidiu-se realizar algumas etapas da fabricação em fornecedores terceiros, como a pintura de alguns componentes. Após a terceirização desse processo de pintura, identificou-se uma maior quantidade de não conformidades na qualidade do produto.

Foi desenvolvido então, um quadro de registro de ocorrências, onde expõem-se os principais desvios encontrados na área, de forma que os líderes de chão de fábrica possam dar visibilidade aos problemas e buscar a solução desses desvios com o auxílio de outras áreas. Desse modo, é possível se definir os responsáveis para desenvolver as ações corretivas, e caso seja um problema recorrente, identificar a causa raiz, e propor planos com ações corretivas e preventivas para o problema.

A fabricação dos componentes do produto pode ter etapas de fabricação interna, externa (fornecedores) ou parcialmente interna e externa. Alguns componentes são pintados para proteção e, dessa forma, evitar-se problemas de corrosão. Por outro lado, existem também componentes que não tem o processo de pintura de forma mandatória.

Os indicadores (figura 7) referem-se à quantidade de não conformidades registradas no chão de fábrica nas áreas de montagem e usinagem, a partir de 2014, separados por semestre com suas respectivas metas anuais.

Figura 7: Quantidade de ocorrências registradas por semestre.



Fonte: (Arquivo pessoal)

É possível identificar que houve um aumento no número de ocorrências detectadas na área da montagem em 36% e na área da usinagem em 29%, do segundo semestre de 2016 para o primeiro semestre de 2017. Detectado esse aumento, foram propostas medidas para reduzir a quantidade de não conformidades. Assim, definiu-se uma meta de 35% de redução no número de ocorrências para ambas as áreas no semestre seguinte. Este objetivo foi definido baseado na quantidade média semestral de ocorrências registradas por outras áreas da mesma unidade e foi considerada adequada para o projeto.

A área destinada a montagem do produto foi escolhida para o estudo, em vista que a quantidade de ocorrências neste setor da empresa é mais representativa que a área da usinagem. Outro fator também levado em consideração foram os atrasos recorrentes que são mais presentes na área da montagem, impactando diretamente no *Lead time* da entrega dos produtos.

3.3 Aplicação do ciclo PDSA de melhoria.

3.3.1 Plan (Planejar)

Durante o começo do segundo semestre de 2017 foi dado início ao projeto. Nesse momento, houve basicamente a quantificação do problema com a coleta de dados. Assim, através da planilha de registros, obteve-se a quantidade de não conformidades detectadas na área da montagem. Em seguida, os dados foram dispostos em gráfico do tipo Pareto.

O objetivo de colocar esses dados em forma de gráfico de Pareto é torná-los visuais e facilitar a análise de forma macro das ocorrências. Além de auxiliar na tomada de decisões na hora de definir quais problemas serão abordados primeiramente de modo que os esforços despendidos sejam priorizados nos maiores causadores de problemas. Espera-se que os resultados obtidos após a realização desse estudo sejam efetivos e alcancem a meta principal.

3.3.2. Do (Executar)

Desde o momento que foi definido o tópico do projeto – utilização das ferramentas da qualidade para a estruturação como método de solução de problemas em um setor específico de uma empresa – os dados foram coletados com o principal objetivo de conseguir priorizar uma determinada área da produção trazendo soluções de baixo custo e menor esforço.

Primeiramente, houve a coleta de todas as ocorrências nas áreas produtivas da montagem e usinagem durante o primeiro semestre de 2017. Então, estas não conformidades foram classificadas de acordo com a área em que foi observada essa ocorrência (montagem ou

usinagem) e departamento responsável. Esses dados foram plotados em um gráfico do tipo Pareto para definir aonde os esforços deveriam ser enfatizados e para estruturar um plano de ações corretivas e preventivas e assim atingir o objetivo.

As figuras a seguir são resultados da coleta desses dados.

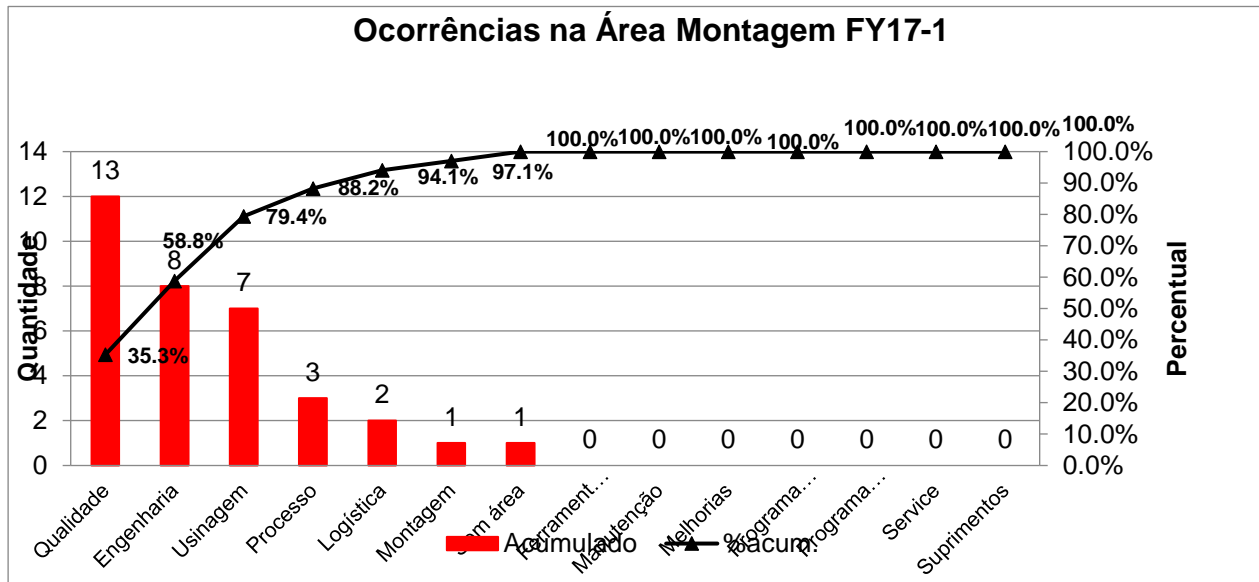


Figura 8: Gráfico de Pareto dos desvios ocorridos na área da montagem.

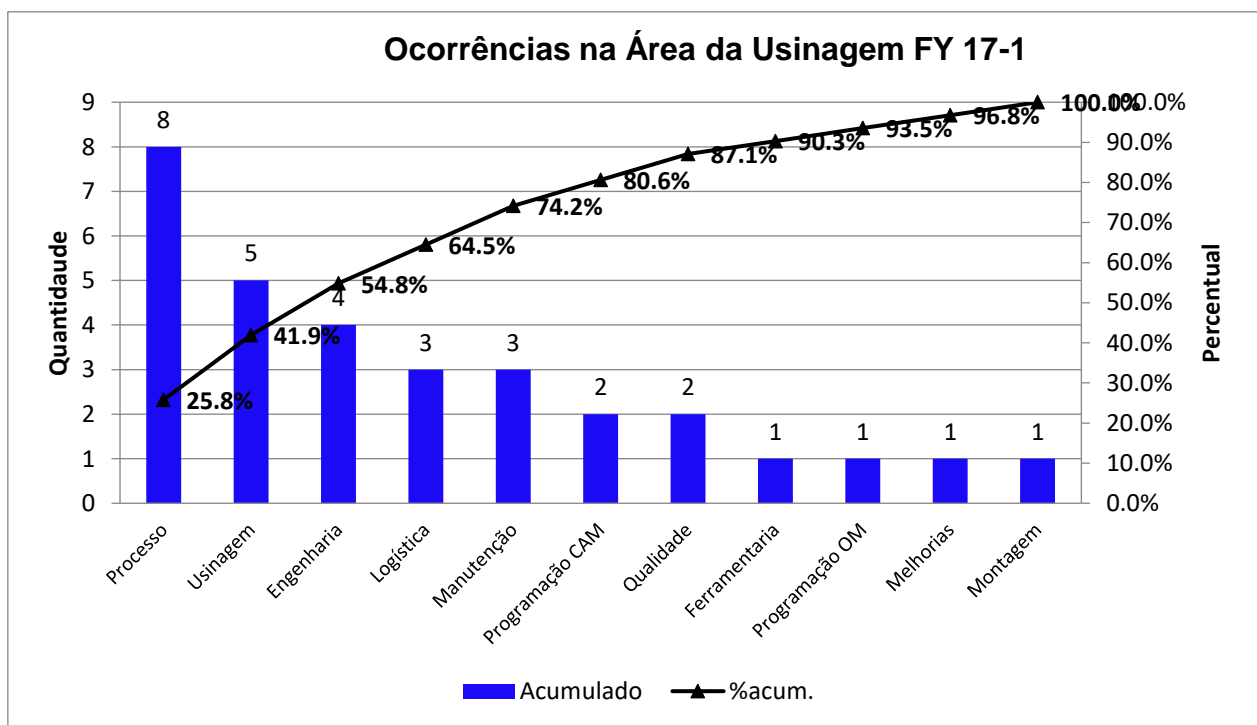


Figura 9: Gráfico de Pareto dos desvios ocorridos na área da usinagem.

Como pode ser notado nas figuras anteriores, na área da montagem, os principais departamentos responsáveis pelas ocorrências foram: Qualidade, Engenharia e Usinagem, que juntos representam cerca de 79,3% de todas as ocorrências nesta área. Para a área da usinagem, os principais departamentos responsáveis pelas ocorrências foram: Processos, Usinagem e Engenharia representando 54,8% de todas as ocorrências registradas.

Desse modo definiu-se que o foco do trabalho seria a área da montagem aonde o número de ocorrências é 10% maior que a área da usinagem.

Após estabelecido o foco deste trabalho (área da montagem), procedeu-se a fase da priorização do departamento responsável pela ocorrência. Assim, uma reunião com um representante de cada departamento e o líder da montagem foi realizada. O objetivo da reunião era o preenchimento da matriz de esforço e impacto para alocar as ocorrências de acordo com os departamentos, medir o nível de dificuldade para implementação de medidas e estimar o impacto financeiro do resultado esperado poderá gerar, atuando, dessa forma, nas ocorrências que exigem menor esforço e que possa gerar maior retorno financeiro para a empresa.

Assim, definiu-se que as ocorrências do departamento de qualidade deveriam ser priorizadas, como observado na tabela abaixo (Figura 10).

MATRIZ DE ESFORÇO (\$) vs IMPACTO

IMPACTO (\$)	Qualidade (Erro de fornecedor)	Usinagem (Erro de usinagem)
	Engenharia (Falha de especificação) Engenharia (Erro de desenho) Engenharia (problema de desenho na rede) Processos(Falta de roteiro - roteiro errado) Montagem (Erro de montagem)	Logística (Falta de material)
	ESFORÇO	

Figura 10: Matriz de esforço-impacto de ocorrências e departamentos responsáveis.

Posteriormente, houve a estratificação dos dados de forma a categorizar as ocorrências pelos modos de falhas encontrados e obteve-se que todos erros encontrados pertenciam a série “Erro de fornecedor”, como pode ser observada no gráfico de Pareto a seguir (figura 11):

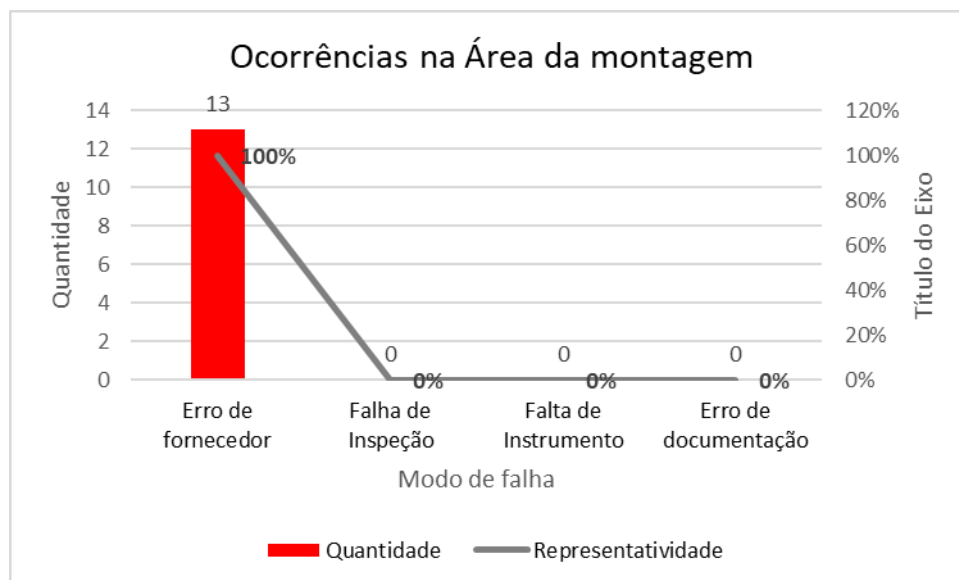


Figura 11: Gráfico de Pareto das ocorrências na área da montagem.

O próximo passo contemplou uma análise em detalhes do conteúdo de cada ocorrência. O resultado dessa análise mostrou que a totalidade das ocorrências registradas como erro de fornecedor poderiam ser sub-categorizadas como problemas de pintura, como observado na tabela a seguir (Figura 12):

Ocorrência	Cliente	Componente	Tipo de Turbina	Modo de falha
Carcaça está pintada porém necessário fazer TH	A	Carcaça	M	Pintura errada
Tubulação AK está pintada incorretamente	A	Carcaça	M	Pintura errada
Conexão BSP pintada não conformemente	A	Carcaça	M	Pintura errada
Acoplamento servo motor sem pintura	A	Servo Motor	M	Sem Pintura
Servo-motor sem pintura	A	Servo Motor	M	Sem Pintura
Carcaça pintada na cor alumínio	B	Carcaça	M	Pintura errada
Carcaça pintada não conforme - tubo de dreno faltando	C	Carcaça	P	Pintura errada
Alojamento dos bicos spray pintado	C	Carcaça	M	Pintura errada
Carcaça está pintada internamente	B	Carcaça	M	Pintura errada
Tubulação para regulagem de pressão pintada não conforme	C	Tubulação de regulagem	P	Pintura errada
Tampa do alojamento do mancal pintado	A	Flange axial	M	Pintura errada
Saída tubulação pintada	D	Carcaça	M	Pintura errada
Tampa do escape pintado do lado errado	E	Carcaça	M	Pintura errada

Figura 12: Estratificação da categoria erro de fornecedor

Foi realizado ainda uma nova classificação de forma a redistribuir os dados coletados pelos modos de falhas. Assim, obteve-se duas categorias, a primeira representada por componentes pintados de maneira incorreta, que correspondiam a cerca de 85% das ocorrências da série, e a outra categoria de componentes que foram capturados sem pintura, representando 15% das ocorrências, dados esses representados de forma visual no gráfico a seguir (Figura 13):

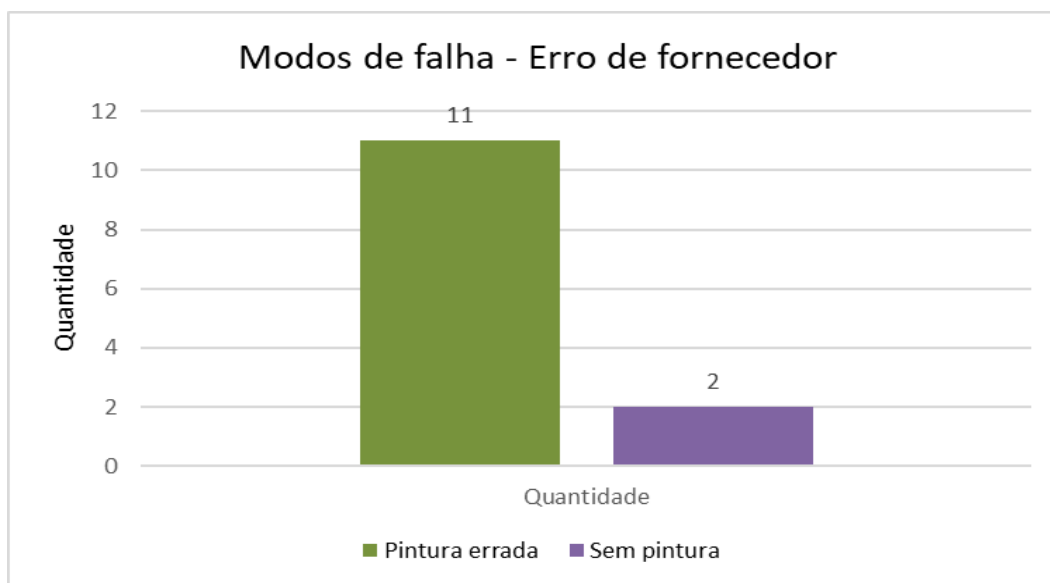


Figura 13: Classificação dos modos de falha: erro de fornecedor.

Esta nova classificação se fez necessária para facilitar o desenvolvimento do plano de ação, já que havia similaridade nos modos de falha.

O próximo passo realizado foi a tentativa de subdividir os modos de falha, agrupando-os por componente. Como observado nos gráficos a seguir (figuras 14 e 15), para os componentes com pintura incorreta, as falhas aconteciam, em sua maioria, na carcaça e escape,

seguido pela tubulação de regulagem de segurança e no flange axial. Para os componentes sem pintura, o desvio ocorria, em sua totalidade, nos servos motores.

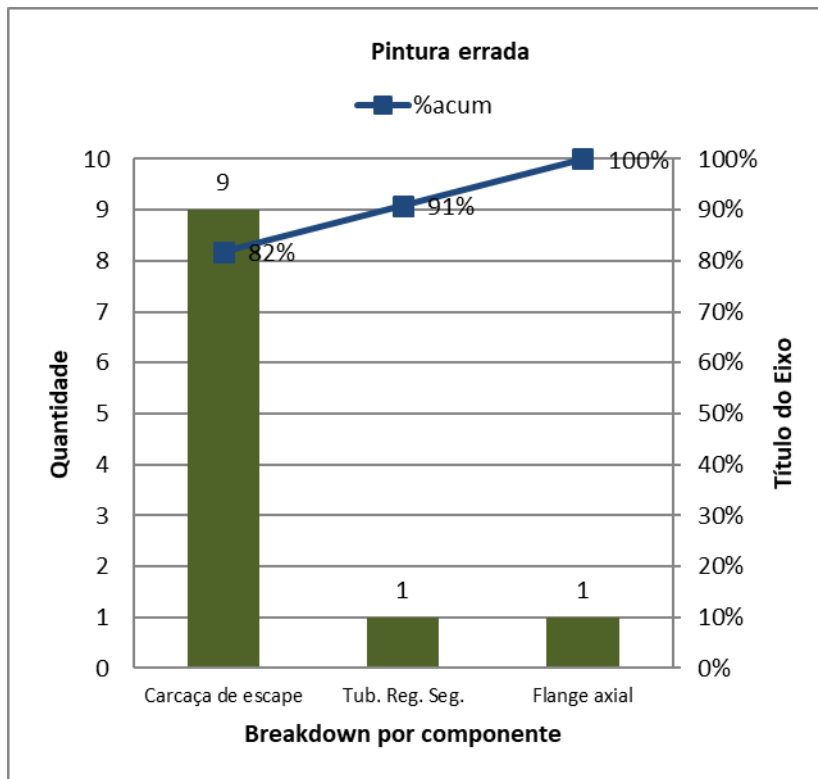


Figura 14: Classificação por componente – Componente com pintura errada.

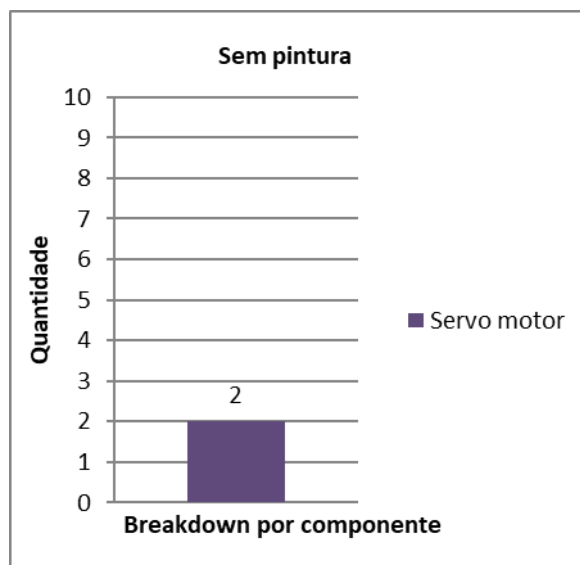


Figura 15: Classificação por componente – Sem pintura.

Como resultados das classificações desenvolvidas nas figuras anteriores, os dois principais itens que enfrentaram problemas com pintura foram a carcaça de escape e o servomotor. A amostragem dos componentes foi considerada baixa, e por isso, estabeleceu-se que todos os componentes seriam considerados no desenvolvimento da solução dos problemas.

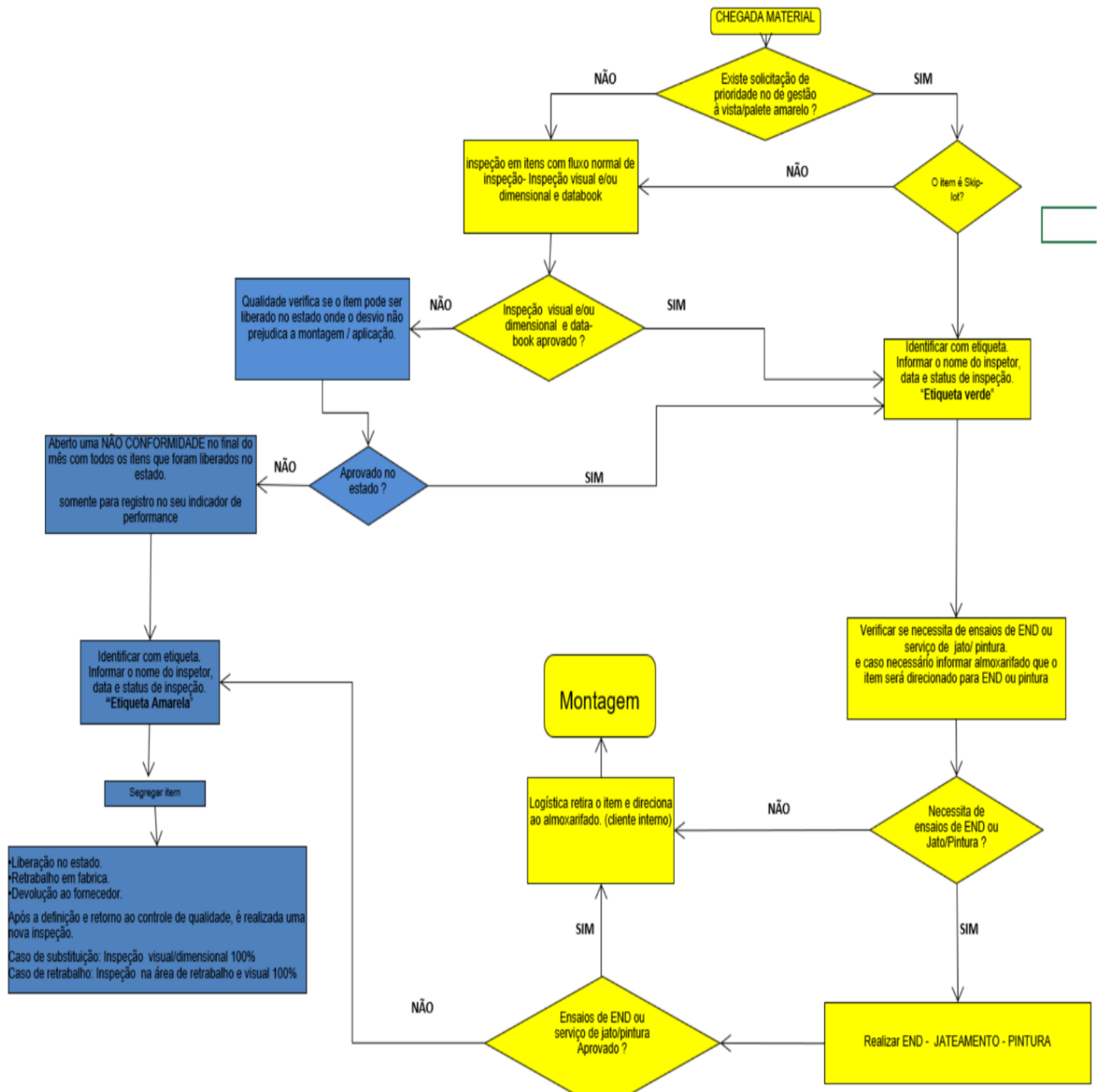
3.3.3. Study (Estudar)

Uma vez que a utilização dos gráficos de Pareto e a matriz de esforço e impacto nas etapas anteriores não tenham como objetivo fornecer informações necessárias e suficientes para descobrir a causa raiz do problema, houve a necessidade da utilização de mais algumas ferramentas da qualidade que auxiliem nesse papel.

O passo seguinte foi entender, de forma geral, como funciona o processo de pintura para os diferentes componentes e analisar as possíveis causas dos desvios através de ferramentas e identificar as causas raízes para os dois modos de falhas encontrados.

Componentes podem vir pintados através de duas maneiras, a primeira é a pintura realizada internamente (dentro da empresa) e a segunda é realizada externamente por fornecedores terceiros.

Para pinturas realizadas internamente, existe um procedimento a ser seguido mostrando o fluxo de informações e materiais necessários para realiza-las. De modo simples, o material é recebido pelo setor de recebimento de materiais, a partir de onde é encaminhado para a qualidade que realiza, por sua vez, a inspeção dos itens previamente estabelecidos no procedimento, objetivando-se verificar a necessidade de ensaios não destrutivos, jateamento ou serviço de pintura. Em caso de positivo para o serviço de pintura, este componente deve ser encaminhado para um pallet específico que é destinado a todos os materiais que precisam de pintura. Caso não necessite de pintura, este material é encaminhado diretamente para o almoxarifado, até sua utilização na etapa de montagem. Esse fluxo de informações e materiais pode ser observado no fluxograma a seguir (fluxograma 1):



Para os componentes que são pintados diretamente de fornecedores terceiros, é enviada toda a documentação necessária com os devidos roteiros requisitados por parte da engenharia de processos. Quando recebido pela empresa, o material passa pelo processo de recebimento de materiais normalmente, conforme descrito anteriormente.

Após uma análise complexa do fluxo de processos, observou-se que os desvios relacionados com componentes sem pintura eram realizados internamente pelos próprios funcionários. Já para os componentes que foram detectados com pintura inadequada, notou-se que estes eram realizados por empresas terceiras.

Entendido como funcionam ambos processos de pintura, a etapa seguinte é identificar aonde estariam as potenciais falhas no processo. Dessa forma, foi realizada uma sessão de *Brainstorming* em conjunto com a equipe multifuncional da engenharia industrial e fornecedores terceiros para o entendimento dos possíveis *gaps* existentes no processo. Para isso utilizou-se como ferramenta complementar o diagrama de Ishikawa, que permitiu subdividir as causas em áreas que poderiam gerar potenciais falhas no processo e garantiu também que todos os pontos importantes fossem levantados.

O resultado da reunião de *Brainstorming* pode ser visto na Figura 16 e 17 a seguir:

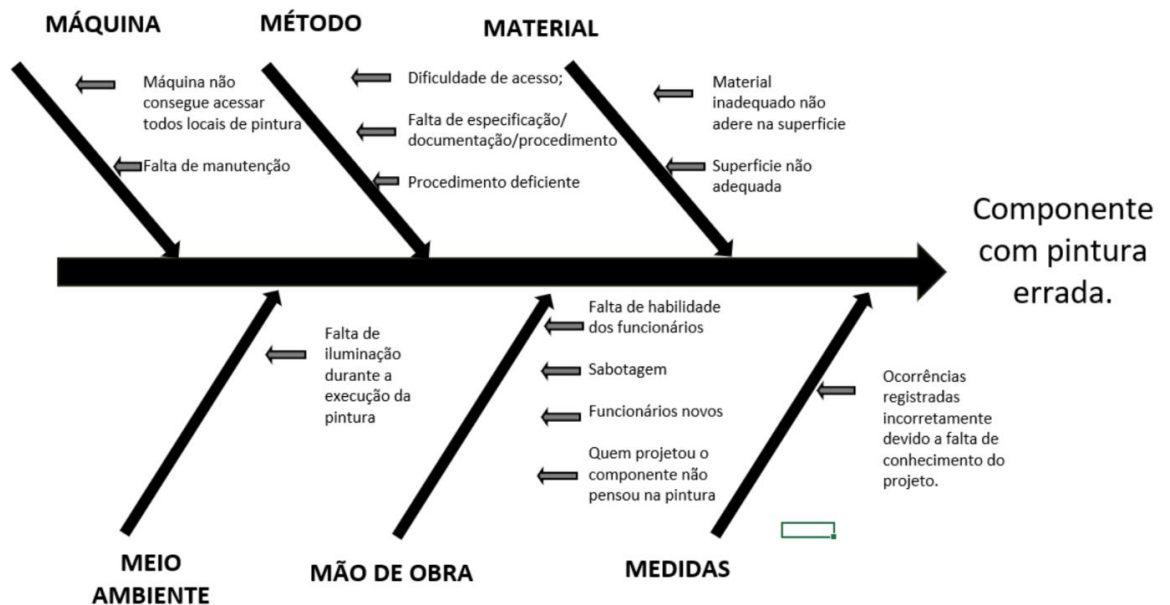


Figura 16: Diagrama de causa e efeito – Componentes com pintura incorreta.

(Arquivo pessoal)

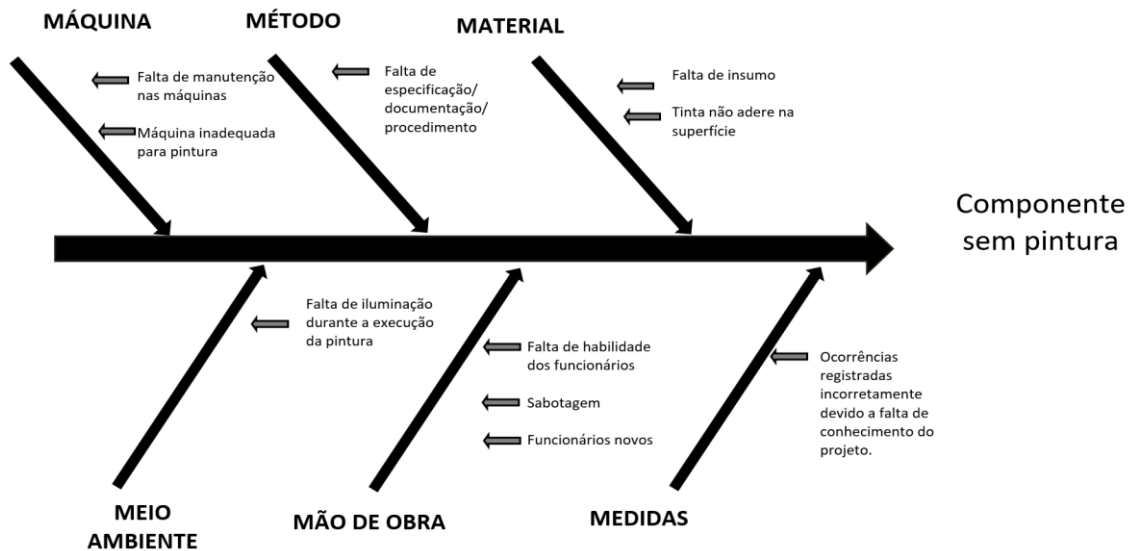


Figure 17: Análise dos “5 Por quês” – Componentes com pintura errada.
(Arquivo pessoal)

A partir dos diagramas de causa e efeito para os dois principais modos de falha foi possível levantar quais as principais áreas poderiam apresentar falhas no processo. O passo seguinte tomado foi a utilização da ferramenta dos “5 Porquês” para fazer um comparativo com as potenciais falhas encontradas no diagrama de Ishikawa, como pode ser observada na Figura 8 e 9. Este método, combinado com o diagrama de causa e efeito permitiu identificar as falhas no fluxo do processo e descobrir a causa raiz para os desvios detectados no início do trabalho.

Utilizando a ferramenta dos cinco porquês de forma investigativa para o desvio relacionado a série “componente com pintura incorreta”, concluiu-se que a causa raiz é proveniente da falta de um procedimento que estabeleça uma rotina de revisão para os novos projetos, o que permitiu que um documento desatualizado fosse enviado para o fornecedor, não sendo corrigido.

Para a análise dos “5 Porquês” dos componentes que foram identificados sem pintura, conclui-se que a causa raiz desta falha provém de erro humano devido ao não cumprimento do

procedimento estabelecido para a inspeção, bem como o seu recebimento e encaminhamento adequado, como observado nas figura 18 e 19.

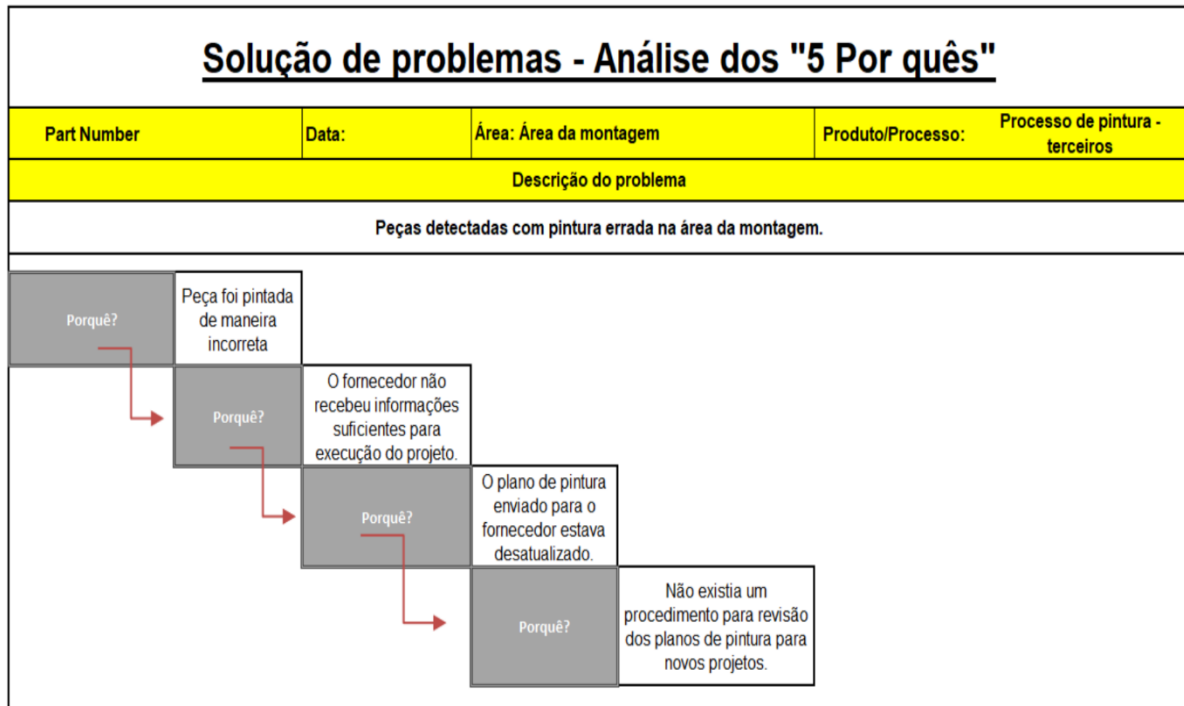


Figure 18: Análise dos “5 Por quês” – Componentes com pintura errada.
(Arquivo pessoal)

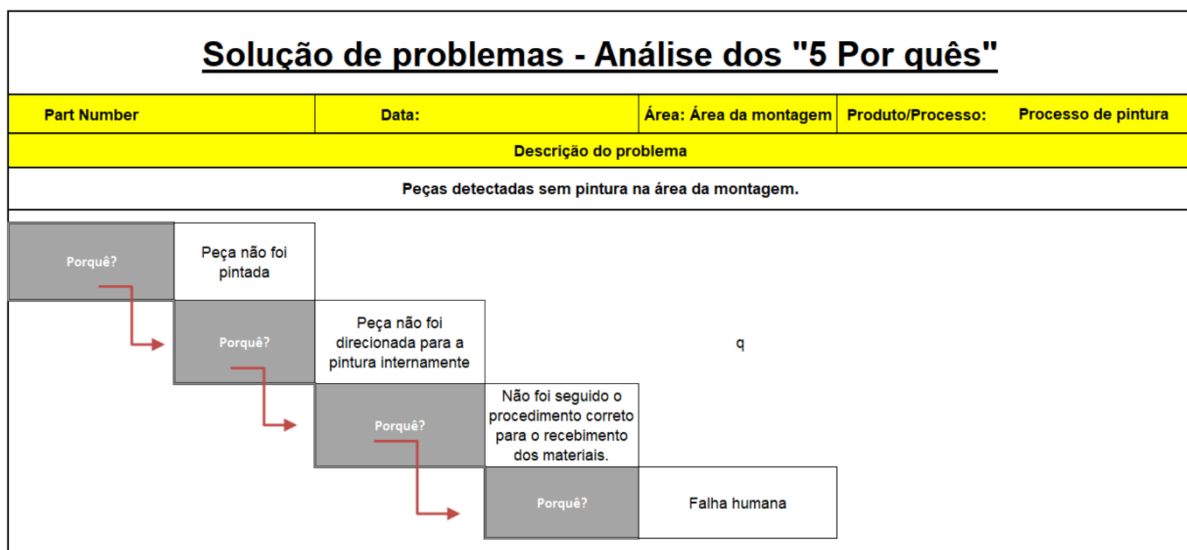


Figure 19: Análise dos “5 Por quês” – Componentes sem pintura.
(Arquivo pessoal)

Nota-se que ambas as causas raízes obtidas através da análise dos “5 por quês” foram falhas potenciais levantadas previamente no diagrama de causa e efeito, mostrando a efetividade de ambos os métodos. Esses métodos combinados tornaram possível conhecer

todas as principais possíveis falhas no fluxo do processo e conseguir descobrir de fato a causa raiz para os desvios detectados no início do trabalho.

3.3.4. Action (Agir)

Identificadas as causas raízes dos desvios abordados neste projeto, a equipe continuou o trabalho. A etapa seguinte consistiu em elaborar um plano de ações para que o processo pudesse ser controlado e para que nos próximos projetos, falhas semelhantes não voltem a ocorrer. Para tanto, empregou-se a ferramenta 5W2H que auxiliou na estruturação das ações, listando responsáveis, motivos e como seria a abordagem para a execução.

A Figura 20 mostra o plano de ações desenvolvido para os desvios relacionados com componentes com pintura incorreta. Estabeleceu-se assim ações corretivas e preventivas a serem aplicadas. Como ação corretiva houve a revisão imediata do plano de pintura para os projetos que estavam em execução, e como forma preventiva houve a criação de um procedimento de revisão do plano de pintura para os novos projetos cujo escopo atual do plano de pintura seja diferente do utilizado.

		CAUSA 1	
		Não existência de um procedimento de revisão do plano de pintura para os novos projetos.	
5W2H - Plano de Ação para Problemas de Pintura	What	Revisão do Plano de pintura para os projetos que estão em andamento.	Criação de um procedimento de revisão do plano de pintura para os projetos novos.
	When	24-10-2017	24-10-2017
	Where	Site 1	Site 1
	Why	Pintura incorreta devido a falta de informações no plano de pintura atual.	Para os novos projetos que entrarão em carteira deve existir uma nova revisão do plano de pintura
	Who	Engenharia Industrial	Engenharia Industrial

	How	Utilizar o plano de pintura antigo e o escopo dos projetos que estão em execução para a elaboração de um novo plano de pintura revisado e datado.	Elaboração de um procedimento de revisão de documentos referente ao plano de pintura para novos projetos.
	How Much	Não disponível	Não disponível

Figura 20: Causa 1 - Estruturação da causa raiz 5w2h.

(Arquivo pessoal)

Na tabela 21, está apresentado o plano de ação para o problema de componentes sem pintura. Este foi derivado do não cumprimento do procedimento padrão de recebimento de materiais e como ação corretivas houve a imediata reinspeção em todos os servos-motores já estocados no almoxarifado. Dessa forma, certificou-se que nenhum componente que necessita pintura tenha sido encaminhado para o almoxarifado incorretamente. De forma a evitar que problemas similares ocorram, houve a reciclagem de treinamentos dos funcionários que trabalham no recebimento para reforçar a importância de seguir o procedimento e garantir que todas as peças recebidas sejam encaminhadas corretamente ao seu destino.

CAUSA 2				
Não foi seguido o procedimento de recebimento de materiais corretamente.				
5W2H - Plano de Ação para Problemas de Pintura	What	Treinamento do protocolo de recebimento de materiais para os funcionários responsáveis.	Inspeção de todos os servos os motores que estão em estoque.	Utilização do conceito <i>Poka Yoke</i> para não permitir que as peças recebidas prossigam no fluxo caso não seja seguido o protocolo.
	When	30-11-2017	30-11-2017	30-11-2017
	Where	Site 1	Site 1	Site 1

	Why	Os funcionários precisam conhecer e utilizar o procedimento de recebimento de materiais para evitar que materiais que precisam de pintura sejam direcionados corretamente.	Através desta ação corretiva podemos assegurar que nenhum servomotor chegue na área de montagem sem pintura nos projetos que já estão sendo executados.	Deste modo, para dar continuidade no fluxo normal de recebimento de materiais o colaborador é obrigado a abrir o roteiro de inspeção de cada peça.
	Who	Qualidade	Qualidade	TI
	How	Alinhar com time de inspeção, a importância de se seguir o procedimento.	Alinhar com time de inspeção, a importância de se seguir o procedimento.	Criar um sistema de barreira no software que é utilizado para dar baixa nas peças
	How Much	Não disponível	Não disponível	Não disponível

Figura 21: Estruturação da causa raiz baseado no 5W2H.

(Arquivo pessoal)

Todo o plano de ação passou por validação e aprimoramento de toda a equipe envolvida no projeto antes da finalização do projeto. Houve oportunidade ainda de medir a efetividade dos planos de ações desenvolvidos durante a execução dos projetos seguintes.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 22 apresenta os dados comparativos em relação a quantidades de ocorrências registradas quando houve o aumento no número de ocorrências (no primeiro semestre) e no segundo semestre de 2017 após concluídas todas as ações para combater parte dos responsáveis por esse aumento no número de desvios.

O número de ocorrências na área da montagem (anteriormente quantificado em 34 ocorrências) foi reduzido a 18 ocorrências, o que representa uma redução de 47%.

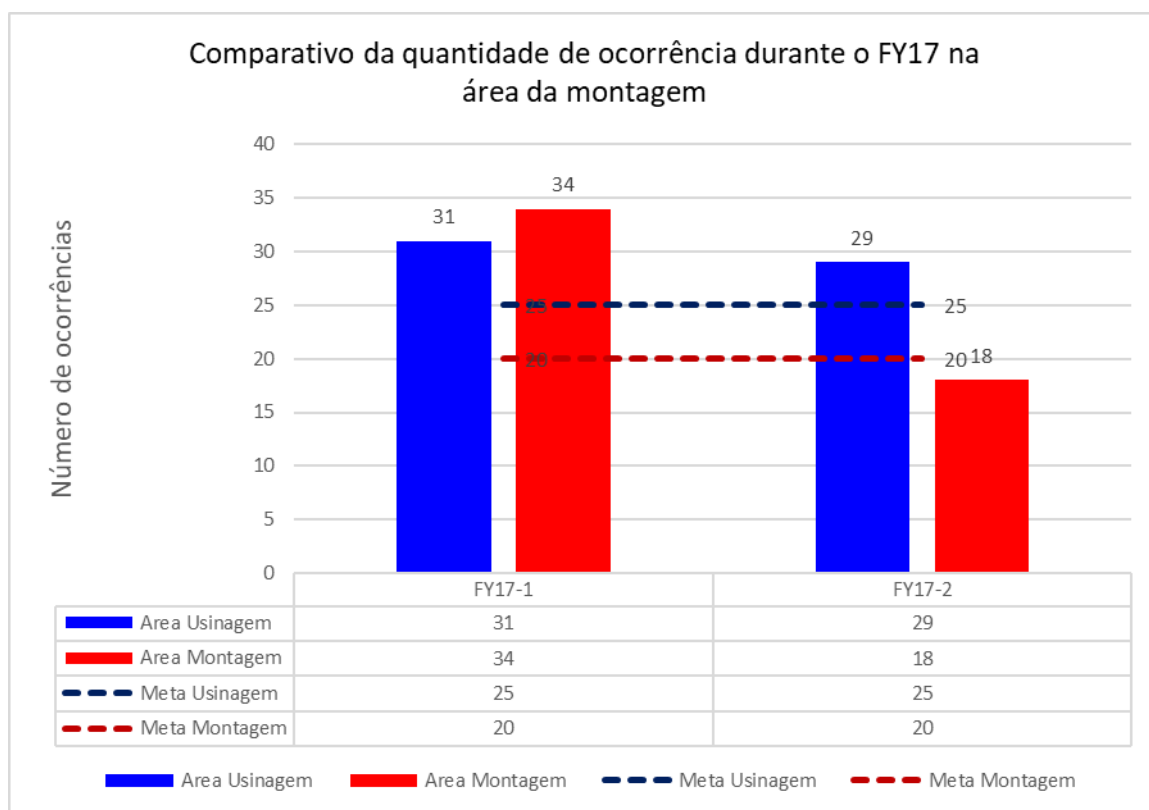


Figura 22 – Comparativo das ocorrências no FY17 na área da montagem.

(Arquivo pessoal)

Os dados mostrados na figura 23, o gráfico de Pareto mostra a representatividade atual de cada área para o total de ocorrências. No semestre anterior, a área da qualidade era responsável por 35,3% de todas as ocorrências na área da montagem. No semestre seguinte, após concluídos os planos de ações, esse número foi reduzido à 14,29% de todas as ocorrências registrada na área da montagem. Essa redução representa a efetividade das ações corretivas e preventivas que foram implementadas.

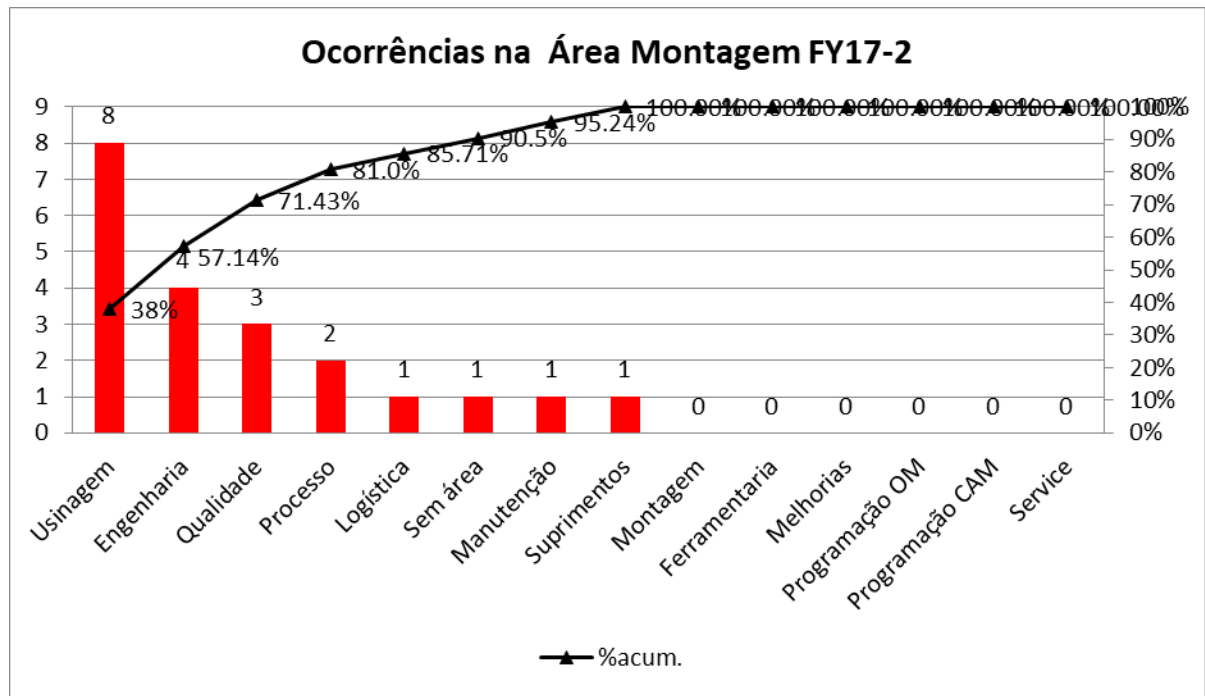


Figura 23 – Ocorrências na Área da Montagem após concluído plano de ação.
(Arquivo pessoal)

Após coletados os dados detalhados da figura 24 da área de qualidade, apresentada abaixo, pode-se observar que as ocorrências registradas como sendo responsabilidade do departamento de qualidade, na verdade não tiveram correlação nenhuma com problemas de pintura encontrados na área da montagem e, portanto, não puderam ser controlados através do plano de ação.

Área responsável	Categoria	Ocorrência	Cliente	Componente	Tipo de Turbina	Área ocorrida
Qualidade	Erro de fornecedor	Porca de dois furos com rosca danificada devido a furação incorreta	F	Porca da carcaça	M	Montagem
Qualidade	Erro de fornecedor	Corpo do mancal com poros	G	Mancal	P	Montagem
Qualidade	Erro de fornecedor	Prisoneiros da junção com dimensões diferentes da especificada	G	Prisoneiros da carcaça	P	Montagem

Figura 24 – Dados estratificados FY17-2 área da montagem.
(Arquivo pessoal)

8. CONCLUSÃO

Após realização de todas as etapas do ciclo PDSA e utilizando ferramentas da qualidade complementares como: 5 porquês e Diagrama de causa e efeito, foi possível identificar as potenciais causas raízes para problemas recorrentes encontrados na indústria.

Adicionalmente, a utilização do 5W2H ajudou a estruturar de forma objetiva e clara o desenvolvimento de planos de ações, atingindo diretamente as causas raízes e reduzindo, conseqüentemente, os gastos com retrabalho provenientes de falhas no processo. Desta forma, foi possível atingir o objetivo principal proposto no projeto.

Além dos bons resultados obtidos para a área da montagem, todos os colaboradores envolvidos se beneficiaram, uma vez que houve a oportunidade de conhecer e aplicar as ferramentas da qualidade em um problema real encontrado na indústria e também foi possível reduzir a quantidade de ocorrências para o limite estabelecido. Assim, este trabalho trouxe desenvolvimento técnico e profissional sobre todos os processos envolvidos e as ferramentas utilizadas.

Ao longo da execução desse projeto, observou-se algumas limitações e cuidados que são necessários ao utilizar certas ferramentas da qualidade. Ao utilizar a ferramenta chamada diagrama de Pareto, notou-se uma defasagem uma vez que esta ferramenta correlaciona a frequência de não conformidades ou defeitos decrescentemente, porém esta informação pode não ser diretamente proporcional ao custo de retrabalho gerado, o que faz ser importante utilizar duas ou mais ferramentas que se complementem, como diagrama de Pareto e matriz custo e impacto, por exemplo.

Como forma de manter e garantir a qualidade do projeto, deve-se destacar alguns pontos relevantes que foram cruciais para a efetividade dos planos de ações:

- Reunião diária de áreas;
- Acompanhamento das ações;
- Acompanhamento dos treinamentos;
- Contato direto com fornecedores terceiros.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J. S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças**. 2006. 121 p. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

ARIENTE, M.; CASADEI, M.A.; GIULIANI, A.C; SPERS.E. E; PIZZINATTO, N.K. **Processo de Mudança Organizacional: estudo de caso do Seis Sigma**. In Ver. FAE, v.8, n.1, Curitiba, jan. /jun. 2005.

BEHNAM, B.; ALVELOS, H. **Exploring the Potential of Quality Tools in Tire Retreading Industry: A Case Study**. 2011. Publicado no International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST).

BORROR, C. M. **The certified quality engineer handbook**. 3. nd. New York: ASQ Quality Press, 2008. 319 p. ISBN 9780873897457.

BRASSARD, M. **Qualidade: ferramentas para uma melhoria contínua**. Rio de Janeiro, 1991.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total**. Fundação Christiano Ottoni, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 1994.

CANTIDIO, S. **Solução de problemas com o uso do PDCA e das ferramentas da qualidade**. 2009. Disponível em <sandrocan.wordpress.com/tag/diagram-de-causa-e-efeito/> Acesso em 13 de setembro de 2017.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 2012.

CICCO, F. **Seis sigma – a estratégia de gestão que está revolucionando as empresas**. Disponível em <www.qsp.org.br/seissigma.shtml>. Acesso em 24 de novembro de 2017.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A; **Administração da Produção e Operações – manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas. 2007.

FILHO, M. P. **Gestão da Produção Industrial**. Curitiba: Ibplex, p.119, 2007.

HARRY, M; SCHROEDER, R. **Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations**. Décima Terceira Edição. Doubleday, New York, 2000.

HENDERSON, K; Evans, J. **Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Eletric Company**. Benchmarking and International Journal, vol. 17, no.4.

LeGAULT, T. M. **Achieving perfection**. Canadian Plastics. Nov. 1998. Disponível em <www.umi.com/pqdweb>. Acesso em 22 de novembro de 2017.

MCCAIN, C. **Usando o FMEA no ambiente de serviços**. Revista Banas Qualidade. São Paulo, Brasil, n.176, 2007.

NEVES, J. M. Da-Ross, **Avaliação de um modelo de Gestão da Qualidade segundo os princípios sistêmico, endógeno e distintivo de competitividade: um estudo de caso**. Tese de M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, 2002.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2012.
Paulo: Atlas. 2007.

ROTONDARO, R. **Seis Sigma - Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

SEBRAE – **MANUAL DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE AGOSTO** – 2005.

SHINGO, S. **Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System**. Massachusetts: Productivity Press, 1986.

SBRAGIA, Roberto & PEREIRA, Cristiane O. **Determinantes de Êxito de Empresas Tecnológicas de Base Universitária: um estudo de casos múltiplos no âmbito do CIETEC/USP**. Revista Espacios. Vol. 25, No. 3, 2004. Disponível em:

<<http://www.revistaespacios.com/a04v25n03/04250301.htm>>. Acesso em 20 de fevereiro 2018.

SKYTTNER, L. *General systems theory: Ideas and applications*, River Edge, NJ: World Scientific, 2001.

STICKDORN, M.; SCHNEIDER, J. **Isto é Design Thinking de Serviços: Fundamentos, Ferramentas, Casos**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2010.

TRAD, S.; MAXIMIANO, A. C. A. **Seis Sigma: fatores críticos de sucesso para sua implantação**. Revista de Administração Contemporânea, v. 13, n. 4, art. 7, p. 647-662, 2009.

WAXER, C. **Process capability (Cp, Cpk) and process performance (Pp, Ppk) – what's the difference?** iSixSigma LLC. Disponível em <www.isixsigma.com>. Acesso em 20 de outubro de 2017.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda, 2006.

BARNEY, M. MCCARTY, T. *The new six sigma: a leader's guide to achieve rapid business improvement and sustainable results*. EnglewoodCliffs: Prentice Hall, 2003.