



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
Engenharia de Produção
FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Claudinei Antônio Vilela

**ANÁLISE CRÍTICA DA QUALIDADE EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE
TUBOS**

VOLTA REDONDA

2020

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE CRÍTICA DA QUALIDADE EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE
TUBOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção ao Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA, como requisito obrigatório para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientadora: Professora Mestre Byanca
Porto de Lima

Coorientador:

VOLTA REDONDA

2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: Claudinei Antônio Vilela

ANÁLISE CRÍTICA DA QUALIDADE EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TUBOS

Orientador: Professora Mestre Byanca Porto de Lima

Banca Examinadora

Prof.

Prof.

Prof.

Prof.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, à minha família e aos amigos que compartilharam momentos únicos. Gostaria de agradecer, em especial, à orientadora Prof^a. Mestre Byanca Porto de Lima que foi fundamental para a conclusão deste trabalho e também a todo corpo docente que fez parte da minha formação em Engenharia de Produção no UniFOA pelo apoio, dedicação e contribuição.

RESUMO

Dentro de um contexto geral, a busca por produtos de qualidade com custos reduzidos é hoje uma prática crucial para a sobrevivência das empresas, que, para alcançar estes objetivos, buscam a implementação de métodos e ferramentas de gestão da qualidade em seus processos produtivos. Diante disso, este trabalho apresenta um estudo de caso realizado numa empresa do ramo metalúrgico, instalada no estado do Rio de Janeiro, que trabalha com o corte, usinagem, montagem e solda em tubulações de ferro fundido empregadas no transporte de água. Por meio de uma pesquisa ação, foram aplicadas ferramentas de gestão da qualidade visando melhorias no processo de fabricação, tais como, por exemplo, desenvolvimento de um dispositivo que garanta a circularidade de tubos no processo de usinagem e compra de equipamento para controle de temperatura no processo de aquecimento de flanges. Como resultado, foi elaborado um plano de ação 5W2H visando reduzir o número de reclamações de clientes na fábrica.

Palavras Chave: Tubulações, gestão, qualidade, processo, PDCA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de fluxograma simples	16
Figura 2 - Exemplo de carta de controle	17
Figura 3 - Modelo espinha de peixe	18
Figura 4 - Exemplo de Checklist.....	19
Figura 5 – Exemplo de um histograma.....	20
Figura 6 - Exemplo de diagrama de dispersão.....	21
Figura 7 - Exemplo de gráfico de Pareto.....	22
Figura 8 - Funcionamento da ferramenta de Análise de Causa Raiz.....	23
Figura 9 - Ciclo PDCA	27
Figura 10 - Processo de torneamento	32
Figura 11 - Desenho esquemático das dimensões do flange.....	33
Figura 12 - Fluxograma Tubos com Flange	37
Figura 13 - Esquema para atendimento à reclamações.....	39
Figura 14 - Pareto Reclamações 2019.....	41
Figura 15 - Estratificação de reclamações	42
Figura 16 - Tubo posicionado na bancada após desmontagem.....	44
Figura 17 - Flange PN 25 removido	45
Figura 18 - Instrumentos de medição utilizados	46
Figura 19 - Diâmetro Externo do tubo em milímetro.....	47
Figura 20 - Diâmetro interno do flange em milímetro	47
Figura 21 - Espessura da parede do tubo em milímetro	48
Figura 22 - Marcas de atrito no flange.....	49
Figura 23 - Marcas de atrito no tubo	49
Figura 24 - Região usinada	50
Figura 25 - Região sem usinagem	50
Figura 26 - Diagrama de Ishikawa.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - PDCA e MASP	29
------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplo de 5W2H	25
Quadro 2 - Cronograma Base	34
Quadro 3 - Checklist Tubos com Flange	43
Quadro 4 - Análise Dimensional.....	51
Quadro 5 - Cinco Porquês.....	54
Quadro 6 – Plano de ação 5W2H.....	56

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DE	Diâmetro Externo
DI	Diâmetro Interno
DN	Diâmetro Nominal
JUSE	Japanese Union of Scientists and Engineers
ISO	International Organization for Standardization
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
NBR	Normas Brasileiras
PDCA	Plan - Do - Check – Act (Planejar – Fazer – Checar – Agir)
PN	Pressão Nominal
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
5W2H	What; Why; Where; When; Who; How; How much

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Objetivos	13
1.1.1	Objetivo Geral.....	13
1.1.1	Objetivos Específicos	13
1.2	Justificativa.....	13
2	REVISÃO.....	14
2.1	Qualidade.....	14
2.1.1	Não Conformidade.....	14
2.1.2	Garantia de Qualidade.....	14
2.1.3	Controle de Qualidade.....	15
2.1.4	Gestão da Qualidade.....	15
2.2	Ferramentas da Qualidade.....	15
2.2.1	Fluxograma.....	16
2.2.2	Cartas de controle	16
2.2.3	Diagrama de Ishikawa	17
2.2.4	Folha de verificação.....	18
2.2.5	Histograma	19
2.2.6	Diagrama de dispersão.....	21
2.2.7	Diagrama de Pareto.....	22
2.2.8	Cinco Porquês	23
2.2.9	5W2H.....	24
2.3	PDCA	26
2.4	MASP	27
2.5	Normas ISO	30
2.6	Processo Produtivo	30

2.6.1	Processo de fabricação de tubos de ferro fundido.....	31
2.6.2	Processo de Usinagem.....	31
2.6.3	NBR 7560	32
3	Metodologia	33
3.1	Etapa 1 – Identificação do Problema.....	34
3.2	Etapa 2 – Observação.....	35
3.3	Etapa 3 – Análise	35
3.4	Etapa 4 – Plano de Ação.....	35
4	ESTUDO DE CASO.....	36
4.1	Empresa Pesquisada	36
4.2	Gestão da qualidade na empresa	38
4.2.1	Atendimento as reclamações de cliente	39
4.3	Aplicação da etapa P do ciclo PDCA	41
4.3.1	Identificação do Problema	41
4.3.2	Observação	43
4.3.3	Análise.....	51
4.3.4	Plano de ação.....	55
5	CONCLUSÕES.....	57
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1 INTRODUÇÃO

Devido à forte e elevada concorrência dos setores industriais, aliado ao aumento de criticidade e exigência dos clientes, é de extrema importância desenvolver cada vez mais a qualidade e efetividade dos processos a fim de alinhar custos cada vez mais baixos à elevada qualidade de produto. Estas circunstâncias fizeram com que os gestores das empresas passassem a objetivar cada vez mais a otimização de processos de todas as divisões das organizações. (XAVIER, 2011)

A constante melhoria é, hodiernamente um dos pontos fundamentais dos métodos de gestão da qualidade em organizações. A revolução da Qualidade acontecida no Japão teve como um dos pilares estratégicos o aprimoramento da qualidade em uma cadência contínua e revolucionária. A retificação das diretrizes da ISO 9000 reforçou a importância da contínua evolução nos processos das empresas, exigindo evidências que comprovem que a companhia realmente obteve evolução no seu sistema. (OLIVEIRA, 2015)

Atualmente, vários clientes priorizam empresas que possuem certificação em sistemas de gestão da qualidade, como, por exemplo, na ISO 9001. Ser certificado neste sistema é uma importante etapa na garantia da qualidade, visto que assegura a conformidade de uma organização com um documento de referência, que determina parâmetros que devem ser verificados e controlados. Vale pontuar que, para colaborar com a eficácia desse tipo de sistema, podem ser aproveitadas algumas ferramentas já conhecidas como: o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), Metodologia PDCA, Diagrama de Causa e Efeito, entre outros. (SOUZA; JUNIOR, 2012)

Revela-se, então, a importância de uma análise mais detalhada sobre as particularidades da melhoria contínua, como ela está incorporada ao sistema de gestão da qualidade de uma companhia e como efetua-la, por meio da metodologia PDCA, que será aplicada no processo produtivo de uma grande fábrica de tubos, estudada neste trabalho.

Este método objetiva controlar e obter resultados eficazes e confiáveis nas atividades de uma empresa, sendo um eficiente modo de apresentar uma melhoria no processo. (ALMEIDA, 2018)

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo de caso em uma grande fábrica de tubos, apontando soluções visando reduzir o número de reclamações de clientes, por meio da aplicação do ciclo PDCA como método gerencial para análise e solução de problemas e fazendo uso das ferramentas da qualidade.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Investigar o nível de reclamação de clientes da empresa estudada;
- Empregar as ferramentas da qualidade para análise e solução do problema crítico;
- Realizar propostas de melhoria para o processo mais crítico da empresa.

1.2 Justificativa

A qualidade dos produtos ofertados e o contentamento dos clientes são fatores muitíssimo importantes e decisivos para as empresas. Por isso, as não conformidades que comprometem e afetam a qualidade dos serviços requerem um tratamento diferenciado.

Atualmente, são várias as empresas que não são bem-sucedidas ou perdem em efetividade e produtividade, diminuindo cada vez mais sua competitividade no mercado por falharem na análise de seus problemas.

O desenvolvimento deste estudo justifica-se pela grande necessidade e importância da padronização, controle e mapeamento de processos em uma grande fábrica de tubos para alcance de melhores resultados e acompanhamento

das condições e circunstâncias que podem acometer a qualidade dos tubos fabricados.

2 REVISÃO

2.1 Qualidade

A concepção de qualidade foi introduzida no Japão, logo depois da segunda guerra mundial, pelo estatístico W. E. Deming a convite da empresa JUSE. A partir daí esses conceitos se espalharam pelo mundo, agregando valor nos produtos e serviços prestados por incontáveis empresas. (BARBOSA, 201-)

O conceito transmitido pela ISO, prega que qualidade é estar conforme os requisitos estabelecidos por normas e cliente. (BARBOSA, 201-)

2.1.1 Não Conformidade

Não conformidade é o não cumprimento de um requisito que foi previamente estabelecido ou acordado. (ALONÇO, 201-)

Na maior parte dos casos, as não conformidades estão ligadas a processos que geraram efeitos insatisfatórios, culminando em produtos não conformes (fora de um padrão já especificado). É válido promover uma cultura onde todos os funcionários tenham liberdade para apontar possíveis não conformidades. (ALONÇO, 201-)

2.1.2 Garantia de Qualidade

É o modo de garantir que os padrões definidos pela qualidade estão sendo cumpridos, seja através de auditorias, testes ou inspeções. São vários os produtos que só são comercializados caso atendam a diversos requisitos de qualidade, estando isentos de não conformidades. (RAMOS, 2020)

Esses padrões podem ser especificados pela empresa, pelo governo, normas ou pelo próprio cliente no ato da compra. Sendo assim, é importante garantir a qualidade pois esta é utilizada para confrontar as condições reais com os padrões especificados, reportando esses resultados à coordenação e gerência. (RAMOS, 2020)

2.1.3 Controle de Qualidade

O termo controle de qualidade baseia-se no controle e inspeção final de um fabrico, com o intuito de avaliar a sua consistência e qualidade, ou seja, averiguar se todos os processos produtivos, materiais e acessórios que compõem o produto atendem aos requisitos pré-estabelecidos. (RAMOS, 2020)

2.1.4 Gestão da Qualidade

A gestão da qualidade consiste na padronização e na estruturação de todos os métodos e pessoas da empresa com a finalidade de garantir produtos e serviços conforme as exigências do mercado, além de atender às exigências éticas e legais que regem cada divisão empresarial. (TURCATO, 2019)

Para isso, é preciso garantir profissionais capacitados e protocolar todos os padrões cabíveis aos processos e produtos da empresa.

2.2 Ferramentas da Qualidade

Segundo Gonçalves (2019), são fartas as ferramentas da qualidade que possibilitam ser aplicadas objetivando evoluir processos de fabricação e serviços, para se fazer assim, uma correta gestão da qualidade. Todavia, com o passar do tempo, algumas obtiveram mais destaques que outras, devido aos ótimos resultados alcançados, são elas:

- Fluxograma;
- Cartas de controle;

- Diagrama de Ishikawa;
- Folha de verificação;
- Histograma;
- Diagrama de dispersão;
- Diagrama de Pareto;
- Cinco Porquês;
- 5W2H.

2.2.1 Fluxograma

Consiste em um diagrama em que é demonstrado um processo específico, ou fluxo de serviço, demonstrando as etapas passo a passo. Por meio de figuras geométricas é possível compreender como ocorrem as interligações de cada etapa. (GONÇALVES, 2019)

A figura 1 a seguir representa uma demonstração básica de um fluxograma de bloco, o qual é bastante viável para processos simples.

Figura 1 - Exemplo de fluxograma simples



Fonte: O autor, 2020

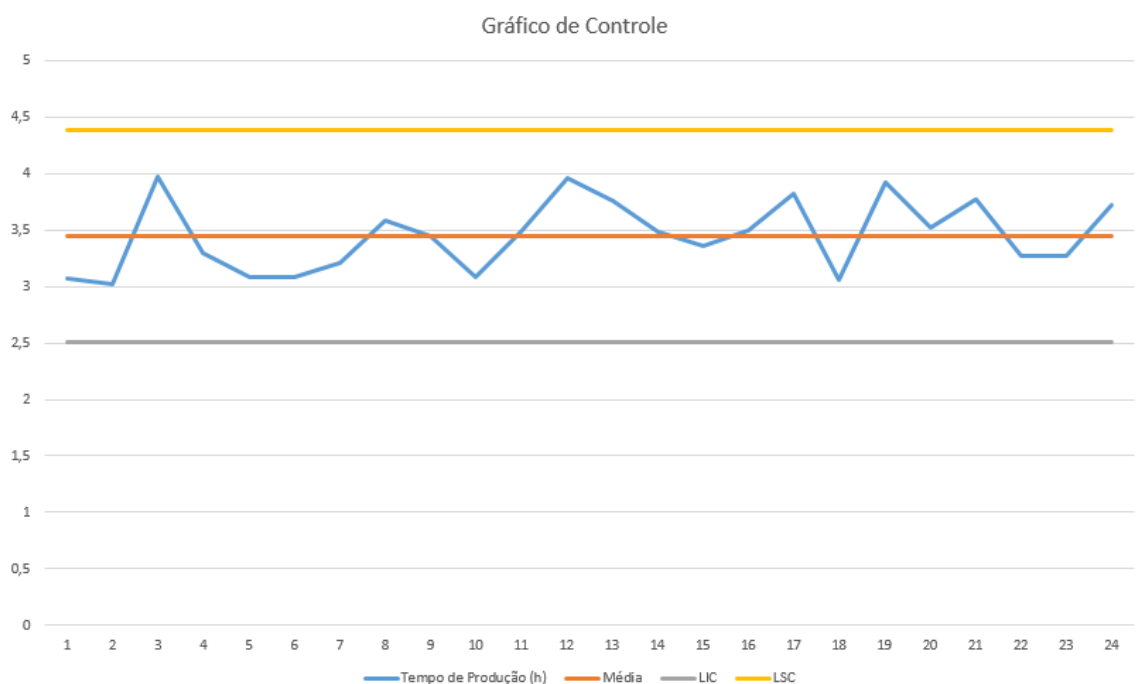
2.2.2 Cartas de controle

Segundo Gonçalves (2019), esta ferramenta consiste em um conjunto de pontos em uma linha do tempo. Estes pontos (amostras) são interpretados em função das linhas em sentido horizontal, chamadas de limite superior de controle e limite inferior de controle. Também possuem uma linha central que serve para indicar a oscilação durante um período de tempo.

Cartas de controle também podem ser chamadas de gráficos de controle, sendo uma ferramenta muito interessante e eficiente na identificação de desvios no processo. (GONÇALVES, 2019)

A partir deste gráfico pode-se tomar uma iniciativa a fim de solucionar possíveis desvios na produção.

Figura 2 - Exemplo de carta de controle



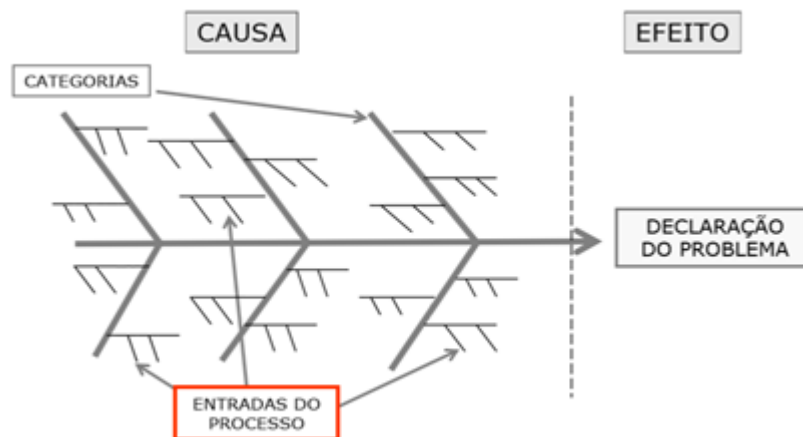
Fonte: GONÇALVES, 2019

2.2.3 Diagrama de Ishikawa

Este diagrama é muito conhecido como espinha de peixe (devido a sua configuração, semelhante a espinha de um peixe) ou então diagrama de causa e efeito, sendo uma excelente saída para se analisar as origens de alguma complicação, considerando todas as variáveis cabíveis. Então se pode propor algumas ações com intuito de solucionar o problema. (LEÃO, 2020)

Para montagem do Diagrama de Ishikawa é comum, dentro de empresas, se realizar reuniões de brainstorming, levantando o maior número de hipóteses possíveis. (GONÇALVES, 2019)

Figura 3 - Modelo espinha de peixe



Fonte: GONÇALVES, 2019

2.2.4 Folha de verificação

A folha de verificação pode ser considerada o recurso mais básico dentre as demais ferramentas da qualidade. Apesar disso, a utilização desta ferramenta possibilita grande economia de tempo sem comprometer a análise de dados. (GONÇALVES, 2019)

Basicamente a folha de verificação é constituída por uma planilha estruturada com uma série de itens pré-estabelecidos a fim de garantir a condição de algum equipamento, processo ou produto. Esta folha é comumente conhecida como “Checklist” e é bem viável na prevenção de erros. (ALONÇO, 201-)

Vale lembrar que, além de poder ser usada para identificar dados momentaneamente nos processos e produtos, esta ferramenta também pode auxiliar na identificação de alguma não conformidade existente e que passou despercebida. (ALONÇO, 201-)

Figura 4 - Exemplo de Checklist

SEU LOGO		CHECK - LIST DE EMPILHADEIRA	
INSPEÇÃO	OK	NÃO OK	OBSERVAÇÕES
CICLO DE CARGA DE BATERIA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ESTADO DOS CABOS E TERMINAIS DA BATERIA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ESTADO GERAL MÁQUINA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PNEUS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
TORRE	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
GARFOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CORRENTES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
MANGUEIRAS HIDRÁULICAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ESTADO GERAL DOS BATENTES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ROLETES DA TORRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DIREÇÃO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
FREIO DE SERVIÇO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
FREIO DE ESTACIONAMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
FREIO DE EMERGÊNCIA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ELEVAÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
COMANDOS DE TORRE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
FIXAÇÃO DA BATERIA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
HORIMETRO INICIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
HORIMETRO FINAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fonte: MACIEL, 2020

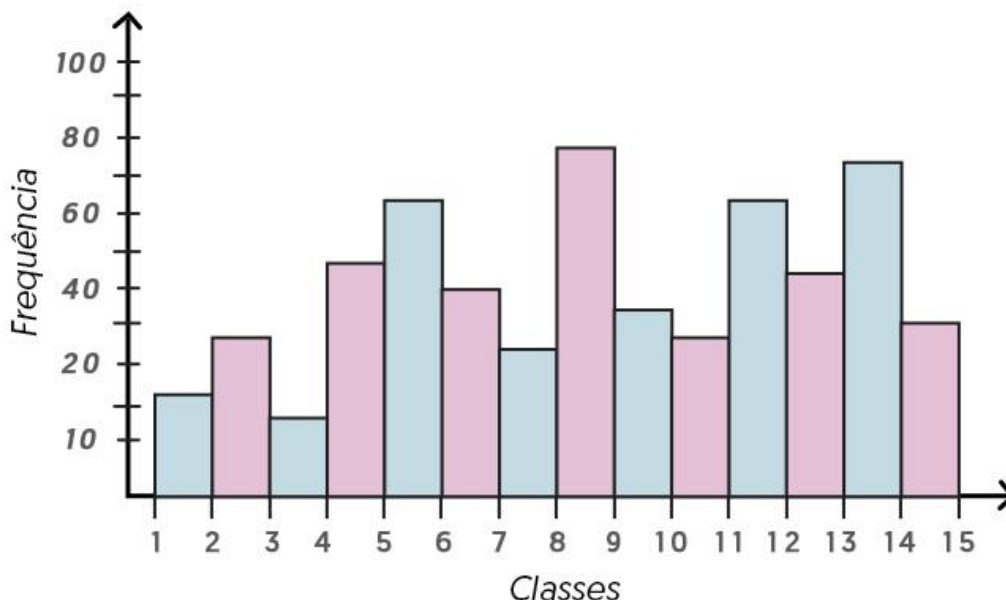
2.2.5 Histograma

Um histograma é geralmente usado pela qualidade para se construir um gráfico que demonstra a distribuição de amostras por todo o espectro. Essas amostras são informações colhidas no processo que se está analisando. A cada nova quantia de amostras coletadas, será acrescentado em sua “classe” (faixa de escala). O total de amostras de uma mesma classe coletadas será então representando por meio de uma barra. (ALONÇO, 201-)

A partir do histograma é pode-se mensurar grandezas físicas (peso, comprimento, pressão, temperatura, volume etc) e ocorrências em geral (número

de ligações por dia, número de leads, número de reclamações, nível de satisfação etc). (COUTINHO, 2017)

Figura 5 – Exemplo de um histograma



Fonte: OLIVEIRA, 2019

A seguir são descritos os fatores que podem ser interpretados por meio do histograma: (COUTINHO, 2017)

- Amplitude – Qual o ponto máximo e mínimo?
- Mediana – Qual é a centralidade da distribuição, onde se localizam a maioria das observações?
- Dispersão – Qual é a variação de classes do espectro? O processo é simétrico?

É importante salientar que o histograma é uma ferramenta que não considera o tempo, afinal é uma medida estatística. Por exemplo, não é possível saber se todos os bons resultados ocorreram em um mesmo período ou se existe uma dispersão. (COUTINHO, 2017)

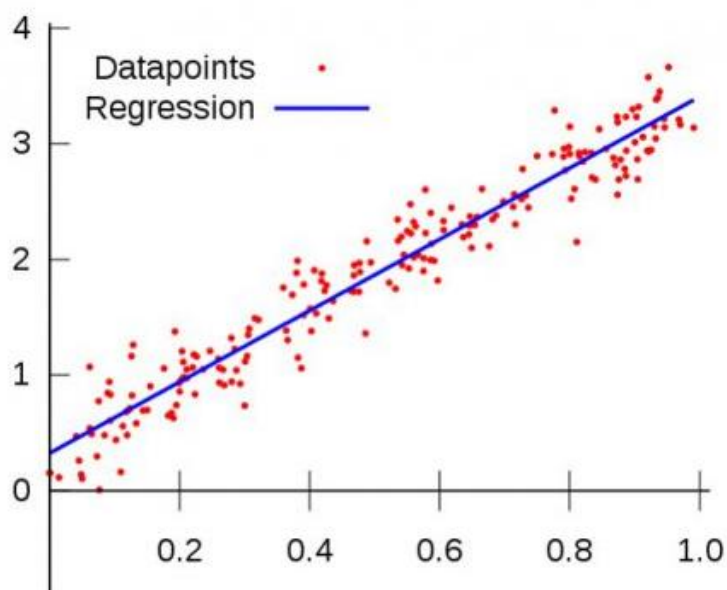
2.2.6 Diagrama de dispersão

Este recurso que também pode ser intitulado de Gráfico XY ou então Gráfico de correlação, demonstra a relação de duas variáveis de forma gráfica (pares ordenados). Esta relação possui uma variável Y que é considerada dependente (efeito) e se relaciona com a variável independente X (causa). (COUTINHO, 2019)

Ainda segundo Coutinho (2019), a correlação gráfica das duas variáveis pode ser:

- Positiva: Uma linha crescente é criada a partir dos pontos;
- Negativa: Uma linha decrescente é criada a partir dos pontos;
- Nula: Quando existe uma dispersão entre os pontos formados.

Figura 6 - Exemplo de diagrama de dispersão



Fonte: COUTINHO, 2019

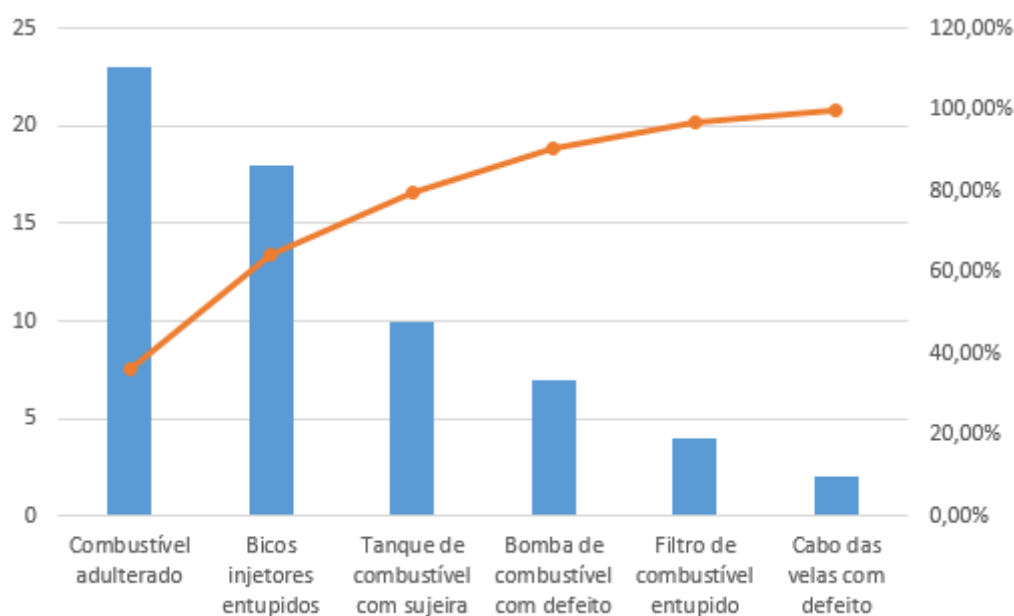
2.2.7 Diagrama de Pareto

O princípio de Pareto é frequentemente utilizado no reconhecimento de pontos de evolução e para definir quais os planos de ações que serão abordados primeiro, estabelecendo as prioridades. Do mesmo modo este diagrama também é frequentemente utilizado na tratativa de não conformidades. (PETENATE, 2019)

Sua representação gráfica se dá por meio de barras em que, por meio da frequência de ocorrências (crescente ou decrescente) se identifica muitos problemas graves diante de outros menores. O gráfico pode possuir três eixos, que são: a quantidade de ocorrências, a descrição dos problemas e o percentual acumulado das causas. (GONÇALVES, 2018)

Destaca-se que o intuito do método não é demonstrar as causas das falhas de produtividade, pois geralmente ao montar o gráfico, as causas já são conhecidas. Logo, é empregado ao quantificá-las para assim ser possível realizar sua classificação no gráfico.

Figura 7 - Exemplo de gráfico de Pareto



Fonte: GONÇALVES, 2018

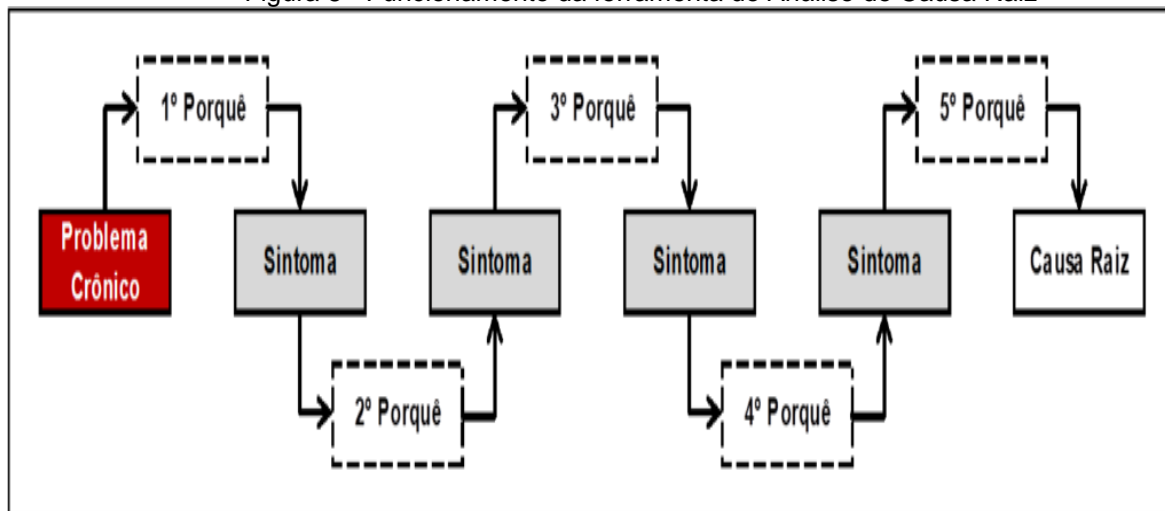
2.2.8 Cinco Porquês

A análise de Causa-Raiz ou também conhecida como “cinco porquês” é uma ferramenta que pode ser usada como complemento ao diagrama de Ishikawa. Esta ferramenta auxilia na investigação e descobrimento da causa raiz do problema a partir de uma hipótese inicial. A partir daí será levantado uma série de “porquês”, em geral até cinco vezes, chegando-se na causa fundamental. Logo a cada resposta deve-se perguntar novamente: “por que?”. (MOURA, 2017)

Segundo Osika (2017), as vantagens de sua utilização são:

- Baixo custo de implementação;
- Utilização simples;
- Apresenta com clareza a relação entre causa básica e causa imediata;
- Qualquer nível funcional pode ser envolvido na elaboração desta análise.

Figura 8 - Funcionamento da ferramenta de Análise de Causa Raiz



Fonte: MOURA, 2017

2.2.9 5W2H

Segundo Doyle (2017), o 5W2H é um recurso que possui sete diretrizes, utilizando várias perguntas em inglês. Este método auxilia profissionais a planejarem estratégias ou projetos com muito mais clareza.

Quanto a letra W, as perguntas são: (PAULA, 2015)

- What (O que irá ser feito)?
- Why (Por quê)?
- Where (Onde será feito)?
- Who (Quem fará)?
- When (Quando)?

Quanto a letra H, as perguntas são: (PAULA, 2015)

- How (Como fazer)?
- How Much (Quanto custará)?

Esta é uma técnica muito objetiva e por isso pode ser usada em vários tipos de negócios, não sendo primordial possuir uma equipe técnica com mão de obra especializada. Este método auxilia profissionais a planejarem estratégias ou projetos com muito mais clareza. (DOYLE, 2017)

Quadro 1 - Exemplo de 5W2H

O que?	Quem?	Por quê?	Como?	Onde?	Quando?	Quanto?
Realizar levantamento de campo	Operador	Identificar possíveis causas	Inspeção visual e acompanhamento da operação	Transportador de correia	Mar/16	Sem custo
Levantar materiais para construção da ferramenta	Operador	Fazer orçamento para compra	Através da análise computacional por elementos finitos	Embarque	Mar/16	R\$120,00
Montar ferramenta para fazer drenagem	Inspetor	Para eliminar água existente na correia	Reunindo com equipe para montar ferramenta	Transportador de Correia	Abr/16	Sem custo
Acompanhar planejamento e implantação da ferramenta	Técnico de Processo	Garantir correta montagem e funcionamento	Realizando etapas de construção conforme planejado	Transportador de Correia	Abr/16	Sem custo
Testar ferramenta in loco	Técnico de Processo	Avaliar a eficácia e eficiência da ferramenta	Medindo a drenagem	Transportador de Correia	Mai/16	Sem custo

Fonte: SILVA; AGOSTINO; SOUSA; FROTA; & OLIVEIRA, 2017

2.3 PDCA

Este recurso foi desenvolvido pelo físico americano Walter Shewart na década de 20, tendo sido popularizado apenas na década de 50 em todo resto do mundo por William Deming, também americano e que ficou conhecido por ajudar os EUA a melhorar seus processos produtivos durante a segunda guerra mundial. Logo, este ciclo também pode ser chamado de Ciclo de Shewart ou então de Ciclo Deming. (RAMOS, 2019)

Segundo Periard (2011), esta ferramenta tem como intuito melhorar continuamente um determinado processo através de 4 etapas que fecham um ciclo, são elas:

- **Plan (Planejar):** Esta etapa consiste em selecionar qual fase do processo ou atividade precisa de alguma melhoria, necessitando de uma estratégia para solucionar o problema. Ferramentas como o plano de ação 5W2H, reuniões de brainstorming, diagrama de Ishikawa, dentre outras, podem ser utilizadas para auxiliar nesta etapa. Destaca-se que um bom planejamento pode economizar tempo nas fases seguintes do ciclo;
- **Do (Fazer):** Logo após serem definidas as metas e objetivos, o plano de ação terá de ser colocado em prática nesta fase, tendo que ser acompanhado todo o seu progresso. Caso haja alguma impossibilidade de executar o plano será preciso retornar a fase anterior (plan) e verificar os motivos;
- **Check (Checar):** Nesta etapa será realizada a análise dos resultados e dados que foram obtidos. O foco desta fase é verificar se existe alguma falha na execução do plano;
- **Act (Agir):** Na última etapa aparecem as ações corretivas de acordo com o que foi observado na última etapa (check), é o momento de agir corretivamente. Se todas as metas forem atingidas com sucesso, o plano

que foi usado será então adotado como padrão e será reiniciado o ciclo, visando a contínua evolução do processo.

Figura 9 - Ciclo PDCA



Fonte: PERIARD, 2011

2.4 MASP

Segundo Bastiani (2013), esta sigla quer dizer Método de Análise e Solução de Problemas e é um método usado na tratativa de não conformidades e na solução de problemas complexos seja em produtos, serviços ou então processos.

Ainda segundo Bastiani (2013), a aplicação deste método pode ser dividida em oito partes:

- 1- Identificação do problema:** Esta é uma etapa considerada simples, porém requer muita atenção. Ao detectar o problema deve-se especificá-lo corretamente, trazendo a maior quantidade de detalhes que for possível. Para fazer a detecção do problema é válido fazer uso de indicadores ou histórico de acontecimentos.
- 2- Observação:** Nesta etapa é realizada coleta de informações em campo que podem auxiliar na resolução do problema. É válido fazer uso do diagrama de Pareto, folha de verificação ou outras ferramentas da qualidade. Também é importante destacar que nesta etapa não é onde será buscada a causa raiz do problema.
- 3- Análise:** Nesta fase é feita a análise de todas as informações obtidas da etapa de observação. Este é o momento de descobrir as possibilidades de causa do problema. É válido fazer uso do diagrama de causa e efeito e reuniões de brainstorming, além de utilizar dados estatísticos e relatórios com intuito de facilitar o estudo do problema.
- 4- Plano de ação:** Após finalizar a análise e com a causa raiz ou causas fundamentais em mãos é o momento de definir um plano de ação para atacar o problema. A melhor maneira de fazer isso é através do 5W2H.
- 5- Ação:** Esta é a etapa de agir, executando o plano de ação construído.
- 6- Verificação:** Nesta etapa é verificado se tudo está ocorrendo conforme esperado, como prazos, custos, resultados etc.
- 7- Padronização:** Caso os resultados obtidos tenham sido satisfatórios, estes devem se tornar padrões nos processos a fim de manter sua qualidade.

8- Conclusão: Basicamente nesta etapa será revisto todo o processo realizado para a solução do problema, arquivando as informações e documentos utilizados no decorrer das etapas anteriores.

O MASP e o PDCA se relacionam bem e podem ser usados em conjuntos, trazendo muitos benefícios. (SOUZA, 2019)

Tabela 1 - PDCA e MASP

PDCA	MASP
P	Identificação do Problema
	Observação
	Análise
	Plano de Ação
D	Ação
C	Verificação de resultados
A	Padronização
	Conclusão

Fonte: O autor, 2020

2.5 Normas ISO

Estas normas são responsáveis por certificar o Sistema de Gestão da Qualidade de empresas ao redor de todo o mundo e tem o objetivo de aprimorar a qualidade desses serviços e produtos. A ISO é um sistema internacional criado por uma organização situada em Genebra, Suíça. Esta ferramenta pode ser utilizada por empresas de todos os tipos e de qualquer porte, sendo esse um dos motivos de ser a norma mais conhecida e utilizada ao redor do mundo. (TEIXEIRA, 2015)

Segundo Muxfeldt (2017), empresas que aplicam essas normas tem maior credibilidade com seus clientes devido a certificação obtida. No Brasil, essas normas são formadas pela sigla NBR, sendo gerenciadas pela ABNT. As mais conhecidas são:

- ABNR NBR ISO 9000: Esta norma é responsável por regulamentar os fundamentos e também as nomenclaturas usadas no Sistema de Gestão da Qualidade. Todos os termos que são utilizados no sistema estão dispostos nesta norma.
- ABNR NBR ISO 9001: É um tipo de sistema que visa garantir o aperfeiçoamento de processos, obtendo desenvoltura no desenvolvimento de produtos e atendendo adequadamente os clientes. Nesta norma são explicados todos os requisitos necessários para se obter a certificação.

2.6 Processo Produtivo

Processo produtivo vem a ser o arranjo de vários fatores de produção que irão culminar na obtenção de um determinado produto final. Esses processos são dependentes da tecnologia que a empresa possui instalada. Para atingir suas metas, as organizações têm buscado processos compatíveis e adequados a sua visão estratégica. (INFOPEDIA, 2020)

2.6.1 Processo de fabricação de tubos de ferro fundido

No processo de produção de tubos de ferro fundido, o metal líquido à temperatura e composição controladas é gradualmente inserido dentro de um molde em alta velocidade constante. O molde da parede externa é resfriado por água que circula em um mecanismo e o ferro fundido resfria uniformemente antes da extração, o que dá uma estrutura metalúrgica mais homogênea. É o que se chama de processo de fundição por centrifugação. (SOARES, 2000)

Após a fabricação, os tubos são submetidos a tratamentos térmicos de grafitização e ferritização.

- Grafitização: Transformação da matriz do ferro com a finalidade de reduzir os carbonetos de ferro – a matriz tradicionalmente lamelar é modificada, garantindo ao ferro fundido um melhor comportamento mecânico, especialmente no que se refere à resistência e deformação;
- Ferritização: Elevação do teor de ferrita, conferindo ao ferro fundido um aumento da resistência aos choques mecânicos.

2.6.2 Processo de Usinagem

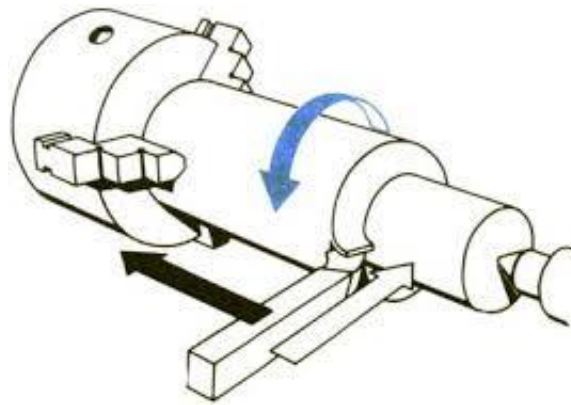
Segundo Rebeyka (2016), o processo de usinagem objetiva dar forma a uma peça através de um processo mecânico que, através de ferramentas e máquinas, promove o desgaste da matéria-prima a ser trabalhada. Existem vários tipos de processos de usinagem que possuem capacidade de dar forma a peças específicas, são eles:

- Torneamento;
- Aplainamento;
- Fresamento;
- Furação;
- Brochamento;

- Retificação.

Neste trabalho destacamos o processo de torneamento, um dos mais conhecidos na área de usinagem e que consiste em promover um formato cônico ou cilíndrico em uma matéria prima, qualquer que seja a geometria inicial. Para isso, a peça irá realizar um movimento uniforme de rotação em torno de seu eixo. O trabalho na matéria-prima se desenvolve mediante a retirada de cavaco que ocorre fazendo-se uso de uma ferramenta de corte de um só gume cortante.

Figura 10 - Processo de torneamento



Fonte: MASCARENHAS, 2013

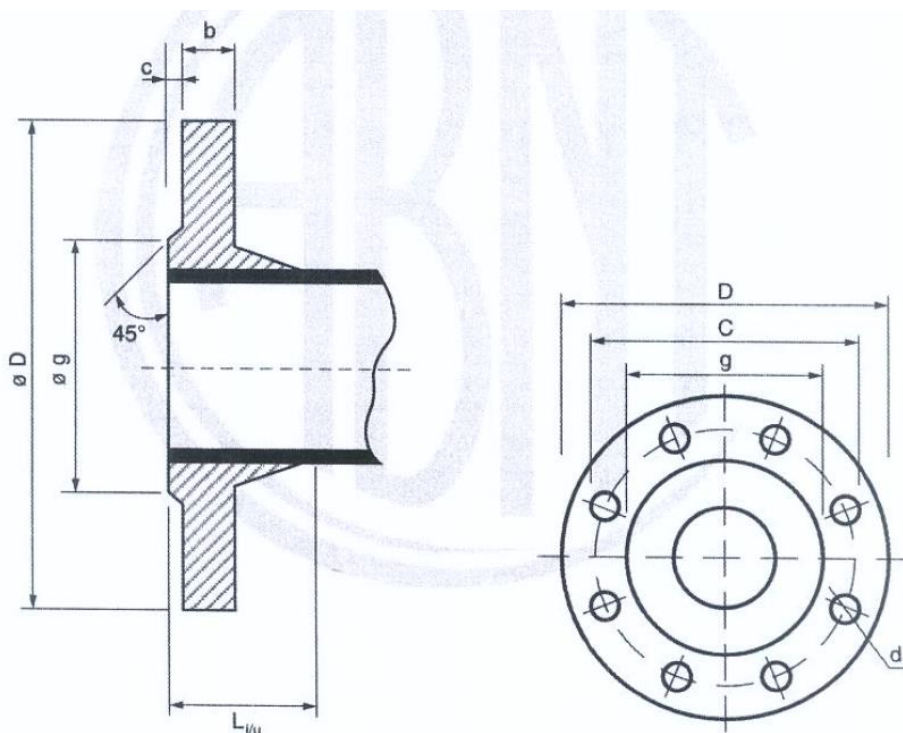
2.6.3 NBR 7560

Esta é a principal norma utilizada na fabricação de tubos com flanges e estabelece o seguinte:

Esta norma estabelece as condições mínimas exigíveis para fabricação e/ou recebimento de tubos de ferro fundido dúctil centrifugado, com flanges montados por dilatação térmica e interferência de DN 80 a 1200, PN 10, PN 16 e PN 25 e de DN 80 a DN 600 PN 40 e com flanges roscados de DN 700 PN 10 ou PN 16 e de DN 800 a 1200 PN 10, para condução de água e outros fluidos sob pressão. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012)

O dimensionamento de flanges deve respeitar os requisitos estabelecidos nesta norma segundo desenho esquemático abaixo, que demonstra as cotas funcionais do flange.

Figura 11 - Desenho esquemático das dimensões do flange



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012

3 Metodologia

A pesquisa aplicada no desenvolvimento deste trabalho foi classificada como uma pesquisa-ação, pois o autor participou com os integrantes da empresa nas realizações das ações presentes no estudo de caso visando a parceria entre o prático e o especialista, ambos integrantes da pesquisa. (FOGAÇA, 201-)

Neste trabalho, o ciclo PDCA, com o auxílio a ferramenta MASP, foram utilizados para estruturar o estudo de caso. Foi realizada uma abordagem exploratória em que, a partir de um problema constatado, onde graficamente se identifica o indicador crítico de reclamação de clientes, foram realizadas propostas

de recomendações e melhorias, considerando todas as variáveis envolvidas no processo.

O quadro 2 a seguir apresenta a estrutura do método e as ferramentas utilizadas em cada uma das etapas.

Quadro 2 - Cronograma Base

PDCA	MASP	Método/ferramenta utilizada
P	Identificação do problema	Diagrama de Pareto
	Observação	Folha de verificação
		Inspeção em campo
	Análise	Diagrama de Ishikawa
		Análise de Causa-Raiz
Plano de Ação	5W2H	
D	Ação	
C	Verificação de resultados	
A	Padronização	
	Conclusão	

Fonte: O autor, 2020

Conforme observado no quadro 2, este trabalho utilizou a fase de planejamento do ciclo PDCA. Esta etapa, se bem elaborada contribui para que a organização obtenha redução de custos e perdas através do aperfeiçoamento de seus processos. As etapas do estudo de caso realizado serão explicadas a seguir.

3.1 Etapa 1 – Identificação do Problema

Foram levantados dados com a finalidade de elaborar um gráfico de Pareto relacionando os principais problemas que afetam o indicador de reclamação de clientes do setor. Após isto, este gráfico foi analisado em reunião com a equipe para definir uma prioridade a ser tratada.

3.2 Etapa 2 – Observação

Nesta etapa foi realizado acompanhamento da produção observando os procedimentos relacionados ao posto de trabalho in loco e foi elaborado e preenchido um checklist com a finalidade de verificar se as premissas do manual de autocontrole (documento que padroniza os processos da área) estavam sendo corretamente cumpridas.

3.3 Etapa 3 – Análise

Na fase de análise foi desenvolvido a análise de causa-raiz (cinco porquês) e diagrama de Ishikawa em reunião de *brainstorming* com a equipe, a fim de se encontrar a causa fundamental do problema. Qualquer outra informação relevante obtida na etapa de observação, também foi discutida nesta fase.

3.4 Etapa 4 – Plano de Ação

Com as causas fundamentais descobertas, nesta etapa foram apontadas as soluções para o problema, que levam em consideração todo o acompanhamento realizado até o momento. Estas soluções foram dispostas em um plano de ação elaborado a partir da ferramenta 5W2H.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Empresa Pesquisada

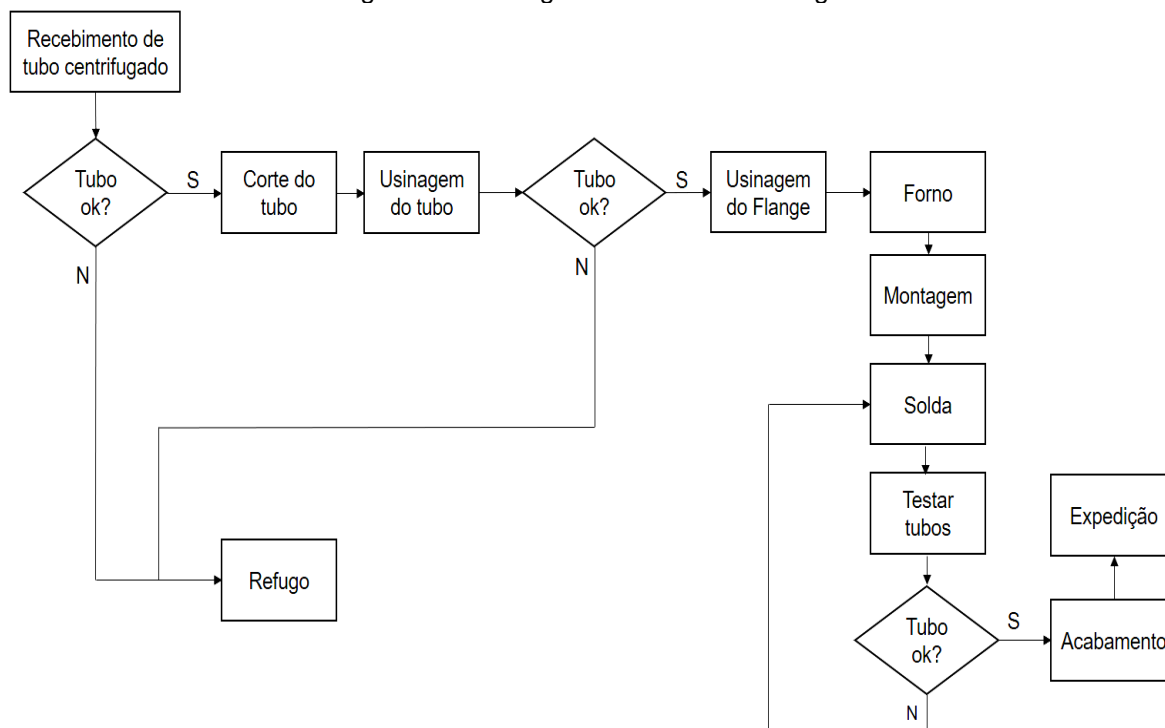
A empresa estudada está localizada na cidade de Barra Mansa, interior do estado do Rio de Janeiro, possuindo aproximadamente 400 funcionários. Seu objetivo é buscar oferecer soluções modernas e funcionais para transportar fluidos em materiais de elevado desempenho, promovendo a saúde dos cidadãos e um habitat sustentável.

Esta organização possui um vasto catálogo de produtos fabricados para transporte de fluidos, como por exemplo:

- Tubos e Conexões para esgoto;
- Válvulas, Ventosas e Comporta;
- Tubos e Conexões para água bruta e tratada;
- Tubos e Conexões para água de reuso;
- Hidrantes;
- Tampões e Grelhas;
- Entre outros.

Neste trabalho foi estudado o processo de produção de tubos com flange, onde é recebido um tubo centrifugado e se desenvolve o processo de colocação de flanges por meio de interferência térmica, conforme o fluxograma abaixo.

Figura 12 - Fluxograma Tubos com Flange



Fonte: O autor, 2020

Assim que o tubo centrifugado é recebido no galpão de tubos com flanges é realizado inspeção visual a fim de verificar a conformidade do produto antes de processá-lo. A primeira etapa do processo consiste em cortar o tubo na medida solicitada pelo cliente e após isso, encaminhá-lo para fase de usinagem. Nesta etapa são coletadas as medidas do diâmetro externo do tubo e diâmetro interno do flange para que ambas sejam usinadas de modo a garantir a interferência térmica determinada pelo processo durante a montagem.

Para realizar a montagem do conjunto por interferência térmica é necessário aquecer o flange em uma estufa por aproximadamente quinze minutos, suficiente para que o flange se dilate e ocorra uma montagem deslizante sobre a ponta do tubo. Então o conjunto de tubo e flange é deslocado para o estaleiro de solda para o fechamento dos cordões.

Após a solda, todos os tubos flangeados são submetidos a ensaio pneumático (100% da produção), devendo suportar sem vazamento, a pressão de

1kgf/cm² durante vinte segundos. Após aprovação no teste de estanqueidade é aplicado revestimento nos tubos e realizado acabamento final.

4.2 Gestão da qualidade na empresa

A empresa estudada possui certificação na ISO 9001, SGQ conhecido mundialmente. Tendo como princípios básicos:

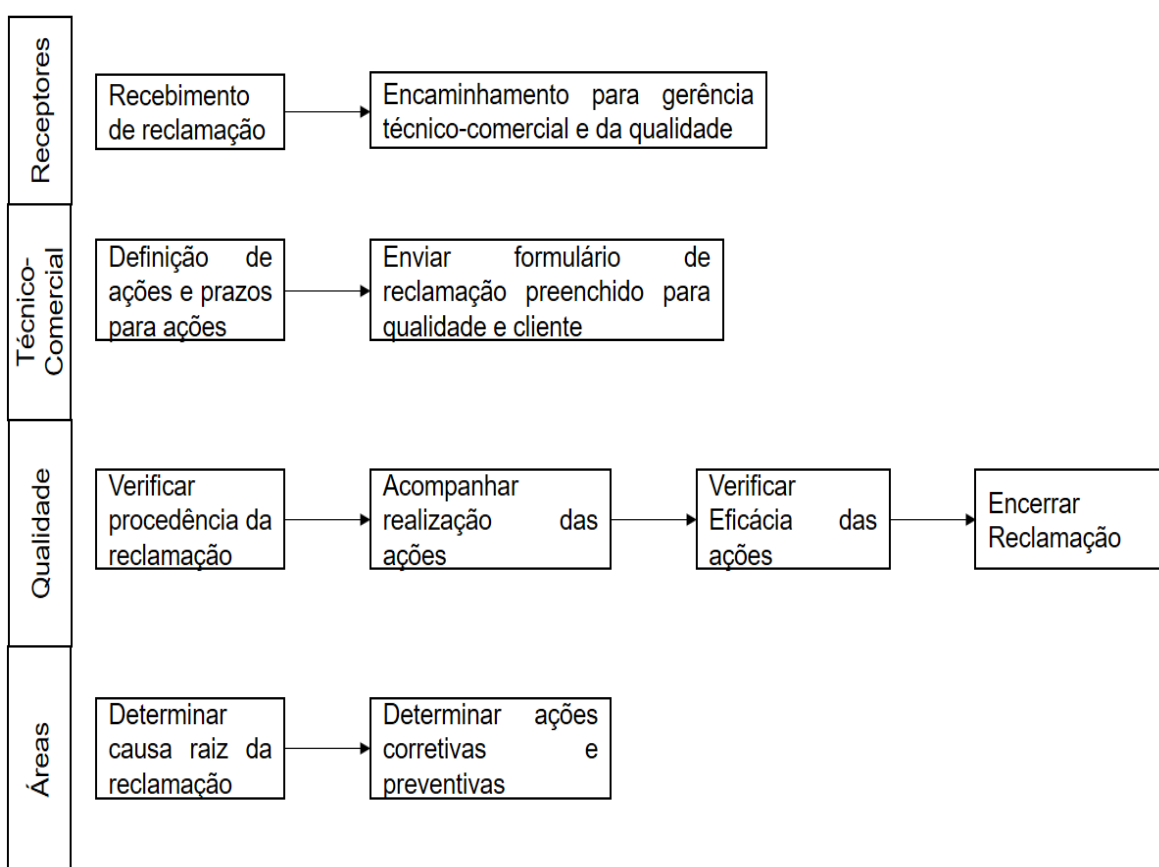
- Foco no cliente;
- Liderança;
- Engajamento de pessoas;
- Abordagem de processos;
- Melhoria;
- Tomada de decisões com base em evidências
- Gestão de Relacionamento

Dentro da empresa são desenvolvidos padrões para cada atividade realizada, sendo realizadas auditorias internas para garantir o cumprimento dos mesmos. Além disso a equipe da qualidade disponibiliza inspetores no começo e fim da linha de produção, a fim de garantir a conformidade dos produtos liberados para os clientes.

4.2.1 Atendimento as reclamações de cliente

O atendimento às reclamações de clientes funciona conforme o esquema a seguir.

Figura 13 - Esquema para atendimento à reclamações



Fonte: O autor, 2020

4.2.1.1 Responsabilidades de receptores das reclamações de clientes

Os responsáveis pelo recebimento das reclamações de clientes relacionadas a produto e serviço devem encaminhá-las à Gerência Técnico

Comercial, exceto em casos de reclamações de clientes internos (clientes pertencentes ao grupo da organização).

4.2.1.2 Responsabilidades da Gerência Técnico Comercial

Esta gerência é responsável por prestar todo o atendimento ao cliente externo mantendo um bom relacionamento comercial, visando minimizar o impacto de qualquer reclamação.

Devem ser solicitadas todas as informações necessárias ao cliente para permitir a análise da reclamação, no âmbito do produto, de aplicação e de serviço. Se necessário pode ser realizado visita de assistência técnica para emitir um relatório referente ao assunto tratado.

4.2.1.3 Responsabilidades da Gerência da Qualidade

A gerência da qualidade é incumbida por analisar, supervisionar e arquivar todas as reclamações de clientes, definindo, para os casos mais complexos, juntamente com a gerência técnica comercial se a reclamação de cliente é procedente ou não.

A gerência da qualidade deve ainda enviar as reclamações para área responsável, promover a divulgação das reclamações para toda a empresa através de um comunicado e realizar o acompanhamento das ações corretivas e preventivas.

O fechamento de qualquer reclamação é realizado junto ao cliente com o envio de uma carta de encerramento para avaliação do atendimento.

4.2.1.4 Responsabilidades das Áreas

As áreas responsáveis devem realizar a análise de causa-raiz na reclamação recebida e enviar à qualidade as ações corretivas e preventivas que serão tomadas.

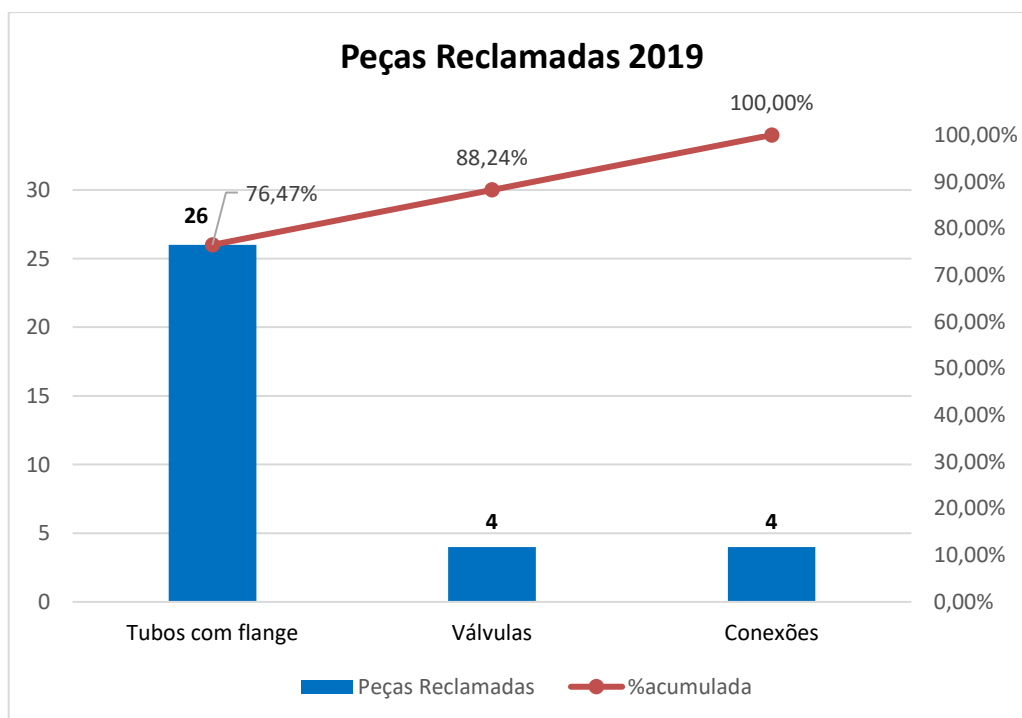
Em problemas mais complexos poderá ser solicitado apoio da Gerência Técnico-Comercial.

4.3 Aplicação da etapa P do ciclo PDCA

4.3.1 Identificação do Problema

Nesta etapa foi realizado a identificação do indicador crítico de reclamação de clientes através da análise do gráfico de reclamação de clientes abaixo. Verificou-se que o setor de tubos com flange possui o maior índice de reclamações de 2019, com 26 peças reclamadas.

Figura 14 - Pareto Reclamações 2019

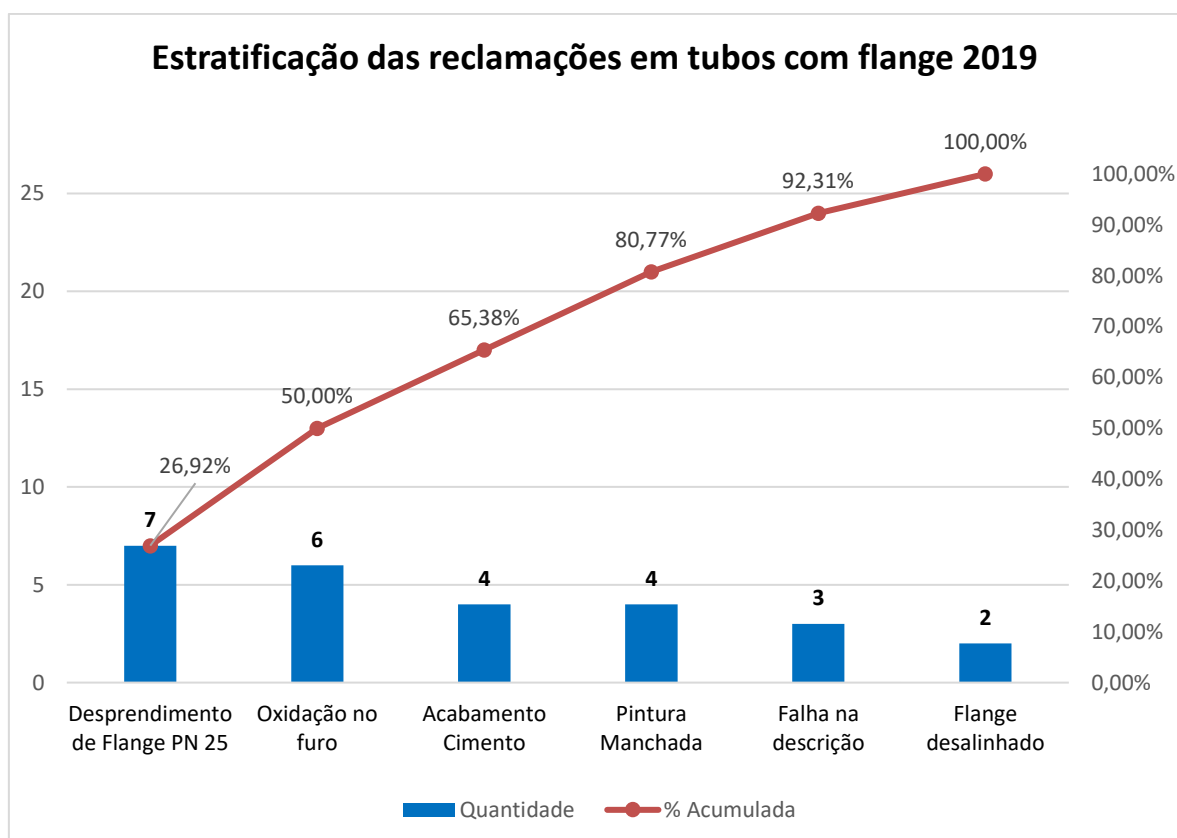


Fonte: O autor, 2020

A partir da análise do gráfico acima definiu-se que o ponto crítico a ser estudado seria o setor de tubos com flanges, revelando o maior número de peças reclamadas.

Definido o setor (tubos com flanges), então foi verificado o tipo de reclamação com maior recorrência no ano de 2019, como pode ser observado na estratificação abaixo, realizada novamente através da ferramenta gráfico de Pareto.

Figura 15 - Estratificação de reclamações



Fonte: O autor, 2020

Pode-se observar que a reclamação com maior incidência se deve a problemas de desprendimento de flange PN 25 (flanges cuja pressão nominal máxima suportada equivale à 25 bar, conduzindo água). Sendo assim, foi acordado com a empresa que este seria o problema que deveria receber a devida tratativa. Finalizada a etapa de identificação do problema, foi iniciada a fase de observação.

4.3.2 Observação

Foi realizada uma reunião de brainstorming a fim de se criar o checklist a seguir (quadro 03). Nesta reunião discutiram-se os pontos considerados fundamentais para garantir a qualidade final do produto após seu processo de produção. Todos esses pontos são definidos e padronizados através dos manuais de autocontrole existentes na área.

A partir dos manuais e das sugestões recebidas foi elaborado a lista de verificação abaixo a fim de verificar se todos os padrões estavam sendo devidamente cumpridos.

Quadro 3 - Checklist Tubos com Flange

CheckList Processos Tubos com Flange				
Itens a serem observados	S	N	NA	OBS
Instrumentos de medição estão devidamente calibrados?	X			
Tabelas de Usinagem estão disponibilizadas em área para os operadores?	X			
Diâmetro externo do tubo está sendo controlado?	X			
Comprimento do pescoço do flange(cota L) está sendo conferida antes da usinagem?	X			
Temperatura do forno é controlada?		X		Falta de equipamento
Tempo de aquecimento é controlado?	X			15 minutos
A face do tubo encosta totalmente no batente do flange, após resfriamento?	X			
Teste de estanqueidade no conjunto está sendo realizado com ar comprimido na pressão de 1 a 1,5 kgf/cm ² ?	X			
O teste de estanqueidade é realizado em 100% da produção?	X			
Legenda	S	N	NA	OBS
	Sim	Não	Não atende	Observação

Fonte: O autor, 2020

Durante preenchimento do Checklist foi verificado que a temperatura de aquecimento dos flanges não estava sendo controlada, pois a área não possui disponível um equipamento para tal finalidade.

Após preenchimento do Checklist foi inspecionado um tubo flangeado DN 500 PN 25 devolvido por um cliente e que apresentou desprendimento do flange. O relato do cliente foi que a falha ocorreu durante operação, com o conjunto instalado em um sistema com pressão máxima de 22 kgf/cm² de água.

É válido destacar que para execução da inspeção foram utilizados instrumentos devidamente calibrados. Além disso, foi tido como base de referência os seguintes documentos: NBR 7560, NBR 13747 e Tabela de usinagem do setor de tubos com flange.

Prosseguindo com a atividade, o tubo recebido foi posicionado em uma bancada e devidamente calçado, para evitar rolamentos. O flange foi retirado fazendo-se uso de uma marreta, notando-se fácil deslocamento do flange em relação ao tubo.

A seguir, na figura 16 e 17 são ilustrados tubo e flange após a desmontagem do conjunto e preparados para inspeção de dimensional.

Figura 16 - Tubo posicionado na bancada após desmontagem



Fonte: O autor, 2020

Figura 17 - Flange PN 25 removido

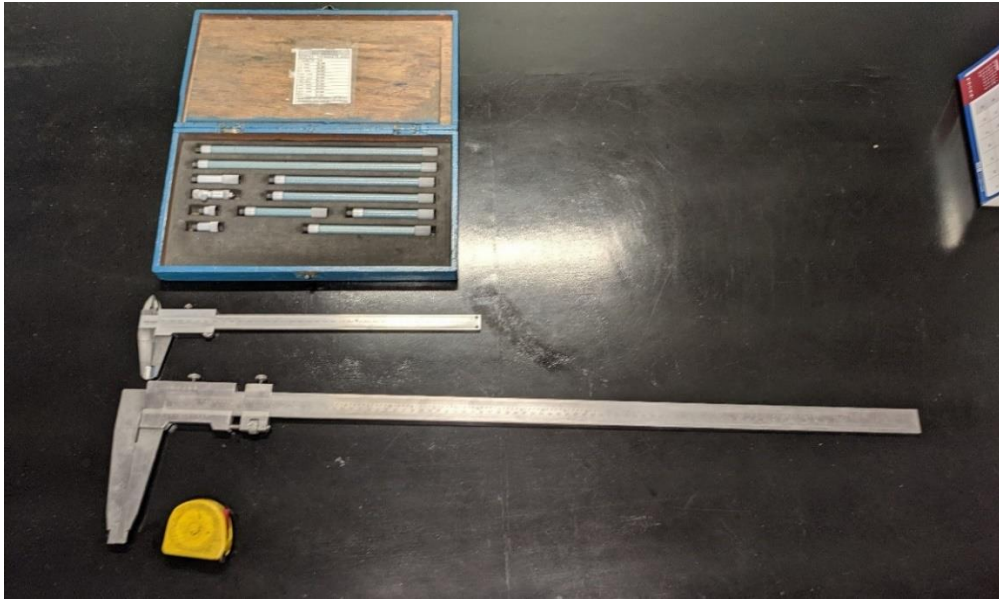


Fonte: O autor, 2020

Foram realizadas medições de face a face, diâmetro interno do flange, diâmetro externo do tubo, espessura da parede do tubo, além do comprimento da união. E para execução da inspeção de dimensional foram utilizados os seguintes instrumentos de medição:

- Paquímetro Universal com Capacidade de 750mm e Resolução 0,05mm;
- Paquímetro Universal com Capacidade de 300mm e Resolução 0,05mm;
- Trena de Bolso 5m;
- Micrômetro interno tubular Capacidade 50-500mm e Resolução 0,01mm.

Figura 18 - Instrumentos de medição utilizados



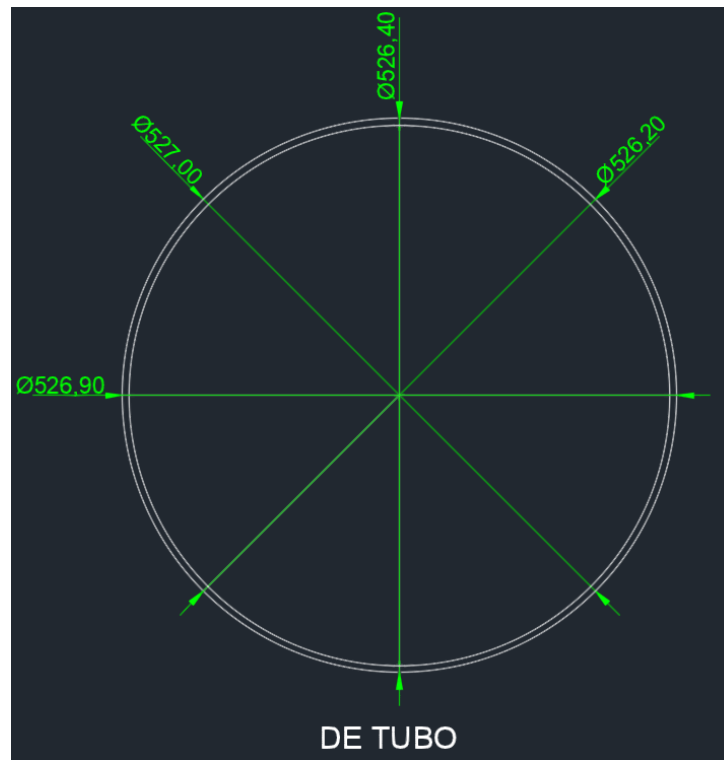
Fonte: O autor, 2020

As medidas obtidas seguem a seguir.

- Medição face a face: 2049mm
- Comprimento da união: 85mm

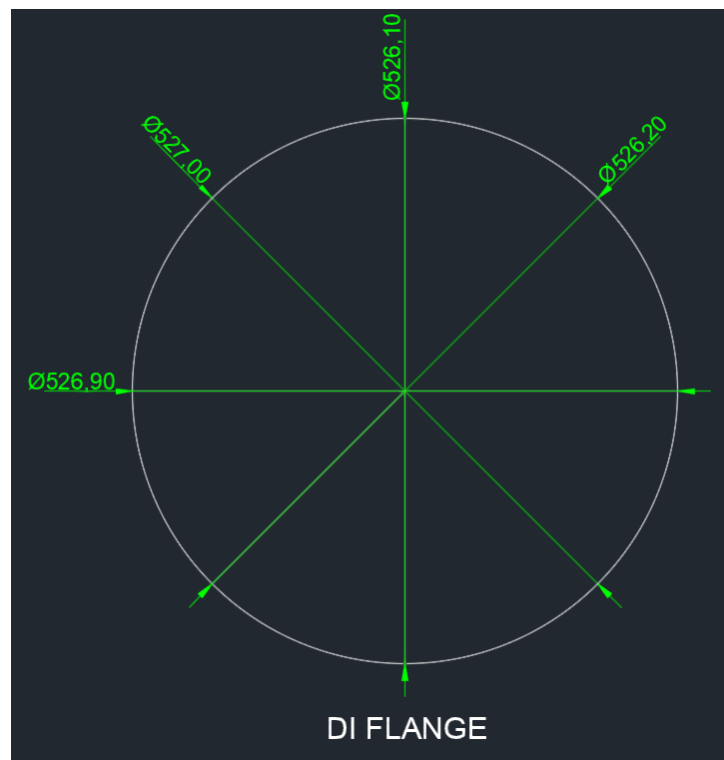
As medidas obtidas para o diâmetro externo do tubo e diâmetro interno do flange foram esquematizadas no software AutoCAD para facilitar a visualização, conforme a seguir nas figuras 19 e 20.

Figura 19 - Diâmetro Externo do tubo em milímetro



Fonte: O autor, 2020

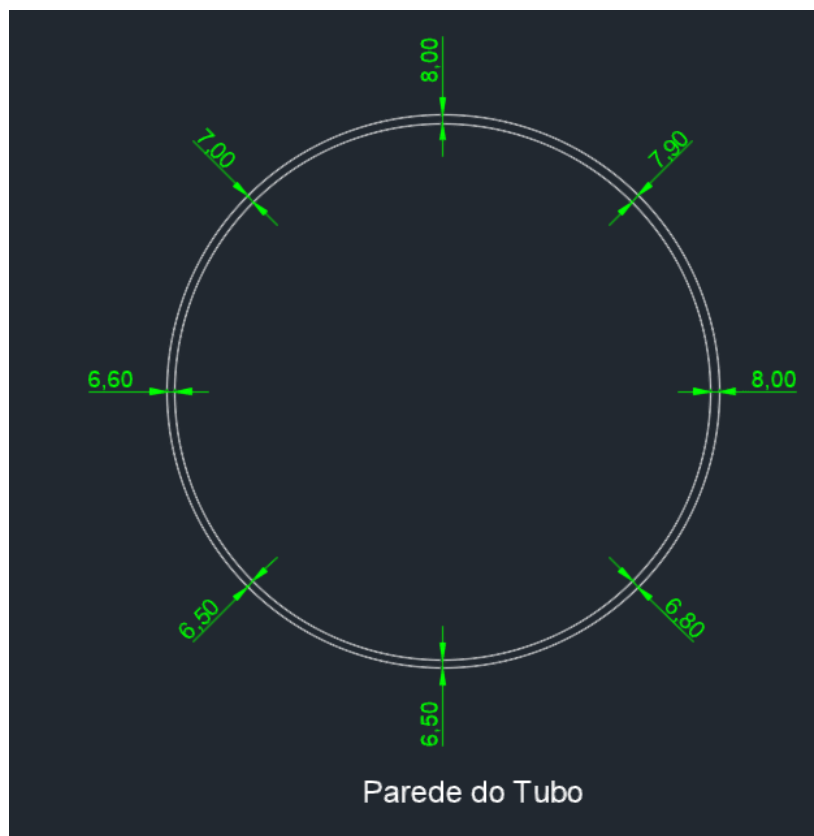
Figura 20 - Diâmetro interno do flange em milímetro



Fonte: O autor, 2020

Também foram esquematizadas as medidas da parede do tubo conforme figura 21 abaixo.

Figura 21 - Espessura da parede do tubo em milímetro



Fonte: O autor, 2020

Durante a desmontagem do flange foi observado apenas uma marca de atrito na parte interna do flange e outra na parte externa do tubo, portanto o atrito entre o flange e o tubo não era uniforme em toda circunferência, conforme figuras 22 e 23 a seguir.

Figura 22 - Marcas de atrito no flange



Fonte: O autor, 2020

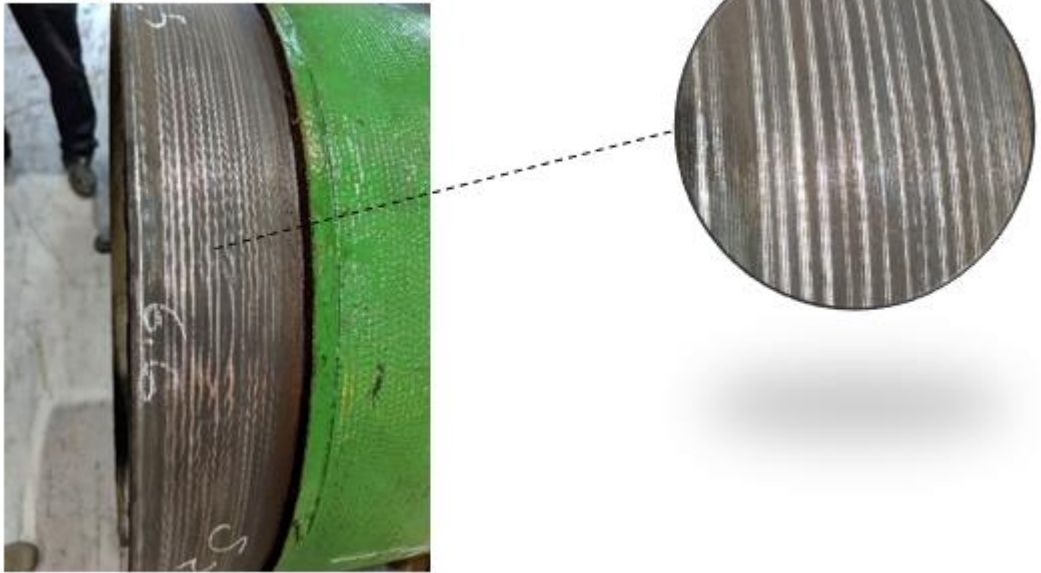
Figura 23 - Marcas de atrito no tubo



Fonte: O autor, 2020

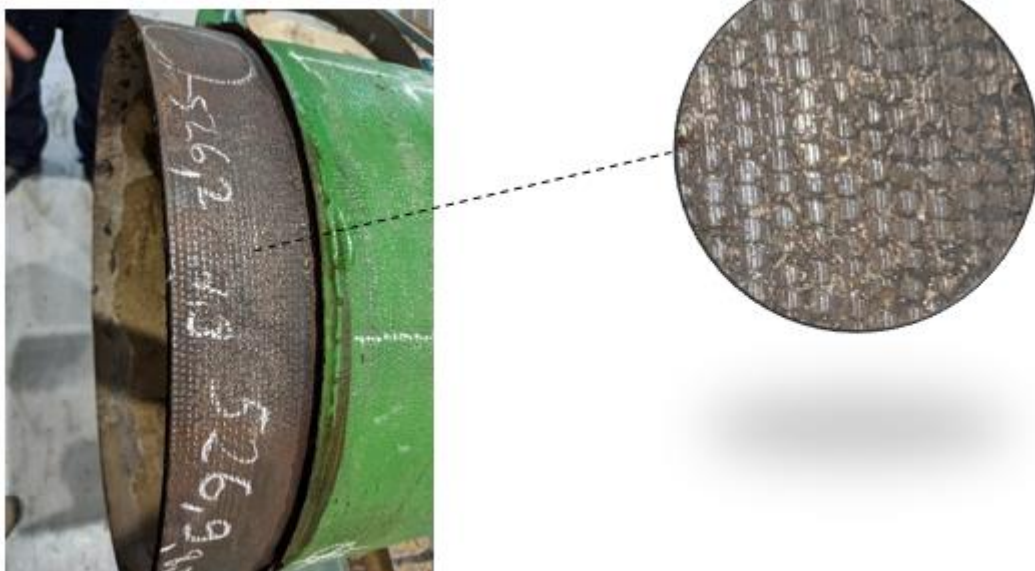
Além disso, foi possível notar que em algumas regiões o tubo não foi tocado pela ferramenta de usinagem no processo de torneamento, provavelmente devido a ovalização do tubo, conforme as figuras 24 e 25 a seguir.

Figura 24 - Região usinada



Fonte: O autor, 2020

Figura 25 - Região sem usinagem



Fonte: O autor, 2020

Após a coleta dos dados dimensionais e da inspeção da região de montagem do conjunto flange e tubo foi dado início a etapa de análise das informações obtidas.

4.3.3 Análise

Antes de prosseguir para o desenvolvimento do diagrama de Ishikawa e Análise de causa-raiz foram analisados os dados dimensionais, obtidos na etapa de observação. Os resultados foram comparados com os padrões definidos nas tabelas da empresa e que seguem as especificações da NBR 7560. Para facilitar a análise foi elaborado o quadro 04 abaixo com três possíveis resultados: Ok (medidas conforme padrão), Inconclusivo (medidas de regiões que sofreram dilatação térmica durante a montagem do conjunto tubo e flange) e Não Conforme (medida não atende ao padrão da empresa).

Quadro 4 - Análise Dimensional

Cota	Medida Real	Medida Padrão	Avaliação
DI FLANGE - Ponto A	526,20	525,5 à 524,8	Inconclusivo
DI FLANGE - Ponto B	526,40	525,7 à 525	Inconclusivo
DI FLANGE - Ponto C	527,00	526,3 à 525,6	Inconclusivo
DI FLANGE - Ponto D	526,90	526,2 à 525,5	Inconclusivo
PAREDE TUBO - Ponto A	8,00	Mínimo 5,00	Ok
PAREDE TUBO - Ponto B	7,00	Mínimo 5,00	Ok
PAREDE TUBO - Ponto C	6,60	Mínimo 5,00	Ok
PAREDE TUBO - Ponto D	6,50	Mínimo 5,00	Ok
PAREDE TUBO - Ponto E	6,50	Mínimo 5,00	Ok
PAREDE TUBO - Ponto F	6,80	Mínimo 5,00	Ok
PAREDE TUBO - Ponto G	8,00	Mínimo 5,00	Ok
PAREDE TUBO - Ponto H	7,90	Mínimo 5,00	Ok
COMPRIMENTO DA REGIÃO DE INTERFERÊNCIA	85,00	Mínimo 97,00	Não conforme

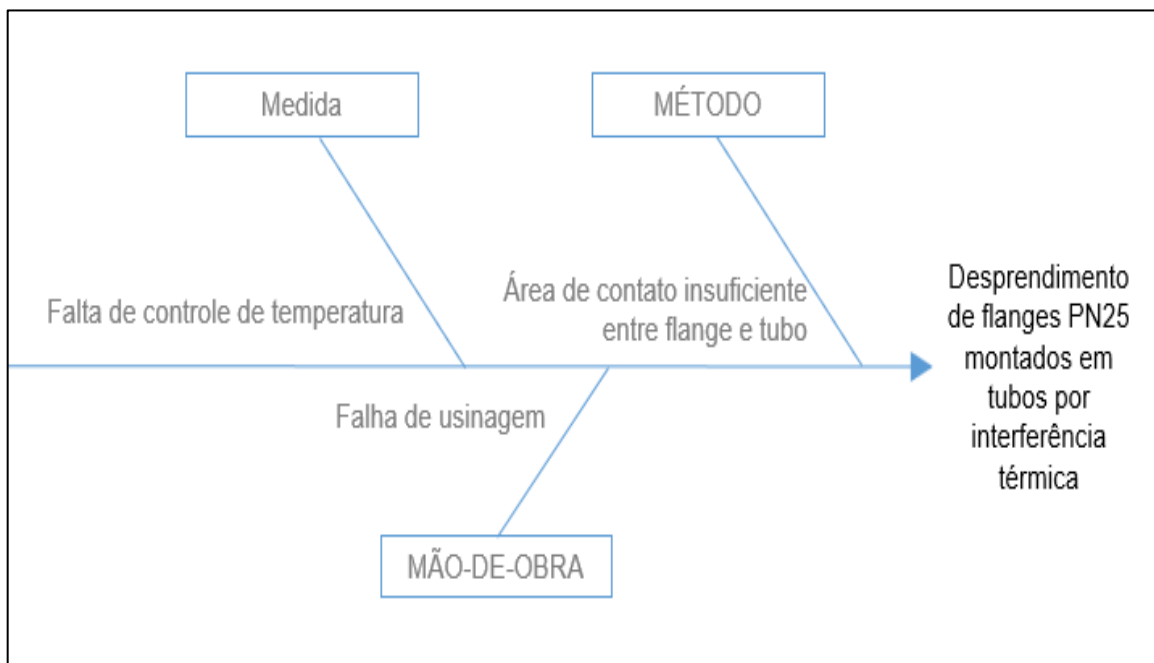
Fonte: O autor, 2020

De posse das informações acima, foram destacados os seguintes pontos:

- De acordo com a NBR 7560 e Tabela de usinagem, o comprimento mínimo na região de interferência está fora dos padrões estabelecidos, estando com 85mm (mínimo de 97mm);
- De acordo com a tabela de usinagem utilizada nas operações, o diâmetro interno do flange após usinagem deveria estar na faixa entre -0,7mm à -1,4mm do diâmetro externo do tubo. Entretanto, após desmontagem do flange foi constatado que nenhum ponto atende esta exigência. Esta análise não é conclusiva devido a conformação do flange após resfriamento;
- Pelo fato de a ferramenta de corte não ter usinado algumas regiões do tubo constata-se ovalização do tubo anterior a usinagem ou centragem incorreta no torno.

A próxima etapa foi a montagem do diagrama de Ishikawa, demonstrado a seguir. A equipe encontrou três entradas válidas para o problema.

Figura 26 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: O autor, 2020

Foram identificados problemas em três tipos de causas: medida, método e mão-de-obra.

Na causa de método o problema identificado foi a falta de controle de temperatura do forno de aquecimento, pois quando o forno é ligado os operadores apenas medem um tempo de 15 minutos de aquecimento, sem se certificar da medida em graus de acordo com os padrões estabelecidos.

Na causa mão-de-obra o problema identificado foi a falha de usinagem, pois ao desmontar o flange de um tubo devolvido por cliente (etapa feita na fase de observação), identificou-se que a medida do comprimento da região de interferência estava fora do padrão.

Por fim, na causa método levantou-se a possibilidade de a área de contato entre o flange e o tubo estar sendo insuficiente para correta fixação através de interferência térmica (medida tabelada, de acordo com NBR 7560).

Com todas essas informações, foi possível realizar a análise de causa-raiz das três entradas levantadas, chegando-se à causa fundamental do problema.

Quadro 5 - Cinco Porquês

Desprendimento de flanges PN25 montados em tubos por interferência térmica					
Porquê 1	Porquê 2	Porquê 3	Porquê 4	Porquê 5	Ações
Cotas em desacordo com procedimento	Falha de Usinagem	Tubo apresentam do ovalização			Desenvolver dispositivo que auxilie a garantir a circularidade dos tubos durante processo de usinagem.
Área de contato insuficiente entre flange e tubo	Cota L do flange incoerente	Cota L da tabela de usinagem está incoerente	Dados da NBR 7560 estão incoerentes		Recalcular os comprimentos mínimos necessários para Cota L de flanges montados por interferência térmica.
Forno sem controle de temperatura	Não cumprimento do manual de autocontrole	Não há instrumento para medir temperatura			Realizar compra de pirômetro digital para controle de temperatura dos processos de interferência térmica.

Fonte: O autor, 2020

Para a entrada cotas em desacordo com procedimento confirmou-se que o tubo apresentava excesso de ovalização, dificultando a correta fixação do flange e usinagem conforme os procedimentos estabelecidos.

Na segunda entrada, identificou-se que algumas medidas apresentavam divergência na tabela de usinagem, pois verificou-se na tabela que, por exemplo, a medida do comprimento da região de interferência de um flange PN 25 DN 400 era

menor do que um flange PN 25 DN 300. Destaca-se que a mesma divergência ocorre na NBR 7560, já que a tabela de usinagem é baseada nesta norma. Então acredita-se que houve uma falha no cálculo destas medidas.

Quanto há falta de controle de temperatura do forno, verificou-se que o equipamento de medição estava danificado e não houve reposição do mesmo, não atendendo uma condição de base do processo.

4.3.4 Plano de ação

Com a descoberta das causas fundamentais do problema, foi elaborado o plano de ação abaixo com auxílio da ferramenta 5W2H, sendo realizadas propostas de melhorias para solução do problema de desprendimento de flanges no setor de tubos com flange.

Quadro 6 – Plano de ação 5W2H

5W					2H	
O quê?	Porque?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto?
Desenvolver dispositivo que auxilie a garantir a circularidade de tubos durante processo de usinagem	Para usinar o tubo de maneira uniforme	Sala de projetos	Engenheiro de Projetos	27/abr	Projetando um dispositivo semelhante a um macaco e simulando sua aplicação em tubos de ferro fundido	Estimado em R\$500,00
Recalcular os comprimentos mínimos necessários para Cota L de flanges montados por interferência térmica	Para verificar conformidade das tabelas de usinagem utilizadas e garantir correta montagem dos flanges	Sala de projetos	Engenheiro de Projetos	28/abr	Calculando a força de arrancamento para o ensaio tipo e verificando se o comprimento do flange atual é suficiente	Sem custo
Realizar compra de pirômetro digital para controle de temperatura do processo de aquecimento de flange	Para monitorar a temperatura e garantir o padrão durante processo	Escritório de Compras	Supervisor da área	20/abr	Criando requisição de compra no mercado eletrônico	Estimado em R\$1200,00

Fonte: O autor, 2020

5 CONCLUSÕES

Com a aplicação do PDCA com ênfase na fase de planejamento e associando as ferramentas da qualidade no mapeamento e estudo dos processos e indicadores de reclamação de clientes foi possível descobrir as causas fundamentais do indicador mais crítico, apontando sugestões de melhorias através do desenvolvimento de um plano de ação 5W2H.

A implementação de melhorias, por mais simples que seja, aliado ao restabelecimento das condições de base, elevam a eficiência dos processos e, o mais importante, criam a cultura indispensável para garantir a constância das melhorias e a colaboração dos funcionários na busca de outras oportunidades de evoluir o processo operacional da empresa.

Conforme há o esforço em entender os problemas e as necessidades dos clientes, se estabelece uma relação de credibilidade e segurança no produto. A evolução começa ao se identificar uma necessidade, e isso ocorre a partir do reconhecimento de uma dificuldade. Destaca-se que para garantir o êxito de qualquer projeto é preciso que todos os envolvidos estejam comprometidos e empenhados do início ao fim.

Por tudo isso, foi possível verificar neste trabalho que a metodologia aplicada (PDCA) aliada as ferramentas da qualidade no processo produtivo foram extremamente eficazes na investigação dos problemas e nas recomendações de melhoria para o processo estudado.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Fernando. **"O Método PDCA para manter e melhorar resultados.** 2018. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/o-m%C3%A9todo-pdca-para-manter-e-melhorar-resultados-fernando-almeida>. Acesso em: 12/04/2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2012). **NBR 7560: Tubo de Ferro Fundido dúctil centrifugado, com flanges roscados ou montados por dilatação térmica e interferência: Especificação.** Rio de Janeiro.

COUTINHO, Thiago. **Diagrama de Dispersão: o que é, quando usar e como montar.** 2019. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-dispersao>. Acesso em: 15/04/2020.

FOGAÇA, Jennifer. **PESQUISA-AÇÃO.** [201-]. Disponível em: [brasilecola: https://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/pesquisa-acao.htm](https://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/pesquisa-acao.htm). Acesso em: 15/04/2020.

GONÇALVES, Thiago. **Diagrama de Pareto: aprenda o que é e como fazer.** 2018. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-pareto>. Acesso em: 15/04/2020.

GONÇALVES, Victor. **7 Ferramentas da Qualidade: você sabe quais são elas?** 2019. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/as-7-ferramentas-da-qualidade>. Acesso em: 16/04/2020.

MACIEL, Guilherme. **Check List Empilhadeira em Excel.** 2020. Disponível em: <https://smartplanilhas.com.br/formulario/check-list-empilhadeira-em-excel/>. Acesso em: 18/04/2020.

REBEYKA, Claudimir. **Princípios dos Processos de Fabricação por Usinagem.** 01. ed. Curitiba: InterSaberes, 2016.

MASCARENHAS, Rafael. **Torneamento e fresamento: quais os cálculos usados nesses processos?** 2013. Disponível em: <https://cad.cursosguru.com.br/torneamento-fresamento-quais-calculos-usados-nesses-processo/>. Acesso em: 18/04/2020.

MOURA, Alexandro. **O Método dos 5 Porquês: Em busca da causa raiz.** 2017. Disponível em: <http://www.gestaoproducaocomalexandro.com/5-porques-em-busca-da-causa-raiz/>. Acesso em: 18/04/2020.

OLIVEIRA, Diogo. **Saiba aqui o que é Histograma e como utilizar no seu negócio.** 2019. Disponível em: <https://blog.softensistemas.com.br/o-que-e-histograma/>. Acesso em: 18/04/2020.

OLIVEIRA, Otávio. **Curso básico de gestão da qualidade.** 01. ed. São Paulo: CENGAGE, 2014.

OLIVEIRA, Wallace. **Metodologia Kaizen e melhoria contínua, dois conceitos profundamente conectados.** 2015. Disponível em: <https://www.venki.com.br/blog/kaizen-melhoria-continua/>. Acesso em: 19/04/2020.

PERIARD, Gustavo. **O Ciclo PDCA e a melhoria contínua.** 2011. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/o-ciclo-pdca-deming-e-a-melhoria-continua/>. Acesso em: 19/04/2020.

SILVA, Cleiton; AGOSTINO, Ícaro; SOUSA, Saymon; FROTA, Pedro; & OLIVEIRA, Ricardo. **A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios.** 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n27/17382709.html>. Acesso em: 19/04/2020.

SOUZA, Luciano; NETO, Antonio; & JUNIOR, Jorge. **Análise crítica do processo de auditoria de sistema de gestão da qualidade no setor aeroespacial.** 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2012000100003. Acesso em: 19/04/2020.

XAVIER, Clayton. **A Importância da Gestão Estratégica de Pessoas nas Empresas.** 2011. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/a-importancia-da-gestao-estrategica-de-pessoas-nas-empresas>. Acesso em: 19/04/2020.

ALONÇO, Guilherme. **O que é não conformidade? Como tratar uma NC?** [201-]. Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/o-que-e-nao-conformidade/>. Acesso em: 19/04/2020.

BARBOSA, Shaiene. **Conceitos da qualidade: tudo o que você precisa saber.** [201-]. Disponível em: <https://www.paripassu.com.br/blog/conceitos-da-qualidade/>. Acesso em: 19/04/2020.

RAMOS, Davidson. **Garantia da Qualidade ou Controle de Qualidade: qual é o seu foco?** 2020. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/garantia-da-qualidade-ou-controle-de-qualidade/>. Acesso em: 19/04/2020.

LEÃO, Thiago. **Diagrama de Ishikawa: o que é, como funciona e como fazer.** 2020. Disponível em: <https://www.nomus.com.br/blog-industrial/diagrama-de-ishikawa-causa-e-efeito-espinha-de-peixe/>. Acesso em: 19/04/2020.

ALONÇO, Guilherme. **As sete ferramentas da qualidade.** [201-]. Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/o-que-e-nao-conformidade/>. Acesso em: 19/04/2020.

COUTINHO, Thiago. **Histograma: o que é, quais tipos existem e como montar um.** 2017. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-um-histograma>. Acesso em: 19/04/2020.

PETENATE, MARCELO. **O que é o Diagrama de Pareto, Como Fazer um e Aplicá-lo com Exemplos.** 2019. Disponível em: <https://www.escolaedti.com.br/diagrama-de-pareto>. Acesso em: 19/04/2020.

OSIKA, Cleber. **Como aplicar a metodologia 5 Porquês para encontrar a causa raiz?**. 2017. Disponível em: <http://www.8quali.com.br/blog/como-aplicar-a-metodologia-5-porques-para-encontrar-a-causa-raiz/>. Acesso em: 20/04/2020.

PAULA, Gilles De. **O que é 5W2H: reduza incertezas, ganhe produtividade e aprenda como fazer um plano de ação**. 2015. Disponível em: <https://www.treasy.com.br/blog/5w2h/>. Acesso em: 20/04/2020.

SOARES, Gloria. **Fundição: Mercado, Processos e Metalurgia**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

DOYLE, Daniella. **O QUE É 5W2H E COMO ESSA FERRAMENTA PODE AUMENTAR PRODUTIVIDADE**. 2017. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/metodologias/o-que-e-5w2h/>. Acesso em: 20/04/2020.

RAMOS, Davidson. **Gurus da Qualidade: William Edwards Deming**. 2019. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/gurus-da-qualidade-william-edwards-deming/>. Acesso em: 20/04/2020.

BASTIANI, Jeison. **MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) – parte 1**. 2013. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/masp-metodo-de-analise-e-solucao-de-problemas-parte-1/>. Acesso em: 20/04/2020.

SOUZA, Gabriel. **PDCA e MASP: As melhores metodologias para solução de problemas**. 2019. Disponível em: <https://blog.acoplastbrasil.com.br/masp-e-pdca/>. Acesso em: 20/04/2020.

INFOPIEDIA. **processo produtivo**. 2020. Disponível em: [https://www.infopedia.pt/\\$processo-produtivo](https://www.infopedia.pt/$processo-produtivo). Acesso em: 20/04/2020.

TEIXEIRA, Ariele. **O que é ISO?**. 2015. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-iso/>. Acesso em: 20/04/2020.

MUXFELDT, Pedro. **ISO 9000, ISO 9001 e ISO 9004**. 2017. Disponível em: <https://br.ccm.net/contents/602-iso-9000-iso-9001-e-iso-9004>. Acesso em: 20/04/2020.