

USO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA TREFILARIA DE TUBOS DE AÇO SEM COSTURA

USE OF QUALITY TOOLS AS A DRAINAGE EVALUATION METHOD OF SEAMLESS STEEL PIPES

Dênnis Rezende da Cunha¹

Donizeth José Miranda²

Gilmar José da Silva³

Leticia Pereira Campos⁴

Marconi Lacerda Pires⁵

Recebido em: 20.06.2022

Aprovado em: 14.07.2022

Resumo: Esta pesquisa foi realizada em uma trefilaria, no caso deste estudo identificada como Empresa X, localizada na cidade de Belo Horizonte - MG, onde um grupo de inspetores da qualidade e de gestores visam melhorar continuamente o Processo de Produção (PP) de Tubo de Aço Sem Costura (TASC), isso mediante a utilização de algumas ferramentas da qualidade, por exemplo, a Folha de Verificação e o Gráfico de Pareto e, também ferramentas gerenciais, tipo a Brainstorming ou tempestade de ideias e o Plano de Ação. O objetivo geral deste estudo foi verificar de que maneira a utilização de ferramentas da qualidade e gerenciais tem contribuído para que se possa identificar e resolver as não conformidades que surgem no PP de TASC. Para desenvolver este estudo, um Estudo de Caso, fez-se uma pesquisa no meio literário, na web, sobre os temas: Gestão do Processo e da Qualidade, Melhoria Contínua

¹ Discente do curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

² Discente do curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

³ Discente do curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

⁴ Discente do curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais

⁵ Revisor. Mestre em Engenharia de Processos e Sistemas, graduado em Engenharia de Produção. Experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Gerência de Produção.

do Processo, Trefilaria de Tubo a frio, e outros considerados pertinentes a este estudo, por exemplo, sobre as atribuições da Engenharia de Produção. Para consolidar a utilização de algumas ferramentas da qualidade e gerenciais, consultou-se dados e informações disponibilizados pela empresa X, e exemplificou-se a utilização.

Palavras-chave: Engenharia de produção. Ferramentas da qualidade. Melhoria Contínua.

Abstract: This research was carried out in a drawing plant, in the case of this study identified as Company X, located in the city of Belo Horizonte - MG, where a group of quality inspectors and managers aim to continuously improve the Steel Tube Production Process (PP) Seamless (TASC), this through the use of some quality tools, for example, the Check Sheet and the Pareto Chart, and also management tools, such as Brainstorming or Brainstorming and the Action Plan. The general objective the purpose of this study was to verify how the use of quality and management tools has contributed to the identification and resolution of non-conformities that arise in the TASC PP. To develop this study, a Case Study, research was carried out in the literary environment, on the web, on the themes: Process and Quality Management, Continuous Process Improvement, Cold Tube Drawing, and others considered relevant to this study, for example, on the attributions of Production Engineering. To consolidate the use of some quality and management tools, data and information provided by company X were consulted, and the use was exemplified.

Keywords: Production engineering. Quality tools. continuous improvement.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os produtos que mais se utiliza ou se emprega no(s) mercado(s), sejam os voltados à indústria automobilística, de máquinas e equipamentos, aplicações em construção civil, militar, do petróleo, em escolas, em equipamentos médicos, corrimão de escadas, rampas de acesso e muitas outras, nota-se que os Tubos em Aço Sem Costura (TASC) têm sido largamente utilizados, principalmente nos tempos atuais, quando a segurança e a qualidade dos TASC podem fazer diferença para determinadas aplicações, seja no mercado consumidor nacional, seja no mercado consumidor internacional.

Devido às finalidades que se destinam, a espessura dos TASC não são as mesmas. Isso implica dizer que para adquirirem uma determinada espessura ou até mesmo diâmetro, TASC são submetidos a um processo mecânico denominado trefilaria a Frio, significa reduzir o diâmetro do tubo até encontrar as medições requeridas pelo cliente final, e isso implica a ação de recursos humanos e de equipamentos adequados à produção de TASC com a qualidade e segurança que se espera.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa é verificar de que maneira a utilização de ferramentas da qualidade e gerenciais tem contribuído para os gestores resolvam as não-conformidades quando surgem no processo de produção de tubos em aço sem costura no setor de trefilaria.

Este estudo foi realizado em uma empresa localizada na cidade de Belo Horizonte - MG, onde o Processo de Produção (PP) se ocupa em trefilar TASC que empresas dos mais variados portes no território nacional e internacional encomendam. O que foi coletado como dado e informação sobre o Controle de Qualidade de Tubos em Aço Sem Costura (CQTASC) foi acompanhado por um representante da empresa, quem agilizou o acesso e a consulta de alguns documentos sobre o uso de ferramentas da qualidade utilizados pelo CQTASC da empresa, mas sob a condição da não divulgação de dados e de informações que pudessem comprometer a imagem da mesma.

1.1 Contexto do problema

A qualidade que se espera de um TASC depende da finalidade à qual esse será submetido, isso de acordo com o representante do setor de TASC da empresa X, na empresa X a pesquisa será mediada por um membro do Grupo de Melhoria Contínua (GMC) também conhecido como célula de crise, que, além de procurar as não-qualidade no processo, termo utilizado pelo GMC, também visa promover melhorias no PP. Vale destacar que o representante da empresa X é um membro do GMC e também um autor deste estudo.

Em síntese, o que o CQTASC/GMC faz é coletar dados e informações sobre as não-qualidade, por exemplo, amassamentos, riscos externo e interno, algum tipo de oxidação em tubos e outras não-qualidade que podem ocorrer em qualquer das Etapas do Fluxo de Processo de Produção (EFPP), e quando ocorrem, buscam tratar as anormalidades. Segundo o representante da empresa, para realizarem os trabalhos de CQTASC, eles utilizam ferramentas da qualidade para coletar, identificar, quantificar, priorizar e elaborar planos de ação com vistas resolver ou na impossibilidade de se fazer isso, minimizar o que impede o bom desenvolvimento do PP de TASC.

1.2 Problema da pesquisa

De que maneira a utilização de ferramentas da qualidade e gerenciais auxilia o setor de produção de tubos de aço sem costura a resolver as não conformidades no processo de produção/trefilaria?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Verificar de que maneira a utilização de ferramentas da qualidade e gerenciais tem contribuído para os gestores identificarem e resolverem as não conformidades que tendem a surgir no processo de produção de tubos em aço sem costura no setor de trefilaria.

1.3.2 Objetivos específicos

- Levantar dados e informações sobre as etapas do fluxo de processos de produção de tubos em aço sem costura no setor de trefilaria;

- Apresentar como a empresa identifica as não-conformidades quais são as ferramentas utilizadas para tal;
- Discorrer sobre as não-conformidades encontradas, e como a empresa lida com as mesmas.

1.4 Justificativa

A utilização de tubos, não se pode negar, é uma realidade em quase todos os seguimentos industriais ou o que desse ambiente se origina, então pode-se dizer que a construção de um estudo que envolve o CQTASC é um tema que pode trazer benefícios à comunidade, ao profissional que atua ou atuará em áreas da Engenharia de Produção (EP), ao corpo acadêmico e à empresa.

À comunidade, de maneira geral, seja no contexto físico ou das pessoas, seja onde ocorrem as transformações industriais, utilizar um TASC pode ser algo tão natural que talvez não seja interessante saber como esse é produzido, mas esse estudo visa mostrar como os TASC são obtidos e gerar conhecimento sobre o PP.

Para quem atua ou visa atuar em áreas da EP, este estudo visa mostrar um tipo de PP e de EFPP, como as coisas são realizadas, como se pode gerar, controlar e até manter um nível da qualidade de um produto mediante o uso de ferramentas que se emprega em áreas do CQTASC. Este estudo pode ser visto como um laboratório, onde do conhecimento acadêmico obtido, parte será colocado em prática.

Para o meio acadêmico, esta pesquisa mostrará duas situações: a primeira é sobre alguns conceitos que foram ministrados em sala de aula, e a segunda situação é sobre a abordagem prática que farão ao entrarem em contato com uma situação real. A abordagem pode-se dizer que será uma oportunidade para alinhar a teoria com a prática, o que não deixa de ser uma oportunidade para aprendizagem. A empresa já faz uso de algumas ferramentas da qualidade com o objetivo de coletar dados e informações no processo, processar e disponibilizar os resultados à tomada de decisões gerenciais. Estima-se que o contexto desta pesquisa pode servir a outros processos de produção na medida em que seus

gestores se conscientizarem do conteúdo, em termos de produtividade. No Referencial Teórico, assuntos pertinentes à produção são apresentados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta conceitos sobre gestão de processo, da qualidade; discorre sobre trefilação a frio, e menciona quais são as atribuições do profissional em área da EP. Outros temas relacionados à representação gráfica de um FPP, sobre quais são as ferramentas da qualidade e gerenciais, sobre o que é melhoria contínua no processo e situa o significado de falhas no PP, também são tratados nesse capítulo.

2.1 Gestão

O termo gestão ou também entendido como administração, segundo Papastawridis (2012) significa conduzir o pensamento sobre algo ou alguma coisa em um processo por meio da tomada de decisões mais assertivas possíveis, isso mediante, inclusive, o uso correto de recursos, seja de recursos humanos, seja de recursos materiais. Estima-se que uma gestão eficaz seja aquela em que o gestor sobretudo busca realizar o que a empresa deseja como resultado à organização: um produto e ou um serviço com a qualidade de preferência superior à que o cliente determina.

Na concepção de Miguel (2006), uma gestão eficaz é aquela onde o gestor busca, além de atender aos interesses da direção da empresa, também melhorar o PP no todo ou qualquer de suas partes, examina o desempenho, identifica as necessidades e orienta sobre o que fazer, para que as partes consideradas críticas se tornem adequadas ao processo de produção.

2.1.1 Gestão de processos

Miguel (2006) salienta que a visão do GP não deve abranger somente o que estiver ao seu alcance local, mas ir mais além dos limites da organização, com vistas identificar e interpretar os interesses e as necessidades dos clientes, isso porque:

Gestão de Processos: examina os principais aspectos dessa gestão, incluindo o projeto do produto, com foco no cliente, a produção, os processos de apoio e relativos aos fornecedores e

parceiros. A gestão de processos deve ocorrer em todos os setores e unidades. Examina, portanto, como os principais processos são projetados, gerenciados eficazmente e aperfeiçoados para obter melhor desempenho e para melhor atender às necessidades dos clientes. (MIGUEL, 2006, p. 75)

Percebe-se no contexto apresentado por Miguel (2006), que gerir um PP demanda conhecer de preferência, não somente o produto, mas, também tudo o que envolveu a sua transformação, a sua utilização e a sua destinação além dos limites da empresa quando for possível se fazer presente e avaliar o produto fora do PP.

2.1.1.1 Processo

A constituição de um processo nem sempre pode ser vista como algo simples. Isso implica dizer, por exemplo, que as condições que se emprega à produção de um mesmo produto em estabelecimentos diferentes tendem a não a mesma por causa do(s) recurso(s) material(is), da(s) tecnologia(s) ou até mesmo humano que forem empregados no processo (SLACK, 2013). Sob o ponto de vista de Carpínetti (2016), um processo pode ser definido como:

[...] uma atividade ou grupo de atividades que transformam uma ou mais entradas (informação, material) em uma ou mais saídas, através da agregação de valor à entrada e utilizando-se de recursos organizacionais (CARPÍNETTI, 2016, p. 36)

Para Samohyl (2009) “[o(s) processo(s)] de produção com menos variabilidade [de recursos materiais, tecnológicos e humanos] propiciam níveis melhores de qualidade nos resultados da produção”, mas nem sempre o que entra, é processado e sai de um PP é de simples operação. O processo da matéria-prima e de insumos em um PP é definido por Chiavenato (2014) da seguinte maneira:

[Processo] é um conjunto de atividades estruturadas e destinadas a resultar em um produto especificado para determinado cliente. É uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com começo e fim, entradas e saídas claramente identificadas”. (CHIAVENATO, 2014, p. 15)

Se por definição um PP pode ser visto como a ordenação específica de uma atividade, conforme mencionado por Chiavenato (2014), então pode-se dizer que um processo, o todo, é composto por partes ou etapas que mediante a utilização de símbolos gráficos ilustram como essas se interagem.

Sobre a divisão de um processo em etapas, Carpínetti (2016) salienta que um processo geralmente é subdividido em partes menores ou etapas que podem ser atividades, tarefas ou outras que interagindo caracterizam o FPP.

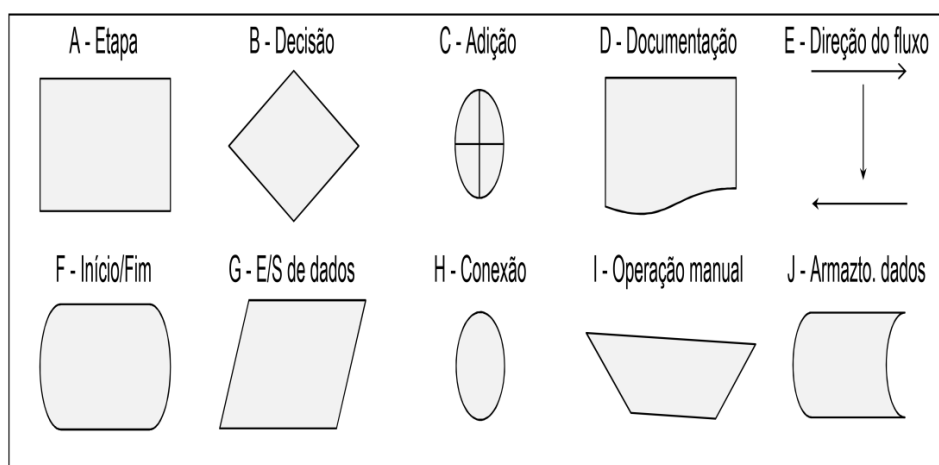
2.1.1.2 Representação gráfica de um fluxo de processos de produção

A representação gráfica das etapas de um FPP não se trata de algo novo; foi criado na década de 1921 por Frank Gilbreth, com o objetivo de ajudar a compreensão sobre como é que uma atividade funciona e “[...] é uma ferramenta muito comum em empresas de diversos ramos de atuação”. (WERNECK, 2021, p. 1)

A utilização de símbolos gráficos visa facilitar a compreensão do PP, simplificar a compreensão desse como um todo e ainda proporcionar os seguintes benefícios: “Melhorar a compreensão dos processos e como eles estão interligados; Mostrar como as atividades e rotinas de trabalho são desenvolvidas na organização; Identificar problemas e gargalos que geram desperdícios e retrabalhos”. (ALONÇO, 2017, p. 2)

É interessante destacar que os símbolos gráficos (FIGURA 1) que indicam as EFPP, por apresentar onde se processa algo, segundo mencionou Alonço (2017) pode facilitar a identificação não somente de problema(s), mas, também a(s) oportunidade(s) de melhoria no PP.

Figura 1 - Símbolos sobre as etapas de um fluxo de processos de produção



Fonte: Alonço (2017). Adaptada pelos autores (2021).

A Figura 1 ilustra de “A” a “J” alguns símbolos normalmente utilizados para apresentar uma EFPP. Para cada etapa é atribuído o seguinte significado, isso de acordo com Alonço (2017):

A - Etapas do processo;

B - Tomada de decisão do tipo “Sim” ou “não”;

C - Adição de algo no ponto selecionado;

D - Documentos ou onde se registram dados e informações interna ou externas;

E - Sentido do fluxo que se percorre;

F - Ponto onde se inicia ou termina o processo;

G - Entrada e ou saída de dados;

H - Entrada ou saída pontos no processo;

I - Operação manual no processo;

J - Espaço ou ponto onde se armazena algo ou alguma coisa no processo.

A figura 1 apresenta apenas alguns dos símbolos para mostrar onde ocorre um determinado fenômeno no PP, o que pode auxiliar, dentre outras possibilidades, a tomada de decisões em áreas da gestão da qualidade.

2.1.2 Gestão da qualidade

O termo qualidade tem sido muito discutido na sociedade em âmbito geral e não somente em indústrias, onde em algumas atividades se busca obter o melhor produto em linha de produção e ofertá-lo ao cliente. Mas nos tempos atuais não é difícil perceber que as organizações é que tem de adequar o produto ao o que o cliente deseja, isso, de acordo com a Associação Brasileira de Norma Técnica (ABNT) - Norma Brasileira de Regulação (NBR) porque o cliente é quem passou a indicar o que quer e com a qualidade esperada. (ABNT NBR ISO 9001, 2015; CARPINETTI, 2012)

Das particularidades da área da qualidade, duas podem ser destacadas: a da redução de custos e dos desperdícios no PP. Reduzir custos e ou desperdícios pode não ser algo fácil de ser feito, mas para que isso não ocorra recomenda-se praticar o controle da qualidade, aperfeiçoar de maneira contínua o processo e, conseqüentemente, o produto. (CARPINETTI, 2012; ABNT NBR ISO 9001, 2015).

O controle da qualidade, segundo Dinsmore; Cavalieri (2013, p. 140) “[...] abrange um conjunto de métodos e atividades adotados com o objetivo de melhoria e manutenção da qualidade”, e a qualidade deve ser levantada, estudada e melhorada todo o período e para isso, inclusive, sugere-se a utilização de ferramentas adequadas em áreas da qualidade, inclusive, para controlar o PP e isso pode ser realizado mediante a inspeção de peças. Mas é importante saber que:

A ideia de controlar um processo para conseguir melhorias é totalmente diferente da ideia de inspecionar peças para identificar não-conformidades, embora os dois procedimentos utilizem em parte as mesmas ferramentas [da qualidade]. A inspeção de peças individuais tem como objetivo a eliminação de peças de baixa qualidade do lote, as quais não alcançam as expectativas do consumidor e não devem ser entregues ao cliente. Com constante inspeção do produto ao longo da linha de produção, a empresa identifica o produto que precisa de retrabalho ou até mesmo de rejeição total

[...] Uma fábrica realmente eficiente não exige inspeções grandes a toda hora porque existe muita confiança, já comprovada historicamente, que o produto está saindo dentro das especificações, pois o processo está sob controle e com capacidade e desempenho garantidos. (SAMOHIL, 2009, p. 11)

Gerir a qualidade de um produto e de um PP, segundo Samohil (2009) requer do gestor e dos envolvidos no processo melhorar cada vez mais o próprio PP e os produtos, de maneira alcançar e manter o valor do produto.

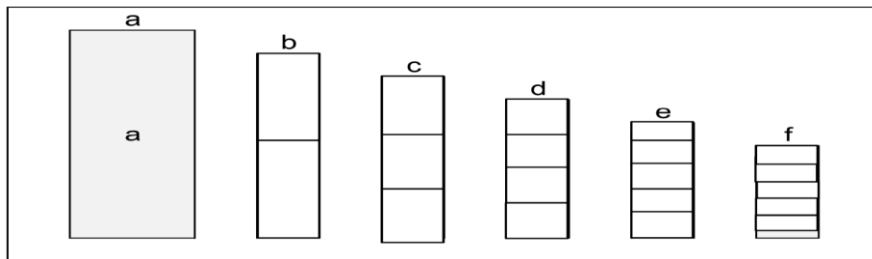
Vale destacar que, segundo Samohil (2009), a melhoria de um PP ou de qualquer de suas etapas não depende somente de inspeções visuais para se garantir o cumprimento das especificações que norteiam a produção ou o processo, isso implica dizer que caso seja necessário inspecionar algo, então a utilização de ferramentas envoltas na área da qualidade pode ajudar.

2.1.2.1 Ferramentas da qualidade

De acordo com Carpinetti (2016, p. 80), o uso de Ferramentas da Qualidade (FQ) podem auxiliar no reconhecimento, na coleta, no processamento de dados e de informações importantes no PP ou em qualquer de suas partes, com vistas auxiliar na visualização do fenômeno e auxiliar o gestor do PP de modo este promover Melhoria(s). Cada FQ compreende:

- 1ª FQ - Estratificação - A Figura 2 ilustra a estratificação de um objeto. Carpinetti (2016, p. 81) mencionou que “A estratificação consiste na divisão de um grupo [a] em diversos [b-f] grupos com base em características distintas ou de estratificação”.

Figura 2 - Ilustração/Estratificação



Fonte: Rodrigues (2004). Adaptado pelos autores (2021).

A Figura 2 exemplifica um tipo de estratificação, onde “a” é o objeto inteiro ou a base, e as demais partes, de “b” a “f” representam as divisões.

- 2ª FQ - Folha de Verificação (FV) - Um exemplo de FV é apresentado na figura 3. Refere-se de um tipo de impresso onde consta basicamente três colunas: uma onde se lista o fenômeno sob estudo, uma coluna onde se aponta quantas vezes observações sobre o fenômeno foram realizadas, e na terceira coluna se coloca o total das observações. Não se trata de um impresso padronizado, isso porque cada organização opta pelo modelo que lhe atende. (RODRIGUES, 2004)

Figura 3 - Ilustração/Folha de Verificação

	1	2	3
	Fenômeno	Frequência	Total
a	Desconformação	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	18
b	Diâmetro anormal	xxxxxxxxxxxxxxx	12
c	Oxidação	xxxx	4
d	Perfuração	xxxxxxx	7
e	Risco-Classe/1	xxxxxxxxxxx	10
f	Risco-Classe/2	x	1
g	Trinca(s)	xx	2
			54

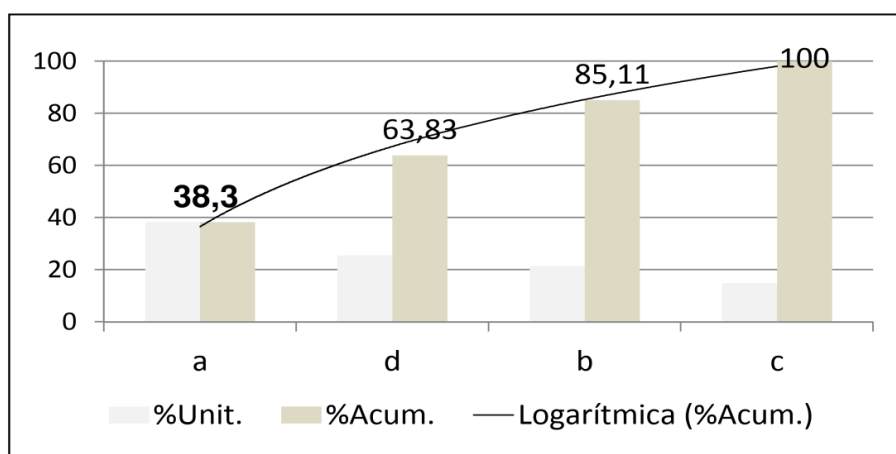
Fonte: Rodrigues (2004). Adaptado pelos autores (2021).

A Figura 3 exemplifica uma FV. Observa-se na coluna “1” os fenômenos ou os itens que foram postos sob observação; na coluna “2” ou coluna da frequência vê-se quantas vezes cada fenômeno foi observado, e na coluna “3” consta o total de cada item que foi observado.

Carpinetti (2016, p. 8) menciona que “A folha de verificação é usada para planejar a coleta de dados a partir de necessidade de análise de dados futura”.

- 3ª FQ - Gráfico de Pareto - De acordo com Rodrigues (2004), o Gráfico de Pareto ou, também denominado de Diagrama de Pareto é um gráfico de barras destinados a mostrar a distribuição de percentual unitário e de percentual acumulado (FIGURA 4) e, sobretudo, a ordem de priorização.

Figura 4 - Ilustração/Gráfico de Pareto



Fonte: Rodrigues (2004). Adaptado pelos autores (2021).

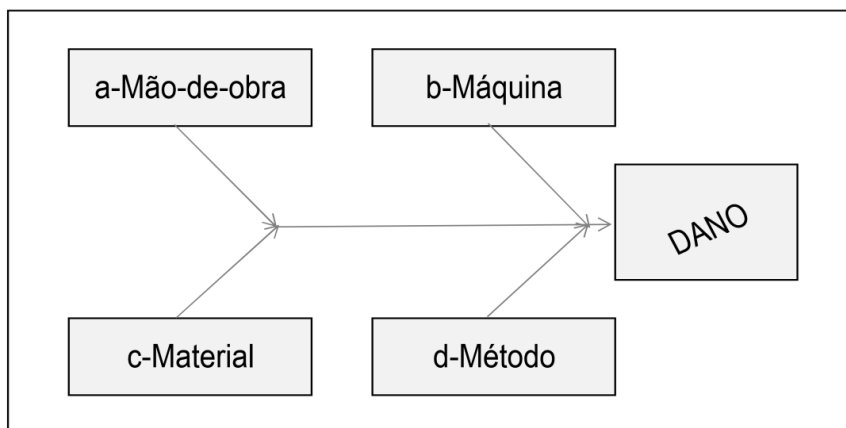
O gráfico de Pareto exemplificado na Figura 4 apresenta duas distribuições percentuais: uma relacionada ao %Unitário (%Unit.), e a outra em relação do %Acumulado (%Acum.). E em “a” vê-se o item que se for tratado em primeiro

momento (item priorizado), os demais itens, no caso, o item “d”, “b” e “c” tendem a ser eliminados. Rodrigues (2004) conceituou Gráfico de Pareto, da seguinte forma:

O Diagrama [ou gráfico] de Pareto é um gráfico de barras verticais que permite determinar quais problemas resolver e quais as prioridades. Ele deve ser construído tomando como suporte uma Lista [Folha] de Verificação. Este diagrama é importante para explicitar os problemas prioritários de um processo, através da relação 20/80 (20% das causas explicam 80% dos problemas). Essa “regra” prática tem sido bastante útil para identificar e priorizar os problemas mais frequentes. (RODRIGUES, 2004, p. 106)

- 4ª FQ - Diagrama de Causa e Efeito - A Figura 5 ilustra a estrutura de um Diagrama de Causa e Efeito ou, também denominado por Espinha de Peixe ou, também Diagrama de Ishikawa, conforme menciona Carpinetti (2016) e Rodrigues (2004).

Figura 5 - Ilustração/Diagrama de causa e efeito



Fonte: Rodrigues (2004). Adaptado pelos autores (2021).

Observa-se na Figura 5 quatro situações ou 4 M (de “a” a “d”), que de alguma maneira atuaram e contribuíram à ocorrência de um dano. Rodrigues (2004) relacionou as seguintes condições em relação aos 4M:

- Mão-de-obra: depende de treinamento, supervisão e motivação.
- Máquina: depende de manutenção, adequação, capacidade e instrumentação.
- Material: depende de estocagem, qualidade, especificação, rendimento e perdas.

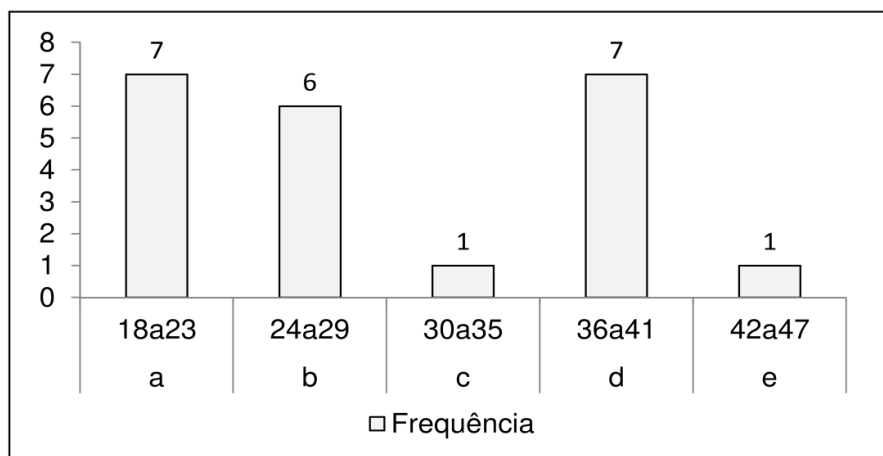
➤ Método: depende de processo de fabricação, fluxo, tolerância e instrumentação. (RODRIGUES, 2004, p. 115)

Carpinetti (2016) conceituou sobre o Diagrama de Causa e efeito a seguinte forma:

O [...] foi desenvolvido para representar as relações existentes entre um problema ou o efeito indesejável do resultado de um processo e todas possíveis causas desse problema, atuando como um guia para a identificação da causa fundamental desse problema e para a determinação das medidas corretivas que devem ser adotadas. (CARPINETTI, 2016, p. 87)

- 5ª FQ - Histograma - Rodrigues (2004, p. 84) menciona que “Histogramas [FIGURA 6] são diagramas de barras verticais de Distribuição de Frequência de um conjunto de dados numéricos. Tem por finalidade apresentar a variabilidade dos dados em um determinado período”.

Figura 6 - Ilustração/Histograma

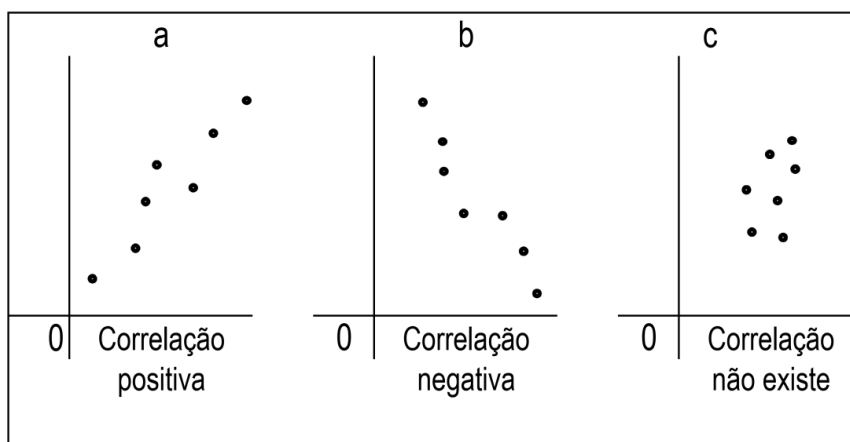


Fonte: Rodrigues (2004). Adaptado pelos autores (2021).

A Figura 6 ilustra a distribuição de “a” a “e” quantos elementos compõem, no caso, como exemplo, uma determinada faixa que pode ser de idade, de número de ocorrência e outras. Por exemplo: na faixa “a” /18 a 23, 7 elementos a compõe; na faixa “b/24 a 29”: 6 elementos; em “c/30 a 35”: 1 elemento; em “d/36 a 41”: 7 elementos, e em “e/42 a 47”: 1 elemento.

- 6ª FQ - Diagrama de Dispersão - Rodrigues (2004) salienta que o Diagrama de Dispersão (FIGURA 7) é uma ferramenta onde é possível identificar a existência e a intensidade do relacionamento (correlação positiva(a), negativa(b) ou inexistente(c) entre variáveis. Sob o ponto de vista de Carpinetti (2016, p. 84), “O diagrama de dispersão [FIGURA 7] é um gráfico utilizado para a visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis”. Podem indicar o que causou ou pode ter causado um dano ou efeito sobre determinado objeto.

Figura 7 - Ilustração/Diagrama de dispersão

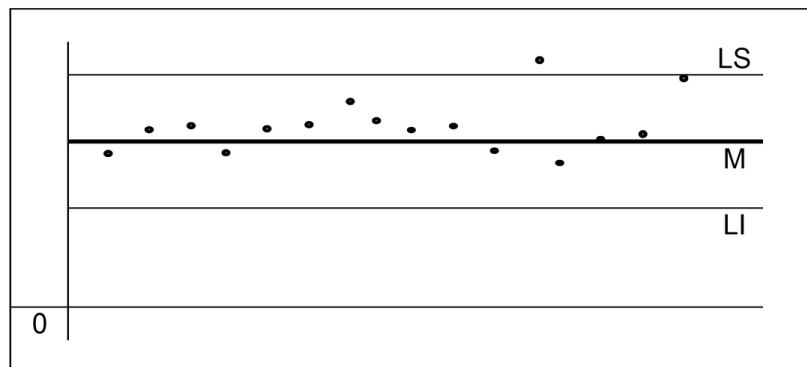


Fonte: Carpinetti (2016). Adaptado pelos autores (2021).

A Figura 7 ilustra a correlação positiva, a correlação negativa, e a correlação não existente sobre uma determinada análise. Observa-se que na correlação positiva, as observações tendem a ser ascendentes; na correlação negativa as observações tendem a ser descendentes, e diz ser inexistente quando não se observa variações. (CARPINETTI, 2016)

- 7ª FQ - Gráfico de Controle - Segundo Rodrigues (2004), o objetivo do uso de gráficos de controle é garantir que o processo opera na sua melhor condição, ou seja, a produção de um determinado item não sofre variações ou quando sofrem, as variações estão dentro de determinado limite.

Figura 8 - Ilustração/Gráfico de controle



Fonte: Rodrigues (2004). Adaptado pelos autores (2021).

Vê-se na Figura 8 três variáveis para o controle: Limite Superior (PS); Média(M), e Limite Inferior (LI), que representam as médias da amostra e a amplitude tolerada. Sobre este assunto, Carpinetti (2016) menciona o seguinte:

As comparações das médias de amostra para amostra e das amplitudes (diferença entre máximo e mínimo) de amostras para amostra indicam como o processo está variando. Quando um processo está em controle estatístico, ou seja, quando apenas causas crônicas de variabilidade estão presentes, o resultado do processo, conforme ele evolui no tempo, deve se distribuir aleatoriamente segundo um padrão de distribuição normal, variando dentro de limites previsíveis em torno de um ponto central. Carpinetti (2016, p. 97)

Observa-se na citação de Carpinetti (2016) que um processo pode ser considerado controlado quando as variações, por exemplo: medidas de diâmetros interno ou externo são toleradas, mas para isso se torna necessário estabelecer previamente qual deve ser a média e os limites de tolerância inferior e superior na escala de medidas.

2.1.2.2 Ferramentas gerenciais

Rodrigues (2004) mencionou que em áreas da qualidade se pode utilizar Ferramentas Gerenciais (FG) com vistas auxiliar na identificação das causas mais prováveis sobre a existência de problemas em linhas de produção

Dentre algumas, o Brainstorming ou tempestade de ideias, o Ciclo PDCA, o Planejamento Estratégico ou o Plano de Ação, e o pode(m) ser aplicada(s), isso de acordo com Rodrigues (2004).

- 1ª FG - O Brainstorming ou tempestade de ideias é definido por Ramos (2021) como:

[...] uma técnica grupal - ou individual - na qual são realizados exercícios mentais com a finalidade de resolver problemas específicos [...] no Brasil também é conhecido como “Tempestade de ideias”.

Tal técnica vem sendo considerada a espinha dorsal em muitas áreas, como [...] a Gestão de Processos, bem como todas as ramificações da engenharia”. (RAMOS, 2021, p. 1)

Para utilizar a ferramenta gerencial do tipo Brainstorming, Rodrigues (2004) sugeriu que as seguintes etapas sejam aplicadas:

Etapa 1

Estabelecer o objetivo a ser tratado claramente

Etapa 2

Convocar a equipe

Etapa 3

Indicar um coordenador para dirigir a equipe.

Etapa 4

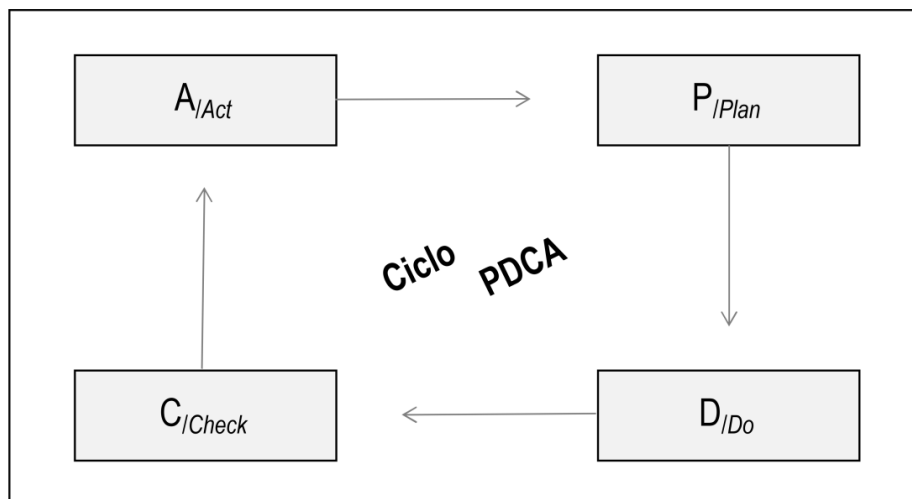
Indicar um membro [para] registrar as ideias e administrar o tempo.

Etapa 5

Definir regras para o funcionamento:

- Definir a metodologia, a forma de participação ou intervenção dos membros.
 - Todas as ideias devem ser registradas onde possam ser vistas por todos.
 - Nenhuma ideia pode ser criticada ou rejeitada.
 - Outras ideias podem e devem ser criadas a partir de ideias anteriores. (RODRIGUES, 2004, p. 113)
- 2ª FG - O Ciclo PDCA - A Figura 9 exemplifica um ciclo PDCA que é, de acordo com o item 0.3.2 da Associação Brasileira de Norma Técnica - Norma Brasileira de Regulação (ABNT NBR ISO 9001, 2015), uma maneira de se avançar em direção à melhoria contínua na organização.

Figura 9 - Ilustração sobre ciclo PDCA



Fonte: ABNT NBR ISO 9001 (2015). Adaptado pelos autores (2021).

A Figura 9 exemplifica um ciclo, onde as etapas PDCA que o compõem significam, de acordo com a ABNT NBR ISO 9001 (2015, p. 10):

- [P] Plan (Planejar): estabelecer os objetivos do sistema e seus processos e os recursos necessários para entregar resultados de acordo com os requisitos dos clientes e com as políticas da organização;
- [D] Do (fazer): implementar o que foi planejado;
- [C] Check (checar): monitorar e (onde aplicável) medir os processos e os produtos e serviços resultantes em relação a políticas, objetivos e requisitos, e reportar os resultados;
- [A] Act (agir): executar ações para melhorar desempenho, conforme necessário.
- [...] pode ser aplicado para todos os processos e para o sistema de gestão da qualidade como um todo.

Observa-se no contexto apresentado no item 0.3.2 da ABNT NBR ISO 9001 (2015) que o primeiro passo é planejar as ações a serem realizadas, principalmente em áreas da produção, da entrada da matéria-prima, o processamento, e até a disposição do produto para o cliente, seja o interno, seja o externo da organização.

- 3ª FG - Planejamento estratégico ou plano de ação - Chiavenatto (2014) salienta que, quando se quer atingir algum objetivo, é preciso planejar as ações, de maneira antecipada e o que for planejado deve ser executado e ser aprovado pela cúpula da organização. A Figura 10 ilustra a estrutura

de um Plano de Ação (PA) composto por 5W2H, tratada como uma ferramenta gerencial.

Figura 10 - Ilustração sobre a estrutura da ferramenta gerencial do tipo 5W2H

Problema O que tratar?	1° W <i>What</i>	2° W <i>Why</i>	3° W <i>Where</i>
	O quê?	Por quê?	Onde?
4° W <i>Who</i>	5° W <i>When</i>	1° H <i>How</i>	2° H <i>How Much</i>
Quem	Quando	Como?	Quanto custa?

Fonte: Carpinetti (2016). Adaptada pelos autores (2021).

A Figura 10 mostra a estrutura de um PA constituído por 5W2H, onde cada “W” e “H” significa:

1º - What - O quê? Dever-se a ação a ser implementada;

2º - Why - Por quê? Apresenta-se a justificativa à implementação da ação;

3º - Where - Onde? Em que unidade, processo ou EFPP a ação será implementada?

4º - Who - Quem? Qual pessoa será a responsável pela implementação do PA?

5º - When - Quando? Qual será a data inicial e a final à implementação do PA?

1º - How Como: faz-se uma breve descrição sobre como o PA será realizado.

2º - How much: indica-se o valor a ser gasto. (CARPINETTI, 2016)

Vale destacar, ainda, que, de acordo com Chiavenatto (2014), um PA pode ser:

[...] tático: refere-se ao meio de campo da organização para cada unidade organizacional ou departamento da empresa. Suas características são:

- Indica a participação de cada unidade no planejamento global. Refere-se a cada área ou departamento da empresa.

- Seu horizonte temporal é de médio prazo, geralmente um ano.

- É definido por cada unidade organizacional como contribuição ao [PA].

[...] operacional: refere-se à base da organização envolvendo cada tarefa ou atividade da empresa. Suas características são:

- Indica como cada tarefa, operação ou atividade deverá contribuir para o planejamento tático da unidade.

- Seu horizonte temporal é de curto prazo, geralmente um mês.

- É definido para cada tarefa, operação ou atividade exclusivamente. (CHIAVENATTO, 2014, p. 67)

Nota-se que das diferenças de PE ou PA, o tempo de execução se destaca: o PA tático é geralmente de um ano, e operacional, de um mês ou de curto prazo e em áreas da qualidade isso pode impactar o aspecto melhoria contínua no PP.

2.1.3 Melhoria contínua no processo

A expressão melhoria contínua, de acordo com Dinsmore; Cavalieri (2013, p. 148) “Corresponde à implementação de melhorias gradativas e contínuas aos processos em geral, no sentido de otimizar a sua execução e, dessa forma, aumentar a produtividade, reduzir custos e assegurar cada vez mais a satisfação dos clientes”.

Nota-se nos tempos atuais que um tema muito discutido na(s) sociedade(s) é a satisfação dos clientes, a redução de custo e a elevação da produtividade, inclusive de maneira sustentável. E em áreas da qualidade o que mais se teme é a geração ou a elevação dos custos no processo. Neste contexto surge a preocupação de fazer a coisa certa a partir do primeiro momento, em outras palavras, de que os produtos não sejam classificados como não-conforme e com isso causem algum prejuízo. Os custos conforme e não-conforme são apresentados da seguinte forma:

[o] Custo de Conformidade e Não-Conformidade [...] está relacionado basicamente com a premissa de realizar-se as atividades da maneira correta logo na primeira tentativa da sua execução, evitando-se a possibilidade de ocorrência de erros, os quais podem gerar um custo adicional às mesmas. Sendo assim, os custos oriundos dos investimentos em qualidade no sentido

de promover a conformidade compensam eventuais prejuízos ocorridos em função da não-conformidade dos produtos ou serviços gerados. (DINSMORE; CAVALIERI, 2013, p. 149)

É importante exemplificar as conformidade e não-conformidade:

[a - custos de conformidade:] treinamentos, planejamento, controle de processo, testes de campo, de validação do processo, validação de design, auditorias de qualidade, testes e avaliações

[b - custos de não-conformidade:] retrabalho, quebra, recolhimento (recal) de produtos, indenizações, serviços ou reparos de garantia, julgamento de responsabilidades, ações corretivas no produto, manuseio de reclamações etc. (DINSMORE; CAVALIERI, 2013, p. 149)

Sobre um retrabalho, uma vez determinado o que o causou, uma ferramenta gerencial possível de ser utilizada é o ciclo PDCA, nesse caso, a etapa “P/Planejamento”, e o recurso gerencial do tipo 5W2H para implementar um programa de melhoria contínua no PP. A melhoria contínua foi definida por Coutinho (2021) como:

[...] a prática adotada por diversas empresas visando tornar seus resultados cada vez melhores, mais eficientes e eficazes, sejam eles em produtos, processos ou serviços. É um processo cíclico sem fim, afinal, sempre há novas oportunidades de melhoria para serem identificadas e colocadas em prática. (COUTINHO, 2021, p. 2)

Percebe-se na citação apresentada por Coutinho (2021), que a busca pela melhoria do PP é um ato constante, isso porque o(s) mercado(s) não param de evoluir e ao que indica sempre haverá oportunidade para melhorar algo no processo. Santos (2021) definiu melhoria contínua como:

[...] uma prática adotada por diversas empresas que visa atingir, ininterruptamente, resultados cada vez melhores - sejam eles nos produtos e serviços da empresa, ou então em seus processos internos. A melhoria contínua pode ser atingida através de diversas metodologias e boas práticas organizacionais. (SANTOS, 2021, p. 1)

No contexto apresentado por Santos (2021), percebe-se que apresentar resultados melhores e cada vez melhores pode até ser um desafio, mas isso pode ser amenizado ou até resolvido na medida em que a empresa identificar e tratar as falhas que ocorrem no PP ou em qualquer das EFPP.

2.1.4 Tratamento de falhas no processo

Santos (2018) e Barbosa (2018) mencionaram que o *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA); tradução: Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos é uma ferramenta que a gerência da qualidade pode utilizar para determinar tratar os modos de falhas, promover melhorias e controlar de modo eficiente o que ocorre em todo o PP e até o uso do produto analisado. Isso pode ser visto da seguinte forma:

[A FMEA] é o procedimento ou ferramenta sistemática para determinar os possíveis modos de falha de qualquer processo, produto ou projeto. É um curso de ação passo a passo que analisa cada fase ou progressão do estudo. A FMEA também levará em consideração os efeitos potenciais das falhas no objetivo geral do processo, ajudará planejadores e gerentes a identificar e priorizar os modos de falha e revisar os resultados dos planos de ação implementados. (SANTOS, 2018, p. 1)

O método visa Analisar de um modo qualitativo conhecer as possíveis falhas e listar possíveis efeitos gerados pelas falhas mais críticas de um determinado equipamento ou produto e propor ações de melhorias que aumentem a confiabilidade do produto. A análise permeia todo o processo, desde projeto, processo produtivo e também uso do produto analisado. (BARBOSA, 2018, p. 1)

A ferramenta FMEA, segundo Santos (2018) e Barbosa (2018) não é uma ferramenta nova, para uso gerencial em áreas da qualidade; para estes autores, a FMEA foi utilizada no meio militar americano na década de 1940 com a finalidade de estabelecer a confiabilidade dos equipamentos militares americanos, e na década de 1960 a NASA a utilizou em todos os seus projetos, principalmente após a Segunda Grande Guerra Mundial. De acordo com Silva; Lima (2019) e Sakurada (2001):

O FMEA é um método qualitativo que estuda os possíveis modos de falha dos componentes, sistemas, projetos e processos e os respectivos efeitos gerados por esses modos de falha. O modo de falha é a expressão utilizada para caracterizar o processo e o mecanismo de falha que ocorre nos itens. O efeito é maneira como o modo de falha se manifesta. Cada item pode ter diferentes modos de falha. Um determinado modo de falha vai se tornar mais ou menos evidente, dependendo da função que o item está desempenhando naquele caso específico. O efeito, por sua vez, segue a mesma sistemática. (SAKURADA, 2001, p. 6. Grifo nosso)

É importante destacar que o método qualitativo citado por Sakurada (2001) é uma maneira indutiva de atribuir alguma consideração, no caso, à falha que ocorreu em um item e de que de certa maneira a torna evidente.

Toledo; Amaral (2021) apresentou o seguinte impresso (FIGURA 11) geralmente utilizado em FMEA:

Figura 11 - Ilustração sobre os quesitos básicos de um impresso/FMEA

Análise do Tipo e Efeito de Falha																	
Cod_pec: Nome da Peça: Data: Folha No. ____ de ____								<input type="checkbox"/> FMEA de Processo <input type="checkbox"/> FMEA de Produto									
(A)								(B)									
Descrição do Produto/ Processo	Função(ões) do produto	Tipo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controles Atuais	Índices				Ações de Melhoria							
						S	O	D	R	Ações Recomendadas	Responsável/ Prazo	Medidas Implantadas	Índices Atuais				
													S	O	D	R	
(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)		(I)			(J)	(K)	(L)		(I)			

S = Severidade O = Ocorrência D = Detecção R = Riscos

Fonte: Toledo; Amaral (2021). Adaptada pelos autores (2021).

A Figura 11 apresenta de “A” a “L” quais são as etapas/informações básicas geralmente requeridas em uma análise do tipo FMEA. Cada etapa significa, segundo Toledo; Amaral (2021):

A - Identificação do fenômeno ou peça ou o objeto sob análise;

B - Tipo de análise a ser realizada;

C - Produto/Processo objeto de análise;

D - Função e/ou características que devem ser atendidas pelo produto;

E - Forma e modo como as características/funções podem deixar de ser atendidas;

F - Consequências do tipo de falha sobre o sistema e sobre o cliente;

G - Causas que podem ser responsáveis pelo tipo de falha em potencial;

H - Medidas preventiva de detecção que já tenham sido tomadas;

I - Severidade(S); Ocorrência(O); Detecção(D), e Riscos;

J - Ações recomendadas para a diminuição dos riscos;

K - Responsável e prazo;

L - Medidas implementadas.

Ainda sobre como executar uma análise do tipo FMEA, Carpinetti (2016, p. 131-132) apresentou as seguintes etapas:

Etapa I: nessa etapa, são identificadas as falhas, as possíveis causas e os meios existentes de detecção da falha. Em função dessa análise, são definidas as notas para severidade, ocorrência e detecção para em seguida definir as falhas de solução prioritária, com base no identificador RPN (Número de Prioridade de Risco);

Etapa II: após a análise de causas das falhas e meios de detecção existentes e tendo em vista a ordem de prioridade de resolução das falhas, devem-se definir planos de ação para a eliminação ou minimização das falhas prioritárias;

Etapa III: após a implementação das ações propostas, a equipe de FMEA deve reanalisar as falhas, ocorrências e detecção, para avaliar se as ações propostas eliminaram ou minimizaram a ocorrência das causas das falhas.

Esse estudo visa apresentar o uso de algumas ferramentas da qualidade e ou gerencial para que assuntos relacionados à trefilação de tubos a frio, em levantamento da qualidade dos tubos sem costura.

2.2 Síntese sobre a trefilação de tubo a frio

Relatos históricos apontam que a trefilação não é uma operação nova ou que tenha sido desenvolvida nos tempos modernos, mas foi iniciada por volta do século IV, Antes de Cristo (a.C.), e a produção de ferro por trefilação de metais não ferrosos, ao que tudo indica ocorreu iniciou-se entre os séculos XII ou XIII Depois de Cristo (d.C.), onde o processo geralmente era lento.

Sobre o processo de trefilação, TREFILAÇÃO (2021) mencionou o seguinte:

Um dos processos de conformação mais antigos de que se tem notícia datando do século IV a.C. (TREFILAÇÃO, 2021, p. 3)

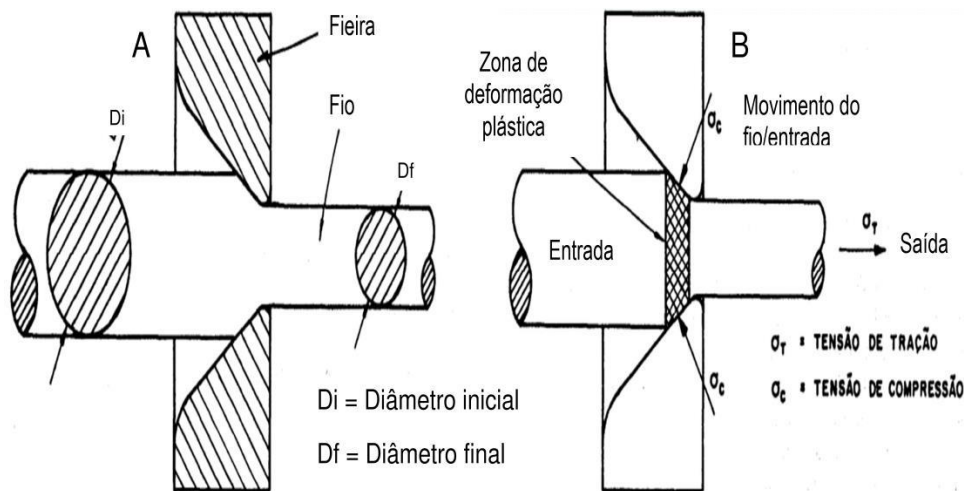
Relatos confiáveis de trefilação de metais não ferrosos datam dos primeiros séculos d.C. (TREFILAÇÃO, 2021, p. 4)

Produção de ferro por trefilação começou no século XII ou XIII d. C bancada de trefilação permitia o trabalho com materiais mais resistentes que o cobre e o latão, porém, com baixa produtividade.

- O material era preso no anel, e o anel preso à alavanca. - A cada puxada da alavanca, o material avançava 7-10 cm. (TREFILAÇÃO, 2021, p. 5)

Vale destacar que o processo de trefilação ocorre a frio, onde se pode obter a redução do diâmetro de barras de ferro (FIGURA 12), ou obter tubos com diâmetros variados, segundo a aplicação ou utilização a que serão submetidos.

Figura 12 - Ilustração sobre como ocorre uma trefilação de fio



Fonte: (TREFILAÇÃO, 2021). Adaptada pelos autores (2021).

A Figura 12 ilustra de que maneira ocorre a redução de uma barra, no caso, uma trefilação a frio. Em “A” a figura indica o Diâmetro inicial (D_i) e o Diâmetro final (D_f) a zona de deformação plástica ou a que recebe a compressão mecânica, movimento do fio que foi trefilado e o sentido da tensão. Em “B” observa-se:

- Região de entrada: guia a entrada de matéria-prima;
- Região de trabalho - executa deformação plástica por escoamento convergente;
- Região de calibração - define geometria e dimensões do produto;
- Região de saída - onde ocorre o retorno elástico do material. (TREFILAÇÃO, 2021, p. 27)

Segundo Button (2002 apud GOMES, 2015, p. 8), a trefilação a frio “[significa] passar o material através do orifício de uma ferramenta (matriz), tracionando-o por uma das pontas, caracterizando-se pelo tracionamento do produto trefilado através dessa matriz que lhe confere a geometria e dimensões especificadas.

Quanto ao passar o material através de um orifício, Gomes (2015) menciona que o processo, por não ser previamente aquecido requer uma elevada força mecânica e lubrificantes para que as partes não sofram alguma aderência e sejam danificadas. Isso pode ser analisado a seguir:

A trefilação é um processo de conformação mecânica caracterizado pela passagem de um fio-máquina através de uma ferramenta cônica (fieira), promovendo um encruamento da camada superficial do produto final e mantendo a ductilidade do núcleo. A matéria-prima é tracionada na saída da fieira através de garras e, à medida que vai atravessando a ferramenta sofre uma deformação plástica que ocasiona uma redução de sua seção transversal. Os esforços preponderantes na deformação são esforços de compressão resultantes da reação do material metálico com as paredes internas da fieira, determinando que a trefilação seja classificada como um processo por compressão indireta. (MENEZES et al., 2016, p. 2)

O processo de trefilação a frio de barras de aço, por não ter o auxílio no trabalho de conformação proporcionado por um aquecimento prévio da matéria prima, requer alta energia mecânica, que por sua vez, exige eficácia no desempenho do meio lubrificante e fim de evitar aderência da peça à matriz, o que causaria a perda do produto final por:

- Risco na superfície;
- Quebra;
- geração de defeitos internos ou:
- por trinca ou fratura da matriz.

[...] reduções de área da secção transversal, esse processo geralmente necessita de operações intermediárias - incluindo eventualmente etapas de tratamento térmico. (GOMES, 2015, p. 1-2)

Percebe-se que o próprio momento da matéria prima, no caso, de barra de aço que ao entrar e passar pela fieira pode promover danos na peça gerada, além de outros, até a ruptura ou quebra da ferramenta matriz, a que atribui forma à peça. Sobre como evitar danos ao produto, Menezes et al. (2016) mencionou que um

dano pode até ser evitado, desde que seja feita uma escolha correta do material de trefilação/fieira, e que o dimensionamento seja adequado ao projeto.

Outra maneira para se evitar riscos é fazer a escolha correta do lubrificante, seja via úmida, seja via seca. Sobre isso, Darendeliler (2002) apud Gomes (2015, p. 43) mencionou que “A eficácia da lubrificação na trefilação a frio [...] é fundamental para garantir o sucesso da operação. Da lubrificação depende a qualidade superficial e a prevenção de defeitos internos no produto final”. Sobre os tipos de lubrificantes:

Para a **trefilação a frio** [...] é mais comumente encontrada a utilização do lubrificante líquido (via úmida) com aditivos de externa pressão (enxofre, grafite, molibdênio dentre outros. (GOMES, 2015, p. 43. Grifo nosso)

A **lubrificação seca** - pela utilização de sabão - é condição recomendada para o trabalho de conformação a pequeníssimas reduções - passe de acabamento (skin-pass) - onde o ângulo de conformação é baixo e a redução menor que 1%. Sob tal regime de conformação o serviço de lubrificação - se úmido ou misto - fica prejudicado, podendo riscar o produto final. O sabão pode ser aplicado diretamente no momento da trefilação, ou anteriormente, através da fosforização e cobertura com sabão reativo - esta última, com cobertura uniforme e eficaz quando comparada com a aplicação úmida. (GOMES, 2015, p. 44. Grifo nosso)

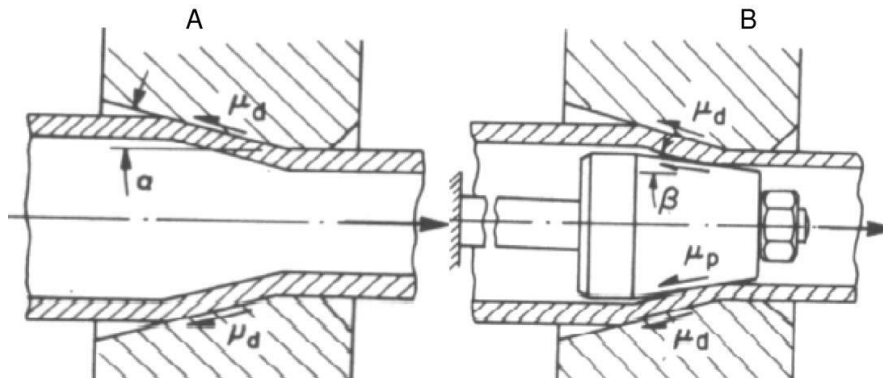
Um produto trefilado a frio pode apresentar boa qualidade desde que seja realizada uma lubrificação adequada. Quanto a isso, Trefilação (2021) menciona o seguinte:

- Boa qualidade dimensional (tolerâncias bastante fechadas);
- Boa qualidade superficial;
- Boa qualidade geométrica;
- Propriedades podem ser alcançadas pelo controle adequado da redução de área e lubrificação. (TREFILAÇÃO, 2021, p. 11).

Os produtos que podem ser obtidos por trefilação são vários, de muitas espessuras, no caso de fios ou seção transversal circular, de um lado, e do outro, também tubos sem ou com costura, extrudados a quente até laminados, que podem ser utilizados ou empregados, dentre outras atividades, à indústria automobilística, à de máquinas e equipamentos, e até em áreas da construção civil. (TREFILAÇÃO, 2021)

Vale destacar que a “Trefilação de tubos tem como objetivo obter produtos com melhor acabamento superficial e tolerâncias dimensionais, paredes mais finas e perfis mais regulares”, segundo a destinação que será dada ao tubo (TREFILAÇÃO, 2021, p. 50). A Figura 13 apresenta dois tipos de mandris ferramenta:

Figura 13 - Ilustração sobre trefilação de tubo com mandril flutuante e estacionário



Fonte: (TREFILAÇÃO, 2021). Adaptada pelos autores (2021).

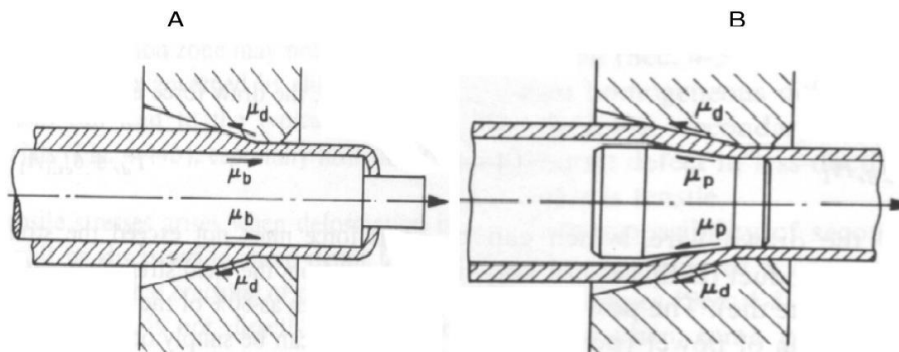
A Figura 13 ilustra de que maneira tubos de aço são produzidos quando:

A - Não existe mandril (flutuante). Proporciona uma deformação no interior do tubo não restrita. Também: ocorre aumento da espessura da parede e a superfície interna fica mais irregular, o trabalho redundante fica maior e a redução da área é limitada. (TREFILAÇÃO, 2021)

B - Existe um mandril (estacionário). O diâmetro interno / externo são modificados e controlados. O mandril pode ser cilíndrico ou no formato cônico, apresenta elevado nível de ruído devido à ação do atrito e a redução da área que normalmente não é superior a 30%. (TREFILAÇÃO, 2021)

Outros dois tipos de mandril que podem caracterizar um TASC são (FIGURA 14):

Figura 14 - Ilustração sobre trefilação de tubo com mandril passante e flutuante



Fonte: (TREFILAÇÃO, 2021). Adaptada pelos autores (2021).

A Figura 14 apresenta dois tipos de mandril, segundo Trefilação (2021):

A - Mandril passante: apresenta o mesmo comprimento do tubo e é puxado com ele pela matriz; o diâmetro interno é mantido constante; é difícil retirar o mandril após o tubo ser processado, e o atrito na parede interna ser anulado;

B - Mandril flutuante: utilizado para processar tubos longos e que podem ser bobinados; geralmente não se utiliza hastes longas e a ocorrência de ressonância na haste; o projeto deve levar em conta a aplicação de lubrificantes e a geometria das ferramentas que se utiliza. A redução pode chegar até 45% do diâmetro original, com o gasto de força menor do que no processo com haste.

Nos contextos apresentados percebe-se que a lubrificação é uma técnica indispensável para se evitar o atrito entre as paredes quando essas forem tracionadas e estiverem em contato com os mandris.

2.3 Atribuições dos profissionais em Engenharia de Produção

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), o Art. 1º da Resolução nº 235, de 9 de outubro de 1975, que discorre sobre as atividades profissionais do Engenheiro de Produção menciona que este profissional:

[deve desempenhar as] atividades 01 a 18 do artigo 1º da Resolução nº 218, de 29 JUN 1973, referentes aos procedimentos na fabricação industrial, aos métodos e sequências de produção industrial em geral e ao produto industrializado; seus serviços afins e correlatos. (Resolução nº 235, 1975 apud ABEPRO, 2014, p. 1)

As atividades a que se refere o Art. 1º da Resolução nº 218 são:

- Atividade 01 - Supervisão, coordenação e orientação técnica;
- Atividade 02 - Estudo, planejamento, projeto e especificação;
- Atividade 03 - Estudo da viabilidade técnico-econômica;
- Atividade 04 - Assistência, assessoria e consultoria;
- Atividade 05 - Direção de obra e serviço técnico.
- Atividade 06 - Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;
- Atividade 07 - Desempenho de cargo e função técnica;
- Atividade 08 - Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão;
- Atividade 09 - Elaboração de orçamento;
- Atividade 10 - Padronização, mensuração e controle de qualidade;
- Atividade 11 - Execução de obra e serviço técnico;
- Atividade 12 - Fiscalização de obra e serviço técnico;
- Atividade 13 - Produção técnica e especializada;
- Atividade 14 - Condução de trabalho técnico;
- Atividade 15 - Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;
- Atividade 16 - Execução de instalação, montagem e reparo;
- Atividade 17 - Operação e manutenção de equipamento e instalação;
- Atividade 18 - Execução de desenho técnico.

Dentre as possibilidades de atuação pode-se dizer que inspecionar a produção de um produto, segundo a Atividade 10: padronização, mensuração e controle de qualidade é uma atribuição onde o profissional em áreas da EP pode atuar. Outra consideração foi mencionada pelo Guia de Carreira: “[...] o engenheiro de produção é responsável por garantir a eficiência dos processos produtivos, além de manter baixos os custos de produção de uma empresa ou indústria”. (MOURA, 2020, p. 2)

2.4 A inspeção de materiais em ambiente industrial

De acordo com Rodrigues (2018), em áreas industriais a Inspeção da Qualidade de Materiais (IQM) é muito importante para que a empresa se assegure da qualidade de seus produtos. Em áreas trabalhistas, quem atua na IQM são profissionais ou Inspetores da Qualidade (IQ) que “Inspeccionam os produtos visualmente, pela emissão de som (ruídos) ou percepção o para identificar imperfeições como cortes, arranhões [...]”. (RODRIGUES, 2018, p. 3-4), O que os IQ fazem, por exemplo, em um ambiente industrial pode ser:

Consultam modelos e especificações de materiais e produtos

Monitoram as operações para garantir que atinjam os padrões de produção

Recomendam ajustes ao processo de montagem ou produção

Inspeccionam, testam ou medem materiais ou produtos fabricados

Medem produtos com escalas, calibres, micrômetros, paquímetros, etc.

Aceitam ou rejeitam itens (lotes) finalizados

Removem todos os produtos e materiais que não atendem às especificações

Discutem resultados de inspeção com os responsáveis pelos produtos/processo

Elaboram o Relatório de inspeção e dados de teste (RODRIGUES, 2018, p. 1-2)

[Segundo GUIA (2021)]:

Realiza testes dos produtos fabricados

Relata o andamento da produção

Identifica e relata ocorrências e planeja medidas de melhoria

Auxilia os encarregados na supervisão de equipes

Lê e interpreta projetos de execução de serviços

Inspecciona o recebimento de produtos

Supervisiona o uso de Equipamentos de proteção

Supervisiona o seguimento dos padrões de produção. (GUIA, 2021, p. 1)

Percebe-se que a atuação da IQ, de acordo com o que Rodrigues (2018) e GUIA (2021) tende a ser de várias maneiras em um ambiente industrial. Para corroborar, GUIA (2021) salienta que o IQ visa, sobretudo garantir que o que foi processado não tenha ou apresente nenhum defeito ou problema de qualquer natureza, portanto, o que se faz em áreas da IQ é “[supervisionar todas] as etapas de produção de um produto, para que todos os procedimentos sejam feitos de acordo com os padrões estabelecidos de uma empresa ou indústria [inclusive na produção de TASC]”. Após a inspeção, de acordo com Rodrigues (2018), o IQ registra o que observou, por exemplo, de anormalidade ou não-conformidade e o registro pode ser manual e/ou eletrônico, por exemplo, em terminais de microcomputador.

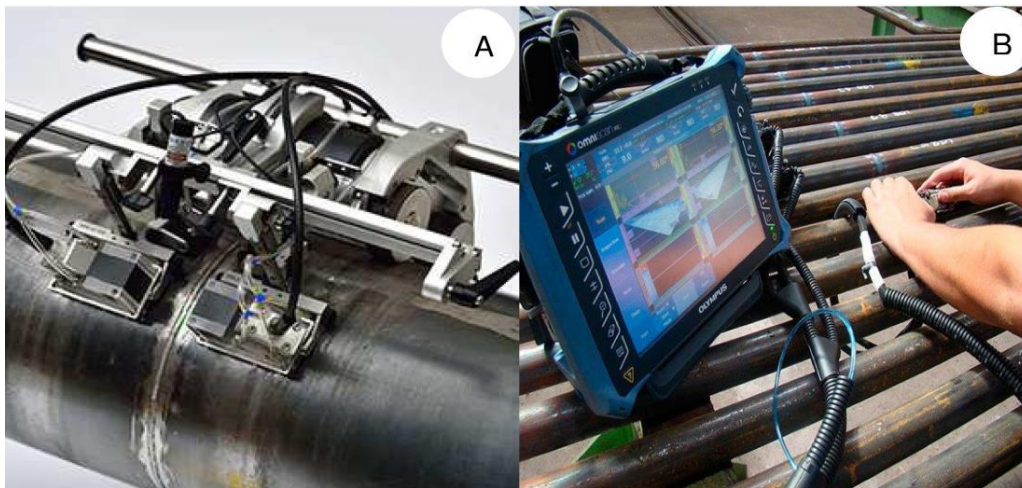
Em áreas de produção se pode notar que a(s) maneira(s) de inspecionar um material pode variar no sentido da inspeção ser realizada manualmente e/ou mediante recursos eletroeletrônicos. Com vistas elucidar de que maneira se pode realizar um a inspeção, Rodrigues (2018) mencionou o seguinte:

Os [IQ] dependem de muitas ferramentas para executar seus trabalhos. Embora alguns ainda utilizem dispositivos de medição manuais, como calibradores e medidores de alinhamento, é mais comum nos dias atuais ver esses trabalhadores executando tais atividades por meio de equipamentos de inspeção eletrônica, como máquinas de medição coordenadas (CMMs). (RODRIGUES 2018, p.2-3). [e de acordo com GUIA (2021)]: Para exercer suas funções, o [IQ] precisa de ferramentas como dispositivos de medida ou de inspeção eletrônica. (GUIA, 2021, p. 1)

Nota-se nas considerações mencionadas por Rodrigues (2018) e GUIA (2018), que a utilização de equipamentos eletrônicos tendem a ser muito utilizados nos tempos atuais, isso de certa maneira é devido à confiabilidade, à produtividade, e à qualidade mais precisa que se espera de um processo/produto.

Dos testes eletrônicos que geralmente são feitos em TACS, por exemplo, cita-se o Ultrassom (FIGURA 15) em tubos que, de acordo com UTMAAX (2021a, p. 1) “[...] é uma excelente opção para o cliente que esteja atrás de um ensaio não destrutivo capaz de alinhar eficiência e um bom custo-benefício”.

Figura 15 - Equipamento para ensaio de ultrassom



Fonte: UTMAAX (2021a, p. 1)

A Figura 15 apresenta em “A” e em “B” tipos de equipamentos onde se realiza o ultrassom em um tubo que pode ser, de acordo com UTMAAX (2021b):

Ensaio automatizado: utilizado com o auxílio de um computador, ou pode ser comandado diretamente pelo aparelho ultrassom. Um dos pontos positivos é que ele permite uma varredura completa do material que será inspecionado, e possui uma visão tridimensional das discontinuidades detectadas.

Ensaio semiautomático: mais barato e dotado de um encoder, sendo manuseados por um inspetor. UTMAAX (2021b, p. 1):

Rodrigues (2018, p. 3) afirma que “Em algumas empresas, o processo de inspeção é completamente automatizado, com sistemas avançados de inspeção ótica (AOI) instalados em um ou vários pontos no processo de produção”.

A importância de se aplicar ensaios de ultrassom em tubos é considerada por UTMAAX (2021a) como uma condição indispensável em um processo onde se pratica a gestão da qualidade, isso porque:

[o teste de] ultrassom em tubos é enorme, pois é a partir desse processo que o cliente e a empresa poderão averiguar as condições dos tubos, e detectar se os mesmos apresentam alguma falha devido a algum erro de fabricação ou desgaste. O ultrassom em tubos detecta tais problemas de maneira precisa e rápida, evitando maiores prejuízos. (UTMAAX, 2021a, p. 1)

É interessante destacar que sobre todo o processo, o que o cliente espera da organização é que esta atenda o que ele, o cliente espera, portanto, ao observar o que UTMAAX (2021a) mencionou pode-se dizer que o ensaio de ultrassom tende a ser um importante recurso a ser utilizado na organização.

Para elaborar o estudo algumas considerações serão levantadas e postas como metodologia da pesquisa.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo apresenta de que maneira a pesquisa foi realizada, quais são os tipos, a natureza, os fins e os meios que se emprega para realizar uma pesquisa. Também apresenta a organização - o universo, e o setor onde este estudo foi realizado, como se fez a coleta e a análise dos dados e quais foram os limites envolvidos na pesquisa.

3.1 Tipos de pesquisa

Os tipos de pesquisa basicamente são dois e compreendem, segundo Gil (2017):

A - Aplicada: é o tipo de pesquisa que visa, após realizado os fenômenos serem analisados e o(s) resultado(s) serem utilizados em um processo;

B - Básica: os resultados, nesse caso, servem apenas para conhecimento, onde o pesquisador não se preocupa em aplicar o que foi obtido.

Este estudo demonstra de que maneira algumas ferramentas da qualidade e gerenciais são utilizadas em um PP, portanto, este estudo foi construído nos moldes de uma pesquisa básica.

3.2 Natureza da pesquisa

Gil (1994) menciona que a natureza da pesquisa podem ser três e são explicadas da seguinte maneira: a primeira é a do tipo quantitativa: o fenômeno é mensurado, pesado, medido, enfim, o fenômeno recebe uma unidade de medida e as medições são realizadas mediante o uso ou o emprego de equipamentos adequados

A segunda é a pesquisa do tipo Qualitativa, onde o pesquisador atribui suas considerações ao fenômeno posto sob avaliação. Nesse tipo de pesquisa não se mede ou se atribui alguma unidade de medida ao fenômeno, apenas se atribui considerações diversas.

O terceiro tipo de pesquisa, em se tratando da natureza têm-se a pesquisa Quali-Quantitativa. Nesse tipo de pesquisa alia-se a mensuração com a descrição do fenômeno. Esse tipo de pesquisa tende a explicar o fenômeno de maneira mais abrangente e mais profunda, o que pode proporcionar um melhor e maior compreensão dos fatos.

Dos três tipos de pesquisa que foram mencionados por Gil (1994), o tipo que mais se aproximou dos objetivos deste estudo foi a pesquisa qualitativa. Qualitativa porque o fenômeno foi apenas observado em um setor onde se coleta dados e informações sobre a qualidade de TASC.

3.3 Pesquisa quanto aos fins

Jung (2004) mencionou que em relação aos fins, uma pesquisa pode ser descritiva; explicativa, e ou exploratória. A Pesquisa do tipo Descritiva envolve observar e registrar o fenômeno, seja mediante a utilização de formulários, de impressos ou outros recursos que possam auxiliar a descrição os fatos, segundo o seu entendimento.

Ser uma Pesquisa Explicativa envolve o saber de maneira bastante profunda sobre os detalhes do fenômeno, como e em que circunstância as coisas ocorrem para em seguida ter a(s) condição(ões) mínimas, porém suficientes para explicar o fenômeno.

Sobre a Pesquisa Exploratória envolve o pesquisador buscar a fundo todo o conhecimento possível sobre o fenômeno que estuda. A busca pelo conhecimento pode ser no meio literário, em sites/web especializados, mediante o contato com pessoas e tudo o que possa contribuir com informações sobre o fenômeno.

Em relação aos fins, o tipo de pesquisa que mais se aproximou desse estudo foi a Pesquisa Descritiva interagindo com a Pesquisa Explicativa, isso em duas etapas.

Na primeira, os pesquisadores utilizaram ferramentas da qualidade para registrar e para descrever o que presenciaram no setor de CQTASC. Em seguida, na segunda etapa explicaram o que foi visto no setor de CQTASC. Dessa maneira, por interagir os fenômenos, descreveram e explicaram os fenômenos observados.

3.4 Pesquisa quanto aos meios

Para conceituar os tipos de Pesquisa quanto aos Meios levou-se em consideração conceitos que foram apresentados por Gil (2017) e Yin (2010):

A - Estudo de campo: leva-se em conta estar junto do e ao fenômeno onde esse ocorre ou *in loco*. Para obter os dados e as informações pertinentes à pesquisa pode-se empregar, inclusive, as considerações de pessoas que de certa maneira estão envolvidas no processo ou com o fenômeno. (GIL, 2014)

B - Pesquisa bibliográfica: trata do buscar o que existe de informações e de dados sobre o fenômeno que está sob pesquisa. De acordo com Jung (2004), o conhecimento sobre determinado fenômeno pode ser obtido tanto no meio físico ou em partes escrita, quanto no virtual, no caso, no saber disposto em sites/web e tende a envolver a busca exaustiva sobre o fenômeno.

C - Pesquisa laboratorial: tipo de pesquisa onde o fenômeno, para entender as suas características é levado para laboratório, onde é então estudado, medido, experimentado, esclarecido sob um ponto de vista mais analítico, mais técnico, e que pode envolver, inclusive, a utilização de equipamentos especializados, bem assim pessoal devidamente treinado, isso de acordo com Jung (2004).

D - Pesquisa-ação: o que caracteriza esse tipo de pesquisa é a interação de pessoas com o meio e com o fenômeno sob estudo. A troca de informações nesse tipo de pesquisa é muito comum de ser notada na sociedade, quando pessoas discutem questões de interesse social, por exemplo. (GIL, 2017)

E - Survey ou enquete: segundo OPUS (2018, p. 1), “A pesquisa survey é um tipo de investigação quantitativa. Ela pode ser definida como uma forma de coletar dados e informações a partir de características e opiniões de grupos de indivíduos”. Percebe-se na citação de OPUS (2018) que o tipo de pesquisa denominada Survey ou enquete geralmente requer a participação do máximo de pessoas em uma pesquisa. Uma pesquisa, de acordo com Gil (2017) deve ser registrada em questionários ou em formulários devidamente estruturados para receber os dados e ou as informações sobre o fenômeno, que serão quantificados posteriormente e poderão representar uma população.

F - Estudo de caso: de acordo com Gil (2014), estudar um caso existente ou uma situação real pode ser muito valioso à pesquisa, mas o pesquisador não vai ao local onde o fenômeno ocorre para observar, registrar a realidade; apenas explora informações e dados para elucidar a pesquisa.

Quanto aos meios de realização desta pesquisa, o que mais se aproximou dos objetivos deste estudo foi o Estudo de Caso porque se trata de uma situação real, no entanto, os dados e as informações sobre o levantamento da qualidade de TASC foram fornecidos pela organização, mediante consultas em documento, tanto em relação ao PP, quanto à utilização de ferramentas da qualidade.

3.5 A organização em estudo

Em síntese, a empresa X é uma empresa onde se produz TASC e Tubos Soldados Atlântico (TSA), Carvão Vegetal para suprir os alto-fornos que possui, e atua em área do transporte. A empresa X possui 7 unidades espalhadas no território brasileiro e no Estado de Minas Gerais (MG) está localizada em três cidades, dentre outras:

A - Em Belo Horizonte, cuja unidade produtiva dos complexos siderúrgicos mais completo e bem equipado do mercado internacional;

B - Em Curvelo-MG mantém um escritório voltado à área do plantio e o manejo de florestas de eucaliptos à produção do carvão vegetal para abastecer os fornos da organização.

C - Em Jeceaba-MG, onde se produz TASC (FIGURA 16) para o setor petrolífero, de gás, dentre outros que demandam um produto especial.

Figura 16 - Tubo em aço sem costura sob inspeção do controle da qualidade



Fonte: imagem cedida pela empresa X (2021).

Os TASC ilustrados na Figura 16 são tubos largamente utilizados por empresas do mundo todo, na área do petróleo, na de geração de energia e gás, à condução de fluídos, em atividades estrutural, de saneamento e em indústrias, por exemplo, automotiva, de energia e da área da construção civil.

Esse estudo foi realizado no setor de Controle da Qualidade de Tubos em Aço Sem Costura (CQTASC), em Belo Horizonte - MG. O propósito foi pesquisar de que maneira a empresa identifica as não-conformidades, quais são as ferramentas em áreas da qualidade, e que destino que a empresa atribui aos TASC's não-conforme.

3.6 Universo e amostra

O ambiente onde a pesquisa será realizada pode ser vista sob duas maneiras, de acordo com Vergara (1998). A primeira envolve o todo ou toda a empresa. O todo, é tratado como o universo e no caso desse estudo foi a Empresa X. No caso de amostra, considera-se aquilo que se extrai do universo. Neste estudo a amostra foi o setor de CQTASC, onde para realizar esse estudo algumas informações e alguns dados foram coletados.

3.7 Formas de coleta e análise de dados

Sobre como se pode coletar os dados e as informações pertinentes ao estudo, os seguintes meios são conceituados: Entrevista; Questionário; Observação direta; Observação participante e análise de documentos. Sobre como se pode coletar os dados e as informações pertinentes ao estudo, os seguintes meios são conceituados: Entrevista; Questionário; Observação direta; Observação participante, e análise de documentos.

A - Entrevista: uma entrevista, de acordo com Yin (2010) pode ser estruturada, recurso onde o entrevistador elabora ou estrutura as perguntas que serão feitas ao entrevistado, de maneira ordenada, com o propósito de não fazer o assunto ser desviado, e pode ser do tipo não estruturada. Nesse caso, entrevistador e entrevistados se interagem de maneira livre, discursiva.

B - Questionário: de maneira semelhante a uma entrevista, um questionário pode apresentar as perguntas ou, também denominado de quesitos previamente estabelecidos, onde o entrevistado vai apresentar ou não as suas respostas na presença do pesquisador, isso de acordo com Gil (2017). Vale mencionar que a utilização ou o emprego de questionário é um recurso, inclusive, que pode ser apresentado por e-mail, onde a pessoa recebe o questionário, o responde, e na sequência o encaminha para quem é o responsável pela pesquisa;

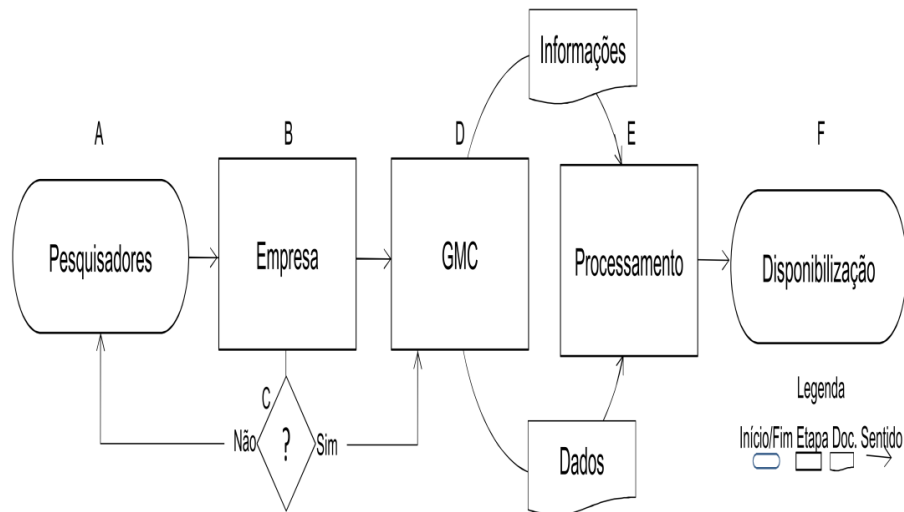
C - Observação direta: de acordo com Yin (2010), nessa modalidade de pesquisa o pesquisador se faz presente no local, onde o fenômeno ocorre, com o objetivo de obter os dados e as informações que forem importantes à pesquisa;

D - Observação participante: o pesquisador se faz presente de maneira direta com quem será entrevistado ou participará da pesquisa, com o intuito de obter dos participantes o saber sobre o fenômeno sob análise. (YIN, 2010)

E - Análise de Documentos: trata de obter os dados e as informações que forem consideradas indispensáveis à realização da pesquisa e que podem ser consultados no meio físico e ou até no virtual. Gil (2017) salienta que esse tipo de procedimento é muito comum, aplicável nos mais variados Estudos de Caso.

Neste estudo verificou-se uma situação real no setor de CQTASC da empresa X, e para que, os pesquisadores seguissem os seguintes passos (FIGURA 18): 47

Figura 17 - Fluxo do processo que será empregado à realização do estudo de caso



Fonte: elaborada pelos autores (2021).

A Figura 17 apresenta de “A” a “F” um PA, no caso, as Etapas do Fluxo de Processo (EFP) que foi utilizado para se obter a autorização à realização deste estudo, e os documentos sobre o CQTASC:

A - Pesquisadores: nessa etapa o tema e o local onde esse estudo iria ocorrer foi decidido: no setor de CQTASC da empresa X;

B - Empresa: os pesquisadores contataram o gestor do setor de CQTASC, explicaram os objetivos e solicitaram autorização à realização desta pesquisa;

C - Decisão: momento em que foi decidido se a pesquisa poderia ou não ser realizada no setor. No caso ocorreu a permissão - “Sim”;

D - GMC: trata-se de um grupo de colaboradores que se empenham em levantar os problemas, as causas e as ações utilizando para isso a ferramenta gerencial do tipo Brainstorming, podendo ser outras. O GMC se incumbem de priorizar as ações que visem resolver os problemas que ocorrem no PP de TASC mediante PA e implementação das ações que visam Melhoria Contínua no PP. O GMG disponibilizou o(s) documento (ANEXO A) para esta pesquisa. Vale destacar que os dados e as informações são relativos ao mês janeiro de 2022;

E - Processamento: os dados e as informações foram processados no sistema operacional Windows®, no pacote Office, tipo tabelas, gráficos e em quadros para uma maior e melhor verificação dos fatos.

3.8 Limitações da pesquisa

A(s) limitação(ões) ou os problemas que podem surgir durante a realização de uma pesquisa, se surgirem tendem a atrapalhar o desenvolvimento ou a realização da pesquisa, portanto, para evitar que danos ocorram recomenda-se que as fronteiras da pesquisa sejam previamente delineadas para que se tenha as condições apropriadas à correção. (LAKATOS; MARCONI, 2006; VERGARA, 1998)

Os problemas que surgiram foram basicamente três. O primeiro foi o acesso à coleta de dados e de informações que foram disponibilizados pela empresa X. Apesar da disponibilidade dos dados e das informações sobre o que ocorreu no setor no período analisado, não se pode afirmar que o que foi coletado reflète a realidade do CQTASC, isso por se tratar de uma pesquisa acadêmica, apenas.

O segundo limite da pesquisa foi a falta de informações mais consistentes. Mesmo que o(s) objetivo(s) da pesquisa tenham sido esclarecidos, pode ser que quem participou desta não tenha fornecido as informações completas devido à solicitação inicial da empresa: a não divulgação de dados e de informações que possam comprometer a imagem da empresa, muito embora esta seja idônea.

O terceiro limite foram os prazos que a empresa X cedeu para se realizar a pesquisa: o momento/pandemia não permitiu um maior contato junto ao setor, isso devido ao distanciamento social imposto pelas autoridades sanitárias, e adotado pela empresa X.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os objetivos específicos que foram mencionados no item 1.3.1 deste estudo. No item 4.1 vê-se quais são as EFPP de TASC e o que ocorre em cada uma; no item 4.2 como a empresa identifica as não-conformidades e quais são as ferramentas utilizadas para tal são apresentadas, e o item 4.3 discorre sobre as não-conformidades encontradas, e como a empresa lida com

as mesmas. Em cada um destes tópicos faz-se uma contraposição com o Referencial Teórico visto no Capítulo 2 deste estudo.

4.1 Levantar dados e informações sobre as etapas do fluxo de processos de produção de tubos em aço sem costura no setor de trefilaria

O Processo de Produção (PP) de Tubo de Aço Sem Costura (TASC) é o de trefilação a frio e as etapas que o compõem é apresentado na Figura 18 da seguinte maneira:

Figura 18 - Etapas do fluxo do processo de produção do tubo em aço sem costura

Fonte: informações da empresa X. Elaborada pelos autores (2021)

A Figura 18 ilustra de “A” a “K” quais são as EFPP da produção de TASC. As etapas são explicadas da seguinte forma:

A - Requisita-se a produção de TASC - O Programador de Linha de Produção recebe o pedido de aquisição, verifica o que o cliente espera como produto e programa a produção;

B - Requisita-se a Matéria-Prima/Tarugo (MPT) junto ao setor de estoque. O setor de

estoque é conhecido como LUPA, denominação dada pela empresa. Ao verificar o estoque verifica-se se tem a MPT: a) Se “Não”, adquire-se a MPT da empresa “Y” pertencente ao mesmo grupo cuja atividade é laminação, onde se produz o tarugo, e b) Se “Sim” Libera-se a MPT à produção do TASC;

C - Desloca-se a MPT para o setor de produção/trefilaria;

D - Submerge a peça de tarugo em tanques contendo ácido (decapagem), sabão (onde a MPT fica submerso por volta de 30 minutos. O objetivo é formar uma camada de sabão sobre a superfície da MPT para facilitar a passagem da MPT na peça denominada matriz localizada na mesa de trefilação; a matriz é a ferramenta utilizada para fazer a redução do Diâmetro solicitado.

E - Retira-se o tarugo do tanque/sabão e o coloca sobre a mesa de trefilação e:

a) Usina-se o local onde a matriz redutora de diâmetro será inserida; b) Posiciona-se a matriz no local usinado; c) Acopla-se um mordente (carrinho que aplica uma força de 30 toneladas/tração) na ponta usinada do tarugo; d) Puxa-se a ponta usinada, alongando e atribuindo forma ao TASC. A este processo dá-se o nome de trefilação;

F - Aplica-se um tratamento térmico no TASC que foi obtido: o TASC é submetido a uma temperatura de 900°C/por 30 a 20 Minutos em um forno;

G - Envia-se o TASC para um equipamento denominado desempenadeira para eliminar as curvas que podem resultar da aplicação citada no item “F”, de maneira a tornar o TASC reto ou desempenado;

H - Executa-se o teste denominado ultrassom ou ensaio não destrutivo. O objetivo é verificar a existência de anomalias no TASC, tipo fissuras, amassamentos, riscos e outras não conformidades; a) Se alguma anomalia for identificada, o próprio equipamento/ultrassom identifica e separa o TASC para ser sucateado; b) Se nenhuma anomalia for identificada, o TASC é encaminhado à serra, onde se obtém o comprimento do TASC conforme estabelecido pelo cliente;

I - Amostra-se o TASC que foi serrado e o envia para o setor de CQTASC, onde: a) verifica-se/inspeciona-se se o produto está conforme a solicitação do cliente, tipo as dimensões internas, externas, as medidas/comprimento e/ou se alguma não conformidade ainda existe ou se passou a existir após o processo citado no item “H” acima, e b) Lança-se o resultado da inspeção no sistema da qualidade/SAP; a) Se o resultado da inspeção do TASC o identificar como não conforme, então o TASC é enviado ao setor de sucata, e b) Se o resultado da inspeção do TASC o identificar como de acordo com o que o cliente espera como produto, então o TASC é aprovado, é amarrado e é enviado à etapa do oleamento. Neste estudo esta é a etapa que foi analisada;

J - Oleamento: os TACS aprovados são submersos em um tanque de óleo

destinado à proteção interna e externa das paredes do TASC contra a oxidação as partes. Após serem submersos, o óleo do TACS é escorrido por um prazo de 12 horas;

K - Fatura-se/Disponibiliza-se os TACS para o setor de estoque e para o setor do Estoque/Expedição para atender e assistir ao cliente.

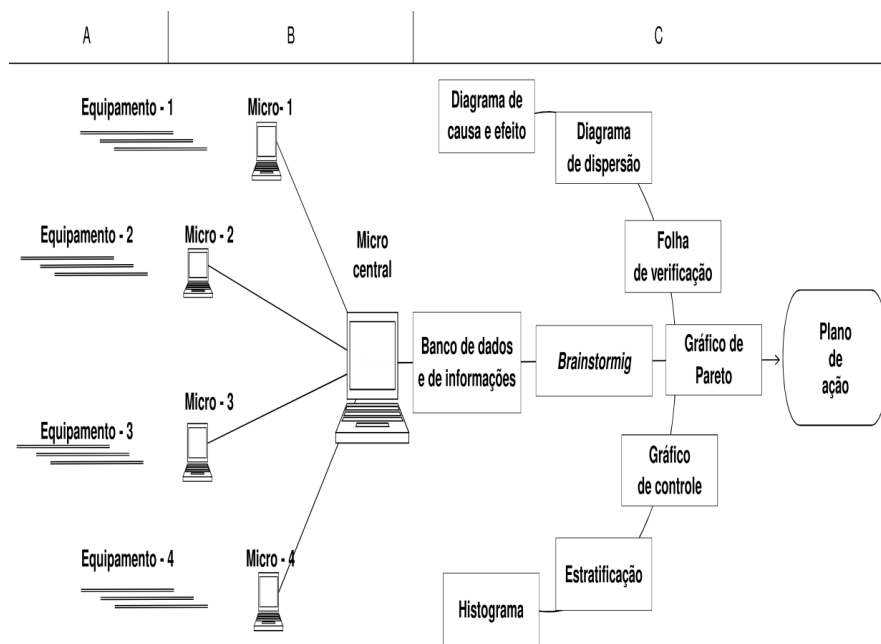
Toda a movimentação da MPT e dos TASC são realizadas por ponte rolante e a movimentação destes na empresa ocorre mediante logística interna.

Na Figura 18, pode-se observar a aplicação de dois conceitos. No primeiro vê-se a parte prática do que Werneck (2021) e Alonço (2017) mencionaram: a utilização e a interligação de símbolos gráficos sobre o que ocorre em cada etapa de um FPP, o que, dentre outras possibilidades pode ajudar ao gestor do processo a identificar problemas e gargalos e, conseqüentemente eliminá-los. Vale lembrar, também que, de acordo com Papastawridis (2012), gerir ou administrar um processo implica conduzir algo ou alguma com vistas tomar a(s) decisões mais assertivas possíveis no processo. E processo, segundo Chiavenato (2014) se trata da ordenação de uma atividade, de maneira o que entra no processo, entrada, proporcione o que for melhor à saída do processo, ou seja, um produto com a qualidade esperada pelo cliente. CARPINETTI (2012) e a ABNT NBR ISO 9001 (2015) salientam que se deve proporcionar a melhor qualidade ao produto, com o mínimo de custo(s) e desperdício(s), isso implica melhorar continuamente o processo.

4.2 Apresentar como a empresa identifica as não-conformidades quais são as ferramentas utilizadas para tal

A maneira na qual a empresa X coleta dados e informações no PP, identifica as Não-Conformidades, e os tipos de ferramentas da qualidade que podem ser utilizadas é apresenta na Figura 19 da seguinte maneira:

Figura 19 - Esquema sobre a atividade do setor de CQTASC



Fonte: informações da empresa X. Elaborada pelos autores (2021).

A Figura 19 esquematiza da coluna “A” à coluna “C” o que o setor de CQTASC realiza na empresa X para coletar dados/informações, identificar as Não-Conformidades no PP, e que ferramenta da qualidade pode utilizar. As colunas são explicadas da seguinte maneira:

A - Os equipamentos “1” ao “4” ilustram o ponto final do processo de TASC, ou seja, após o(s) TASC passarem pelas EFPP, conforme indica as etapas “A” até a etapa “H” delineadas na Figura 18/Página 49, o TASC é amostrado e neste se faz análise visual, com o propósito de verificar se o mesmo sofreu algum tipo de amassado, risco, se apresenta alguma falha ou outro tipo de não-conformidade que possa invalidar o TASC como produto aprovado. Caso alguma não-conformidade seja identificada, os dados e/ou as informações pertinentes são inseridas em terminal de Microcomputador; na Figura 19 exemplificados como MICRO 1 ao 4, e o(s) TASC(s) é(são) separado(s) e posteriormente é(são) enviado(s) para o setor de sucata;

B - Etapa dos microcomputadores. Cada equipamento possui o próprio micro para que o colaborador do CQTASC possa inserir os dados/informações sobre o que observou durante a jornada de trabalho. No final da jornada de trabalho recolhe-se o que consta no MICRO central e providencia-se a(s) solução(ões) que o setor julgar ser(em) necessária(s). A procura por solução(ões) pode

ocorrer mediante reuniões com membros do GMC em qualquer tempo: diário, semanal ou mensal; momento onde se utiliza uma ou mais ferramentas da qualidade e/ou gerencial cabível;

C - Etapa sobre as ferramentas utilizadas. No Brainstorming os membros do GMC apresentam o(s) problema(s), priorizam o que deve ser solucionado e podem utilizar qualquer das 7 sete ferramentas da qualidade, seja a Folha de Verificação; o Diagrama de Causa e Efeito ou o de Dispersão; o Gráfico de Pareto ou de Controle; a Estratificação e/ou o Histograma. Após isso o GMC elabora o Plano de Ação para que novas ocorrências não afetem a qualidade dos TASC que são produzidos no setor de trefilaria, setor esse escolhido como amostra para esse estudo.

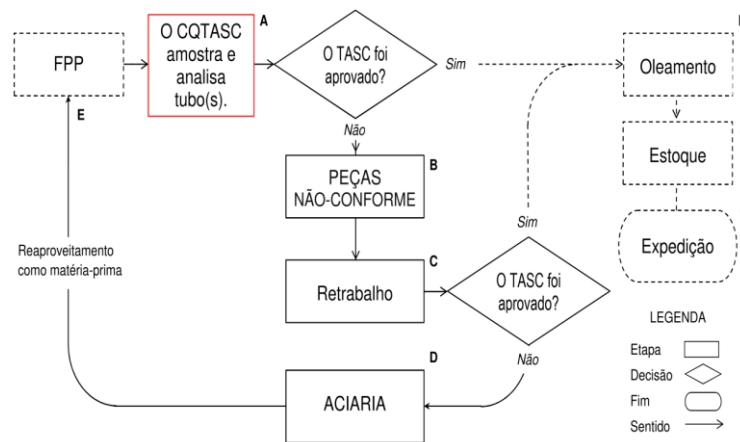
Foi visto que gerir um processo significa administrar o que neste ocorre, da entrada da matéria-prima à saída do produto e isso, segundo Papastawridis (2012) pode exigir a tomada de decisões mais assertivas possíveis, seja mediante o uso correto de recursos humanos e/ou recursos materiais. Para Miguel (2006), o gestor deve, além de atender aos interesses da direção da empresa, também promover melhorias no PP, principalmente com vistas intensificar a qualidade tanto do processo, para reduzir custos e desperdícios, quanto do produto, para atender aos interesses do cliente. (CARPINETTI, 2012; ABNT NBR ISO 9001, 2015; DINSMORE; CAVALIERI 2013; SAMOHIL, 2009)

A utilização de ferramentas da qualidade e/ou gerenciais, exemplificadas no item a seguir, pode auxiliar na coleta, no processamento de dados e de informações, na identificação e na solução de problemas em linhas de produção, além de, inclusive, promover Melhoria(s) no PP, isso de acordo com o que Carpinetti (2016) e Rodrigues (2004) mencionaram.

4.3 Considerações sobre as não-conformidades encontradas e como a empresa lida com as mesmas

Para apresentar as considerações e como a empresa X lida com os TASC que produz, a Figura 20 apresenta as seguintes EFPP:

Figura 20 - Síntese sobre o tratamento das não-conformidades (sucatas)



Fonte: informações da empresa X. Elaborada pelos autores (2022).

A Figura 20 apresenta dois sentidos de EFPP. No primeiro, das etapas “A” à etapa “E” vê-se o sentido que se aplica aos TASC que foram classificados como Não-Conforme no PP, e das etapas “b” até a etapa “d” vê-se o sentido que se atribui aos TASC que foram aprovados pela equipe/inspetores responsáveis por analisar ou verificar a qualidade dos TASC. As etapas indicam em:

A - Etapa copiada da etapa “1” da Figura 18/Página 49; na atual etapa representa o setor de CQTASC, onde se amostra e analisa TASC e, conseqüentemente os aprova ou não no PP. Caso os TASC não apresentem as características especificadas pelos clientes e/ou em Normas da produção, os TASC são destinados à etapa “B”: PEÇAS NÃO-CONFORME;

B - PEÇAS NÃO-CONFORME. Refere-se aos TASC que são separados para posterior tratamento das Não-Conformidades; na empresa denomina-se peças que serão retrabalhadas, para que sejam recuperadas e enviadas para o cliente;

C - Retrabalho - Nesta etapa os TASC que foram inicialmente classificados como Não-Conforme são tratados. O tratamento refere-se à tentativa de recuperar a peça ou o tubo que se encontra Não-Conforme, para que este seja reclassificado, no caso, de Não-Conforme para Conforme. O retrabalho, por exemplo, pode ser a tentativa de se eliminar algum risco na estrutura externa do TASC para torná-lo aceitável, ou de Não-Conforme, para Conforme. No caso de o TASC ser aprovado, este é encaminhado às etapas “b/Oleamento para se evitar a

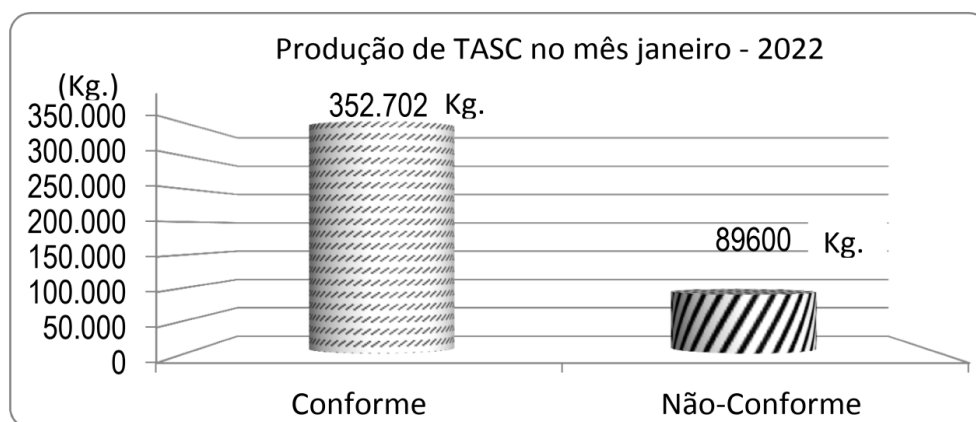
corrosão, pois o TASC poderá ser exposto às intempéries na fase de estoque, em espaço externo; “c/Estoque”, e “d/Expedição”. Vale lembrar que as etapas de “b” a “d” são descritas nas etapas “J” e “K” da Figura 18/Página 49. No caso de o(s) TASC não serem aprovados, ou seja, os danos não poderem ser reparados, então os TASC são encaminhados para o setor de aciaria, onde será reaproveitado como matéria-prima;

D - ACIARIA. Devido à natureza do processo que se desenvolve em aciaria/Alto Forno, que é a obtenção do ferro gusa, os tubos classificados como não-conforme podem ser reaproveitados como matéria-prima em aciaria: a empresa X encaminha os tubos Não-Conforme para o setor de Aciaria, estes são cortados por maçaricos, e são utilizados como matéria-prima no alto-forno. Após a obtenção do ferro gusa, esta passa do estado líquido para o estado sólido; denominado de tarugo, e é novamente enviado para o FPP de TASC;

E - FPP. Nesta etapa, no caso da Figura 20, os TASC são novamente submetidos às análises pela equipe/inspetores da qualidade do setor de CQTASC da empresa X, quem utiliza ou emprega as ferramentas da qualidade e gerenciais cabíveis.

Para exemplificar, levou-se em conta o Relatório da Produção (ANEXO A) de TASC referente ao mês janeiro de 2022, disponibilizado pela empresa X. O Gráfico 1 apresenta, em síntese, as conformidades do PP da seguinte maneira:

Gráfico 1 - Relatório sobre a produção de TASC referente ao mês janeiro/2022



Fonte: dados e informações cedidas pela empresa X. Adaptado pelos autores (2022).

O Gráfico 1 apresenta, em síntese e em quilogramas (Kg.), o que foi produzido em Tonelada (Ton.) de TASC durante o mês de janeiro de 2022: 352.702 Kg. ou 352,702 Ton. de TASC classificados como “Conforme”, e 89,6 Ton. de TASC classificados “Não-Conforme”. Para uma melhor expressão dos produtos que são mesma matéria-prima, utilizou-se a unidade de medida Ton. em substituição à unidade Metro (m); o comprimento dos TASC pode ser de 6m, 8m e de 12m.

Sobre os tipos das Não-Conformidades observou-se no Relatório da Produção, que os Inspectores da Qualidade inseriram 384 ocorrências, total de frequência, no banco de dados e de informações disposto no CQTASC. As ocorrências foram distribuídas da seguinte maneira (QUADRO 1):

Quadro 1 - Identificação e quantificação das Não-Conformidades observadas

A	B	C
Nível	Tipos de Não-Qualidade (Peça apresentando)	Total (Frequência)
a	Risco externo	228
b	Defeito externo	66
c	Comprimento abaixo do estabelecido	38
d	Danificada	24
e	Trepidação	15
f	Amassada	12
g	Porosidades	1

Fonte: informações da empresa X. Elaborado pelos autores (2022)

O Quadro 1, elaborado, em síntese, nos moldes de uma Folha de Verificação demonstra quais foram os tipos de Não-Qualidade ou Não-Conformidade apontadas durante o mês janeiro de 2022. Nota-se, por nível de apresentação, que o tipo mais apontado foi o a) Risco Externo: 228 peças. Em seguida, por ordem decrescente de apontamento observa-se TASC: com algum b) Defeito Externo: 66 peças; c) Baixo comprimento: 38 peças; com algum tipo de d) Dano: 24 peças; apresentaram não-Qualidade devido a alguma e) Trepidação que sofreram durante o PP: 15 peças, e sofreram algum tipo de f) Amassamento: 12 peças. Apenas um apontamento foi atribuído como a presença de g) Porosidade.

Após as Não-Conformidade terem sido identificadas, coletadas e quantificadas, estas foram processadas à tomada de decisão do gestor do PP, para se evitar novas ocorrências. Inicialmente optou-se por processar os dados e as

informações para se obter o correspondente Gráfico de Pareto. A Tabela 1 indica a base de cálculo que serviu à elaboração do gráfico de Pareto.

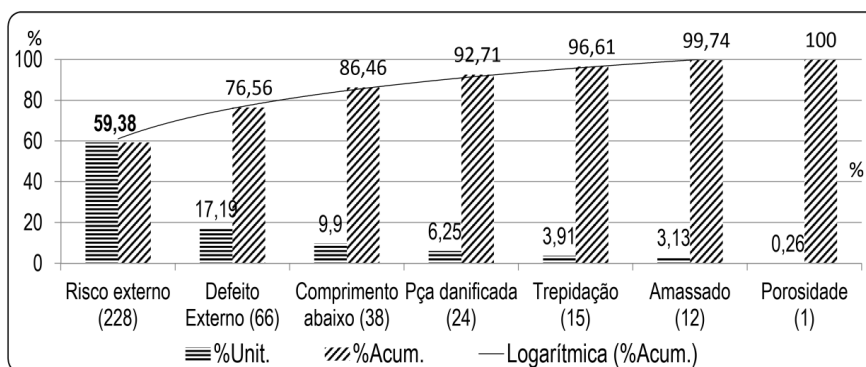
Tabela 1 - Base de cálculo à elaboração do gráfico de Pareto

A	B	C	D
Tipos de Não-Qualidade (Peça apresentando)	Total (Frequência)	% Unitário (Unit.)	% Acumulado (Acum.)
Risco externo	228	59,38	59,38
Defeito externo	66	17,19	76,56
Comprimento abaixo	38	9,90	86,46
Danificada	24	6,25	92,71
Trepidação	15	3,91	96,61
Amassada	12	3,13	99,74
Porosidades	1	0,26	100,00
Σ	384	100,00	

Fonte: informações da empresa X. Elaborada pelos autores (2022)

Vê-se na Tabela 1 a base de cálculo, coluna “B”, que foi utilizada à elaboração do Gráfico de Pareto que, conforme mencionado por Rodrigues (2004), é um gráfico de barras destinado a mostrar a distribuição d %Unit. (Coluna “C”), e o %Acum. (Coluna “D”). Vale lembrar que no Gráfico de Pareto (GRÁFICO 2) é possível identificar a ordem de priorização, ou seja, o(s) item(s) mais relevante(s), que deve(m) ser tratado(s) em primeiro momento, em relação aos demais.

Gráfico 2 - Gráfico de Pareto - Ordem da priorização



Fonte: informações da empresa X. Elaborado pelos autores (2022)

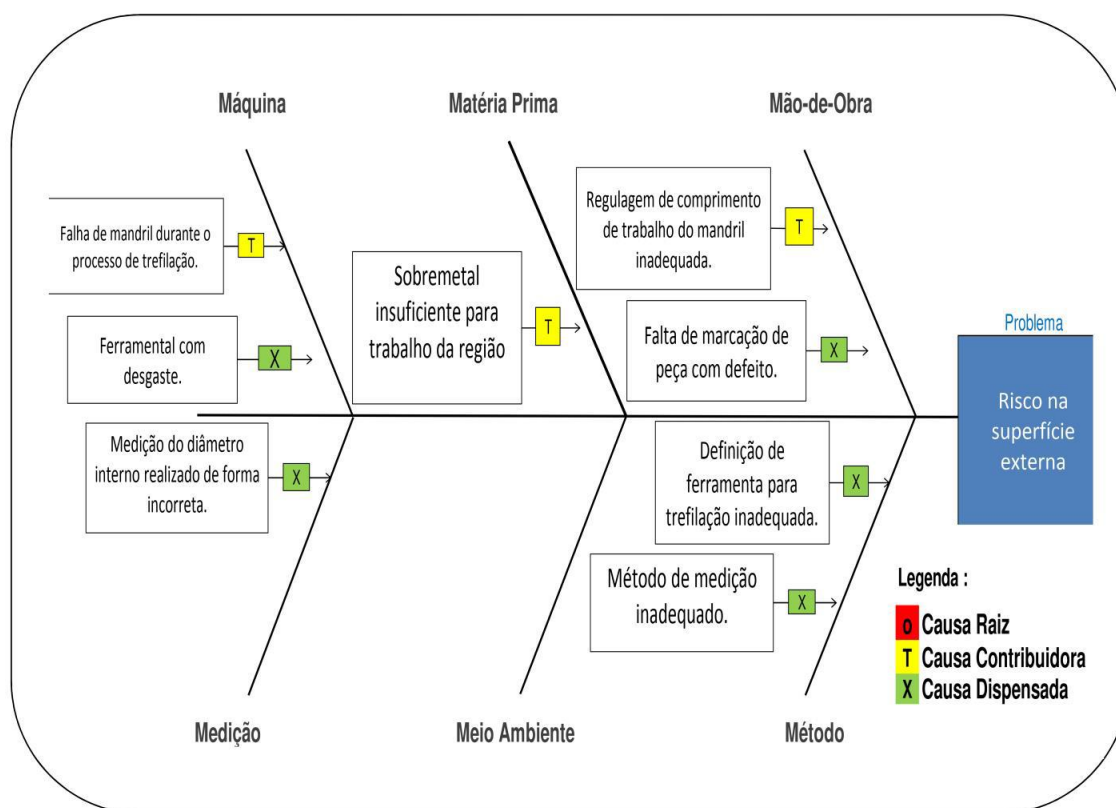
Para elaborar o Gráfico de Pareto levou-se em conta os os dados e as informações demonstradas na Tabela 1, posta na página 57 deste estudo. Para identificar o item mais relevante, ou seja, o item priorizado, este pode ser visto, no caso do Gráfico 2, tanto em relação à coluna dos %Unit., quanto em relação à coluna dos %Acum. Neste contexto nota-se que o item “Risco externo” apresenta o maior %Unit. (59,30%). Os demais %Unit. tendem a diminuir: “Defeito externo” = 17,19%Unit.; “Comprimento abaixo” = 9,9%Unit.; “Peça

danificada”: 92,71%Unit.; “Trepidação” = 3,91%Unit.; “Amassado”: 3,13%Unit., e “Porosidade”. 0,26%Unit.

Em relação do %Acum., observa-se, também, que o valor mais relevante indica ser o de 59,38%Acum. referente a “Risco externo” que, por ser o percentual mais próximo da casa dos 20%, segundo a regra 20x80, citada por Rodrigues (2004), deve ser tratado primeiro. Quanto aos demais itens/valores dos %Acum. nota-se para: “Defeito externo” = 76,58%Acum.; “Comprimento abaixo” = 86,46%Acum.; “Peça danificada” = 92,71%Acum.; “Trepidação” = 96,61%Acum.; “Amassado” = 99,74%Acum., e “Porosidade” = 100%Acum.

Outra ferramenta da qualidade utilizada pelo CQTASC refere-se ao Diagrama de Ishikawa (FIGURA 21), utilizada para se apurar o que de alguma maneira interagiu e contribuiu à ocorrência do dano indicado na Tabela 1/Página 57 deste estudo: o item “Risco externo”, apresentou ser o mais relevante no cenário analisado.

Figura 21 - Ilustração sobre o Ishikawa - Causadores do risco externo



Fonte: Informações da empresa. Adaptado pelos autores (2022)

A Figura 21 indica quais foram os 6M que, conforme foi mencionado por Rodrigues (2004) e Carpinetti (2016), de alguma maneira atuaram e contribuíram para que o dano ocorresse. No caso analisado vê-se na Figura 21 que o problema refere-se a Risco na parte externa de materiais, e este ocorreu devido à ação dos “M”:

A - Máquina - A falha do mandril (FIGURA 22) foi considerada uma Causa Contribuidora, e ferramental com desgaste uma causa dispensada;

Figura 22 - Ilustração sobre o mandril causador da não qualidade



Fonte: Fotografia cedida pela empresa X

A Figura 22 apresenta um tipo de mandril. Em “A” vê-se um mandril danificado, e que por ter sido utilizado contribuiu para que o(s) TASC fossem danificados, no caso, na superfície ou parede externa. “B” ilustra a situação ideal de um mandril para ser utilizado no PP.

B - Matéria-prima - Sobremetal insuficiente para trabalho da região foi considerada uma Causa Contribuidora;

C - Mão-de-obra - Considerou-se como Causa Contribuidora a regulagem de comprimento do mandril, e como Causa Dispensada, a falta de marcação da peça

com defeito e que foi utilizada no PP;

D - Medição - A verificação do aspecto externo não foi vista no início do PP;

E - Método - Método de medição, e definição não adequada da ferramenta para trefilação foi considerada Causa Dispensada.

Para evitar novas ocorrências de riscos sobre a superfície externa, os Inspetores e os gestores da Qualidade da empresa X estabeleceram o seguinte plano de ação (QUADRO 2):

Quadro 2 - Plano de ação para se evitar a ocorrência de risco externo no material

PLANO DE AÇÃO	O que?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?	Por que?
	Risco externo	Operador de produção do Cliente	Linha de produção do cliente	Quando o operador estiver montando o componente (Mandril), deve observar a sua integridade	Ajustar adequadamente o mandril		Esse tipo de desvio não é aceitável porque comprometem a aplicação a segurança do material (Pode sinalizar a existência de fissuras futuras ao submeter o material a alta pressão).

Fonte: informações da empresa (ANEXO A). Adaptado pelos autores (2022)

Vê-se no Quadro 2 quais devem ser os passos, nos moldes de um Plano de Ação delineado pela empresa X, que se deve seguir, com vistas evitar novas ocorrências

de riscos externos:

A - O quê deve ser realizado: eliminar a possibilidade de novas ocorrências de risco externo;

B - Sobre quem será o responsável pelas ações, a recomendação é que seja o Operador de Produção;

C - Onde? Na linha de produção;

D - Quando atuar, recomendou-se que seja durante o preparo do PP, antes de iniciar a trefilaria a frio de TASC, momento onde se mora o mandril;

E - Como: ajustando adequadamente o mandril na peça, antes de iniciar o processo;

F - Por que agir desta maneira: para se evitar a ocorrência de novos riscos no material, porque isso pode favorecer o rompimento do material se este for, por exemplo, for submetido a pressão interna.

5 CONCLUSÃO

O que se pretendia inicialmente neste estudo era verificar de que maneira a utilização de ferramentas da qualidade e gerenciais têm contribuído para os gestores identificarem e resolverem as Não-Conformidades que tendem a surgir no PP de TASC, no setor de trefilaria, e para que este objetivo geral pudesse ser alcançado três objetivos específicos foram traçados.

O primeiro consistiu em levantar os dados e as informações necessárias sobre quais são e o que se faz em cada uma das EFPP de TASC no setor de trefilaria. Para realizar este tema, os pesquisadores levantaram quais são as etapas, descreveram o que ocorre em cada uma, e indicaram a interação entre estas no PP.

Para responder o segundo objetivo específico, os pesquisadores descreveram como é que a empresa X, nome fictício, identifica as não-conformidades e quais são as ferramentas da qualidade que utiliza. Viu-se que, o que os colaboradores responsáveis por coletar as amostras de TASC fazem é analisar e inserir os dados e as informações pertinentes à produção classificada como Conforme e/ou Não-Conforme em dispositivos eletrônico, terminais de computadores, e em seguida determinam o que fazer com os TASC Não-Conforme.

O terceiro objetivo específico consistiu em discorrer sobre as não-conformidades encontradas, e como a empresa lida com as mesmas. Para responder este item, os pesquisadores explicaram o que a empresa faz com os TASC classificados como conforme e os Não-Conforme no PP, e para consolidar o assunto, exemplificaram a utilização das ferramentas da qualidade no PP, mediante a utilização de planilhas cedidas pela empresa, sobre o que foi produzido no mês de janeiro de 2022.

Em síntese, o objetivo geral deste estudo foi atingido, no entanto sugere-se que novos estudos sejam realizados, em campo, ou seja, onde tudo ocorre, para se ter uma maior e melhor visão do fenômeno estudado.

REFERÊNCIAS

- ALONÇO, G. O que é Fluxograma de Processos? 2017. Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/o-que-e-fluxograma-de-processos/>. Acesso em: 25 ago. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Resolução nº 235 de 9 out 1975. ABEPRO, 2014. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/interna.asp?ss=1&c=369>. Acesso em: 7 set. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. **NBR ISO 9001**: sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: www.abnt.org.br.
- BARBOSA, J. Ferramentas de Confiabilidade e Risco: FMEA e FMECA. 2018. Disponível em: <https://consultoriaengenharia.com.br/confiabilidade-e-risco/ferramentas-de-confiabilidade-e-risco-fmea-e-fmeca/>. Acesso em: 31 ago. 2021.
- BRASIL. Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973. Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Pdf. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/downloads/0218-73.pdf>. Acesso em: 7 set. 2021.
- BRASIL. Resolução nº 235, de 9 de outubro de 1975. Discrimina as atividades profissionais do Engenheiro de Produção. pdf. Disponível em: <https://normativos.confea.org.br/downloads/0235-75.pdf>. Acesso em: 7 set. 2021.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas**: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 4. ed. Barueri: Manole, 2014.
- COUTINHO, T. O que é Melhoria contínua? Entenda sua importância! 2021. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/melhoria-continua>. Acesso em: 6 set. 2021.
- DINSMORE, P.; CAVALIERI, A. M. (org.). **Como se tornar um profissional em gerenciamento de projetos**: livro-base de preparação para certificação PMP: Project Managment Professional. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas. 2014. Disponível em: [HTTP://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ngd.ufsc.br%2Ffiles%2F2012%2F04%2Fric_64CLASSIFICAPESQUISAGIL.doc&ei=U-tmU8IENbesAS6w4KwCA&usg=AFQjCNF1JnYHJUa86urWge9aAOS2ppUKVA&bvm=bv.65788261,d.cWc](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ngd.ufsc.br%2Ffiles%2F2012%2F04%2Fric_64CLASSIFICAPESQUISAGIL.doc&ei=U-tmU8IENbesAS6w4KwCA&usg=AFQjCNF1JnYHJUa86urWge9aAOS2ppUKVA&bvm=bv.65788261,d.cWc). Acesso em: 30 set. 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOMES, I. A. C. **Sistema especialista para a trefilação a frio de barras de aço**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/265776/1/Gomes_IvanAlexandreCotrick_M.pdf. Acesso em: 5 set. 2021.

JUNG, C. F. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento aplicada a novas tecnologias, produtos e processos**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2004.

LAKATOS, E.V; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MENEZES, M. S.; ZOTTIS, J.; DIAS, V. W.; ROCHA, A. da S. Análise de uma ferramenta de trefilação a frio através do método de elementos finitos. In: SEMINÁRIO DE TREFILAÇÃO: ARAMES, BARRAS E TUBOS DE METAIS FERROSOS E NÃO FERROSOS, 7., 2016. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320115502_ANALISE_DE_UMA_FERRAMENTA_DE_TREFILACAO_A_FRIO_ATRAVES_DO_METODO_DE_ELEMENTOS_FINITOS; <https://abmproceedings.com.br/ptbr/article/analise-de-uma-ferramenta-de-trefilacao-a-frio-atraves-do-metodo-de-elementos-finitos>. Acesso em: 31 ago. 2021.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Arliber, 2006.

MOURA, K. Quais as atribuições de um Engenheiro de Produção? 2020. pdf. Disponível em: <https://engenharia360.com/atribuicoes-de-engenheiro-de-producao/>. Acesso em: 17 set. 2021.

OPUS Consultoria e Pesquisa. O que é uma Pesquisa Survey. 2018. Disponível em: <https://www.opuspesquisa.com/blog/tecnicas/pesquisa-survey/>. Acesso em: 6 set.2021.

PAPASTAWRIDIS, P. Que é administrar? 2012. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/que-e-administrar>. Acesso em: 24 ago. 2021.

RAMOS, R. Brainstorming. 2021. Disponível em: https://www.infoescola.com/administracao_/brainstorming/. Acesso em: 26 ago. 2021.

RODRIGUES, M. V. **Ações para a qualidade**: GEIQ: gestão integrada para a qualidade: padrão seis sigma: classe mundial. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

RODRIGUES, V. Melhoria contínua: conceito, objetivo, vantagens, tipos, principais ferramentas, como implementar e exemplos para se inspirar. 2021. Artigo. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/blog/processos/melhoria-continua/>. Acesso em: 6 set. 2021.

SAKURADA, E. Y. **As técnicas de análise dos modos de falhas e seus efeitos e análise da árvore de falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SAMOHYL, R. W. **Controle estatístico da qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SANTOS, V. F. M. dos. Aprenda sobre a ferramenta FMEA. 2018. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/ferramenta-fmea/>. Acesso em 27 ago. 2021.

SANTOS, V. F. M. dos. Melhoria Contínua: O que é? Como implementá-la? 2021. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/melhoria-continua/>. Acesso em 6 set. 2021.

SILVA, Erica Vanessa Fernandes da; LIMA, Paulo Ricardo Fernandes de. **Engenharia da qualidade**: aplicação da ferramenta FMEA em uma fábrica de gelatos localizada em Caicó-RN. 2019. 19f. Artigo (Graduação de Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/6090/1/EricaVFS_ART.pdf. Acesso em 6 set. 2021.

SLACK, N. et al. **Gerenciamento de operações e de processos**: princípios e práticas de impacto estratégico. Tradução: Luiz Claudio de Queiroz Faria: Rev. téc.: Rogério Garcia Banolas. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

TOLEDO, J. C. de; AMARAL, D. C. GEPEQ FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha. Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade DEP - UFSCar. Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/wp-content/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>. Acesso em: 6 set. 2021.

TREFILAÇÃO. PMT-2521 - Conformação Mecânica dos Materiais Metálicos. [2021]. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. pdf. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5106018/mod_resource/content/1/trefila%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 30 ago. 2021.

WERNECK, G. Fluxograma de processo: o que é, importância e como montar. 2021. Disponível em: <https://site.moki.com.br/fluxograma-de-processo/>. Acesso em: 25 ago. 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 2. ed. São Paulo: Atlas 1998.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução Ana Thorell; revisão técnica Cláudio Damacena. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.