

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS CACHOEIRA DO SUL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Héric Gervasoni dos Passos

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE EM
NÃO CONFORMIDADES DELIMITADAS PARA UM COMPONENTE
DE MAQUINÁRIO AGRÍCOLA PRODUZIDO EM UMA INDÚSTRIA
METALMECÂNICA**

Cachoeira do Sul, RS
2023

Héric Gervasoni dos Passos

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE EM
NÃO CONFORMIDADES DELIMITADAS PARA UM COMPONENTE
DE MAQUINÁRIO AGRÍCOLA PRODUZIDO EM UMA INDÚSTRIA
METALMECÂNICA**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) – Campus Cachoeira do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Mecânico**.

Orientador: Prof. Dra. Camila dos Santos Torres

Cachoeira do Sul, RS
2023

Héric Gervasoni dos Passos

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE EM
NÃO CONFORMIDADES DELIMITADAS PARA UM COMPONENTE
DE MAQUINÁRIO AGRÍCOLA PRODUZIDO EM UMA INDÚSTRIA
METALMECÂNICA**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) – Campus Cachoeira do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Mecânico**.

Aprovado em (dia) de (mês) de (ano):

Camila dos Santos Tores, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Guilherme Vieira Braga Lemos, Dr. (UFSM)

Lucas Veiga Avila, Dr. (UFSM)

Cachoeira do Sul, RS
(2023)

RESUMO

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE EM NÃO CONFORMIDADES DELIMITADAS PARA UM COMPONENTE DE MAQUINÁRIO AGRÍCOLA PRODUZIDO EM UMA INDÚSTRIA METALMECÂNICA

AUTOR: Héric Gervasoni dos Passos

ORIENTADORA: Profa. Dra. Camila dos Santos Torres

O processo produtivo de um maquinário voltado às atividades agrícolas requer que a execução de fatores manufatureiros sejam operados e geridos com a melhor excelência operacional. Em virtude do aumento expressivo da demanda por maquinários agrícolas durante a pandemia de COVID-19, atrelados à redução da disponibilidade de matéria-prima evidenciaram a necessidade de um sistema de gestão que trabalhe na melhoria contínua dos processos e que atenda aos requisitos específicos do cliente. A qualidade de um produto a ser comercializado influencia diretamente na satisfação e percepção do cliente sob o ponto de vista organizacional fornecedor. As ferramentas da qualidade, como diagrama de Pareto e Diagrama de Ishikawa e ações corretivas em conjunto com a norma ISO 9001:2015 trazem consigo métodos de análise e solução de problemas pontuais e sistêmicos, com o intuito de padronizar e otimizar o processo de gestão industrial, além de garantir a satisfação do cliente final. O presente trabalho tem como objetivo a análise e aplicação destas ferramentas em um componente de maquinário agrícola fabricado em uma indústria metalmeccânica no município de Cachoeira do Sul. Os dados para análise foram extraídos e tratados por *software* de gestão da qualidade disponibilizado pela indústria. Foram analisadas as não conformidades dos processos para descoberta da principal causa da ocorrência do problema. Foram sugeridas ações corretivas para resolução da não conformidade, que por resultado trouxe uma redução considerável na ocorrência de novos problemas para o componente.

Palavras-chave: Qualidade; ISO 9001:2015; Produção.

ABSTRACT**APPLICATION OF QUALITY MANAGEMENT TOOLS IN
DELIMITED NON-CONFORMITIES FOR AN AGRICULTURAL
MACHINERY COMPONENT PRODUCED IN A METAL
MECHANICAL INDUSTRY**

AUTHOR: Héric Gervasoni dos Passos
ADVISOR: Profa. Dra. Camila dos Santos Torres

The production process of machinery aimed at agricultural activities requires that the execution of manufacturing factors can be operated and managed with the best operational excellence. Due to the significant increase in demand for agricultural machinery during the COVID-19 pandemic, linked to the reduction in the availability of raw materials, highlighted the need for a management system that works on the continuous improvement of processes and that meets the specific requirements of the client. The quality of a product to be sold directly influences customer satisfaction and perception from the supplier organizational point of view. Quality tools, such as the Pareto Diagram and Ishikawa Diagram and corrective actions in conjunction with the ISO 9001:2015 Standard, bring with them methods of analysis and solution of specific and systemic problems, with the aim of standardizing and optimizing the industrial management process, in addition to guaranteeing the satisfaction of the final customer. The present work has as objective the analysis and application of these tools in a component of agricultural machinery manufactured in a metalworking industry in the city of Cachoeira do Sul. Data for analysis were extracted and treated by quality management software provided by the industry. The non-conformities of the processes were analyzed to discover the main cause of the occurrence of the problem. Corrective actions were suggested to resolve the non-compliance, which resulted in a considerable reduction in the occurrence of new problems for the component.

Palavras-chave: Quality; ISO 9001:2015; Production.

LISTA DE ABREVIATURAS

NC- Não conformidade

SQL - Structured Query Language

PDCA - Plan, Do, Check, Act

Ppm- Partes por milhão

What? - O quê?

When? - Quando?

Where? - Onde?

Who? - Quem?

Why? - Por quê?

How? - Como?

How Much? - Quanto?

Brainstorming - Chuva de ideias

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho Desempenho de hotéis certificados pela norma ISO 9001	13
Figura 2 - Requisitos da norma ISO 9001: 2015	14
Figura 3 – Diagrama de Pareto	17
Figura 4 - Análise de não conformidades internas	18
Figura 5 – Ciclo PDCA	19
Figura 6 – Diagrama de Ishikawa	20
Figura 7 – Fluxograma etapas desenvolvidas no trabalho	23
Figura 8 – Conjunto Plataforma de Milho Acoplado a Um Maquinário Agrícola	24
Figura 9 – Flange de aço inox	25
Figura 10 – Rosca helicoidal	25
Figura 11 – Fluxograma de definição do problema e tratamento de dados	27
Figura 12 – Registros de não conformidades por período	29
Figura 13 – Diagrama de Pareto - Quantidade de itens não conformes por categoria	30
Figura 14 – Análise das Categorias das causas levantadas no <i>Brainstorming</i>	33
Figura 15 – Diagrama de Ishikawa preenchido	36
Figura 16 – <i>5W2H</i> preenchido	38
Figura 17 – Resultado das ações sugeridas	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de não conformidades e ações imediatas de contenção	16
Tabela 2 – Exemplos de valores de PPM	16
Tabela 3 – Propostas de ações	19
Tabela 4 – Principais componentes utilizados na produção do item M2022	24
Tabela 5 – Não conformidades registradas para o item M2022	27
Tabela 6 – Possíveis causas levantadas no <i>Brainstorming</i>	31
Tabela 7 – Categorias das causas levantadas no <i>Brainstorming</i>	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. OBJETIVO GERAL	11
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1.ISO 9001	12
2.1.1. Requisitos da Norma	14
2.2. NÃO CONFORMIDADE	15
2.3.DIAGRAMA DE PARETO	17
2.4. FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE CAUSA DA QUALIDADE	19
2.5. DIAGRAMA DE ISHIKAWA	20
2.6. 5W2H	21
3. METODOLOGIA	22
3.1. DEFINIÇÃO DO ITEM	23
3.1.1. Componentes do produto acabado	24
3.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E TRATAMENTO DE DADOS	25
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	29
4.1. ANÁLISE DAS CAUSAS	31
4.1.1. Ferramental	33
4.1.2. Conscientização e Instrução	34
4.1.3. Construção do Diagrama de Ishikawa	36
4.1.4. Estabelecimento do Plano Ações	37
4.1.5. Acompanhamento do Plano Ações	38
4. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico no ramo agrícola, estudos para projetos e desenvolvimentos de novos produtos, com o intuito de otimizar atividades realizadas no campo são desafios enfrentados por organizações que visam atender seus clientes com o melhor método possível.

O relatório completo das Projeções do Agronegócio: Brasil 2020/21 a 2030/31, disponibilizado pelo MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em conjunto com a CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, prevê que a produção de grãos para o período de 2022/23 será entre 271.407 e 293.465 milhões de toneladas no território nacional, sendo que a colheita de grãos de milho será de 126,4 milhões de toneladas para a safra 2022/2023, aumento de 12% comparado à safra anterior. Além disso está previsto o aumento de 3,4% da área destinada ao plantio do grão, totalizando 22,325 milhões de hectares, para a safra 2022/2023 em território brasileiro, o que, conseqüentemente, resulta no aumento da necessidade de aquisição de maquinários agrícolas para a execução das colheitas anuais.

Para que um maquinário agrícola seja construído, é necessário que a cadeia de suprimento de matéria-prima atenda todos os requisitos de planejamento e produção solicitados (LUSTOSA et al., 2008). Todavia, a pandemia COVID-19 trouxe um grande impacto na produção do setor industrial brasileiro, gerando como consequência, a baixa disponibilidade de materiais para fabricação de maquinários agrícolas, fazendo com que organizações do ramo operassem com estoques a níveis baixos, admitindo o mínimo de perdas de produção possível.

Deste modo, para evitar impactos produtivos no âmbito industrial, é necessário que as companhias voltadas a este ramo trabalhem com métodos de padronização das atividades a serem executadas, no desenvolvimento de ferramentais e registros de verificações que minimizem ao máximo a ocorrência de não conformidades no processo produtivo, visando a redução de retrabalho, acidentes laborais, geração de sucata, evitar a insatisfação do cliente e manter uma margem saudável de lucro previsto (PEDROSA et al., 2021).

Neste contexto, o presente trabalho visa analisar a identificação de causas responsáveis por culminar na ocorrência de não conformidades ocorridas em um componente de maquinário agrícola produzido em uma indústria metalmeccânica.

1.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo utilizar ferramentas de análise e solução de problemas da qualidade e aplicá-las em um componente de maquinário agrícola produzido em uma indústria metalmeccânica.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar levantamento de dados quantitativos de não conformidades identificadas e registradas pela empresa;
- Delimitar o componente fabricado a ser analisado;
- Analisar os dados extraídos através de diagramas de Pareto, por modos de falha, quantidade e períodos;
- Analisar, através de ferramentas da qualidade as causas potenciais das não conformidades detectadas;
- Sugerir ações de melhoria para reduzir o índice de ocorrência de problemas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentados fundamentos técnicos e conceitos, buscados através de pesquisas na literatura, para realização deste trabalho e contribuição referencial do tema a ser abordado a seguir.

2.1.ISO 9001

Segundo Santos et al. (2013), com a globalização e o desenvolvimento da internet, a competitividade fez com que empresas buscassem métodos e processos para aumentar a satisfação de seus clientes, motivação dos colaboradores e melhoria contínua, adotando estruturas necessárias para garantir a boa gestão da qualidade, como a implantação da Norma ISO 9001.

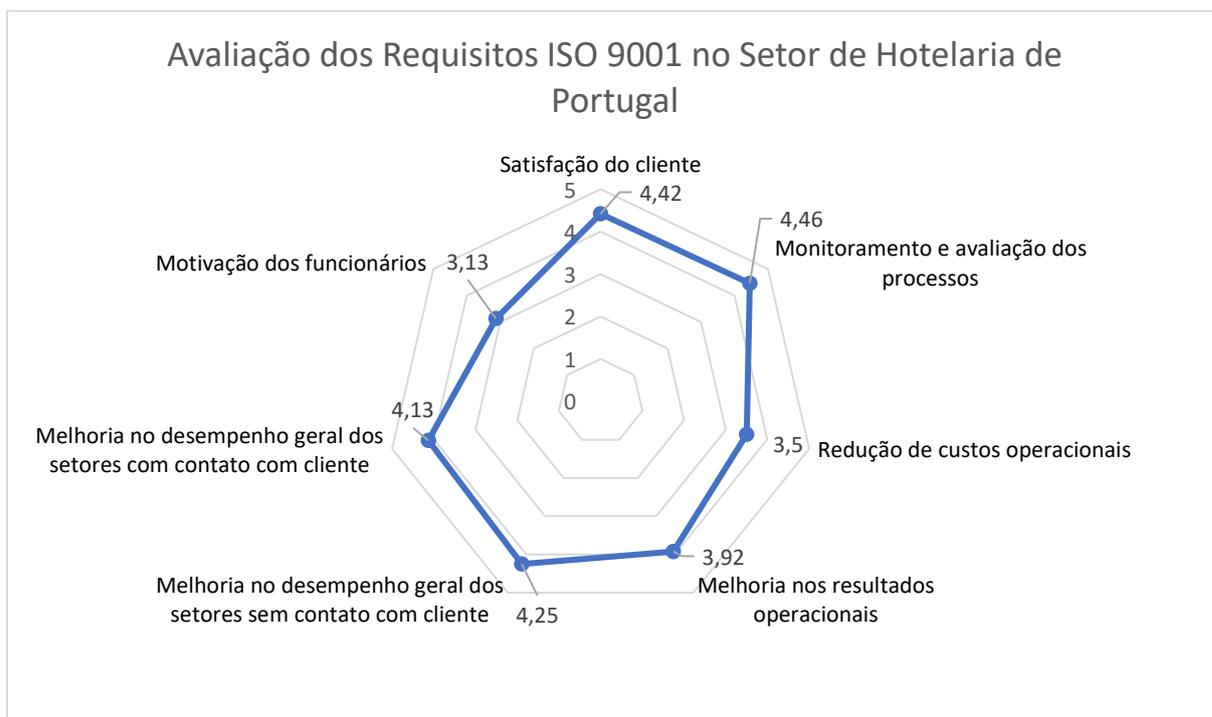
A norma ISO 9001 serve para a unificação de um serviço, ou produto, visando principalmente a padronização dos processos, garantindo a excelência operacional de um sistema de gestão da qualidade.

Para Junior et al. (2014), criada em 1987, a Norma ISO 9001 tem como objetivo aumentar a competitividade, reduzir custos, aumentar a produtividade e atender de forma ágil as mudanças do mercado. A Norma trabalha com base no ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*)¹, na mentalidade de riscos e nos seguintes princípios: foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem do processo, melhoria, decisão baseada em evidência e gestão de relacionamento.

Soares (2014) estabelece que diversas empresas visam a certificação da Norma ISO 9001 como forma de captação de mais clientes, esquecendo-se de fazer o uso das diversas ferramentas disponibilizadas. Além disso, no artigo publicado pelo autor, na Universidade do Algarve, Portugal, em 2014, intitulado de “Estudo da relevância da norma ISO 9001 no desempenho das empresas portuguesas no sector de hotelaria” chegou ao resultado de que, com base nos requisitos da norma, a média da pontuação atribuída a cada requisito normativo analisado nos setores de hotelaria que fazem o uso da foram superiores a 3 pontos, segundo a pontuação obtida exibida na Figura 1 a seguir.

¹ PDCA: ver item 2.8 – Ferramentas de Análise de Causa da Qualidade.

Figura 1 – Desenho Desempenho de hotéis certificados pela norma ISO 9001.



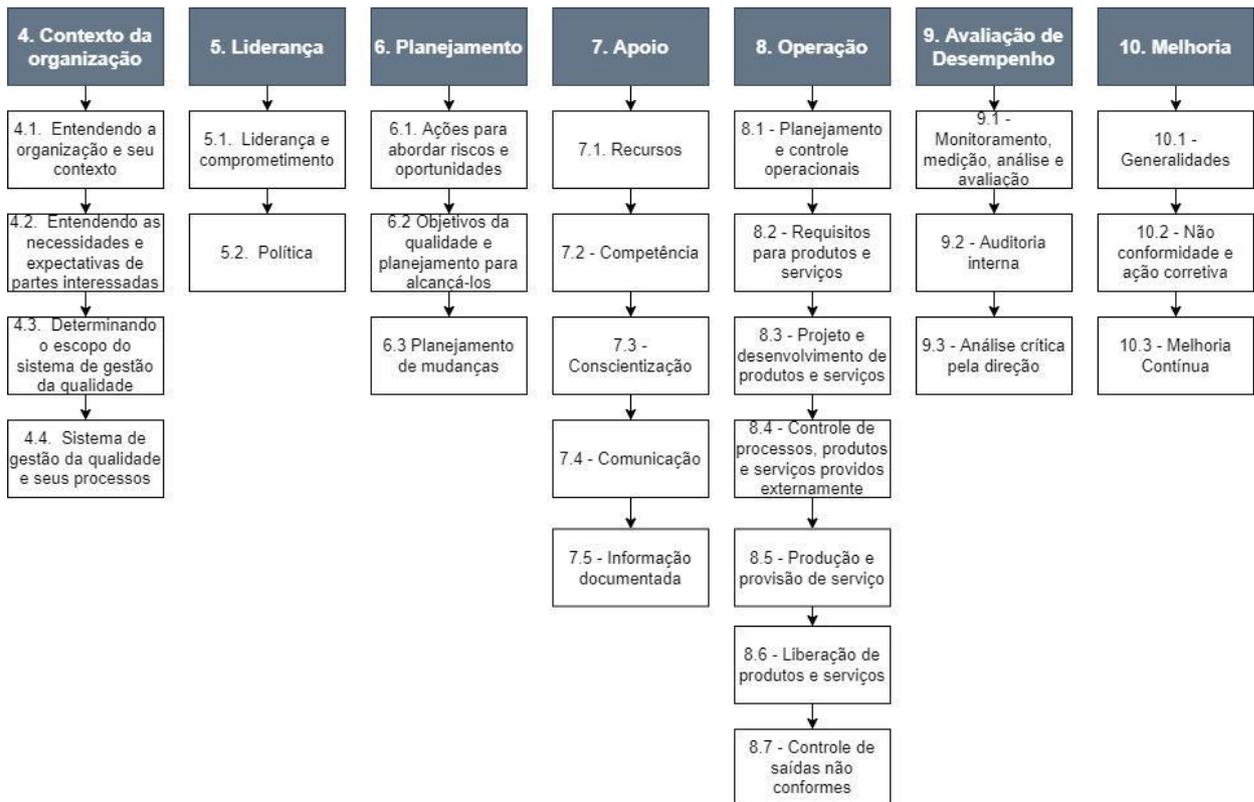
Fonte: Adaptado de Soares (2014).

A partir das constatações do autor, é possível observar a abrangência e os pontos a serem revisados pela companhia de hotelaria analisada. É possível observar também, na Figura 1, as pontuações atribuídas foram divididas em 7 categorias, sendo essas adaptações dos requisitos normativos da ISO 9001 abordados a seguir.

2.1.1. Requisitos da Norma

A norma ISO 9001 versão de 2015 está subdividida em dez grandes requisitos, que se subdividem-se em itens específicos para contemplarem todo o processo de gestão da qualidade de uma organização, conforme Figura 2 abaixo.

Figura 2 – Requisitos da norma ISO 9001: 2015.



Fonte: Autor (2022).

A norma consegue abranger questões relacionadas à gestão de pessoas, assim como inconsistências, ou não conformidades. Para Campos (2004) um problema, ou uma não conformidade, é o resultado indesejável de um processo. Para isso, a Norma ISO 9001 estabelece no requisito 8.7 (Controle de saídas não conformes) que a organização deve lidar com saídas não conformes adotando um ou mais modos seguintes:

- Correção;
- Segregação, contenção, retorno ou suspensão do produto;
- Informação ao cliente;
- Obtenção da autorização para aceitação da concessão.

A partir do requisito 8.7, é possível trabalhar no requisito 10.2 (Não conformidade e ação corretiva), a qual é estabelecido que no decorrer de uma não conformidade, a organização necessita tomar ações corretivas para tratar a situação, além de determinar as causas do problema ocorrido, a fim de reduzir, ou eliminar sua reincidência.

2.2. NÃO CONFORMIDADE

Para Carvalho (2012) o significado de uma não conformidade (NC) está no fato de algo, ou um produto, não atender os requisitos específicos pelos quais foram designados a atender. Uma não conformidade pode ser caracterizada por modos de falha, períodos, categorias, ou locais específicos pelos quais ocorreram. Para Campos (2004), o termo TQC (controle da qualidade total) aborda o problema, ou não conformidade como um desastre, o qual não existe um culpado, mas sim causas que ocasionaram a ocorrência do mesmo.

Para a norma ISO 9001, o requisito 10.2 (Não conformidade e ação corretiva) estabelece que na ocorrência de uma não conformidade a organização deve tomar as seguintes providências:

- Reagir, tomando ações para controlá-la e corrigi-la;
- Avaliar a necessidade de ação para eliminar as causas da não conformidade, analisando a ocorrência criticamente;
- Avaliar potencial de abrangência da não conformidade;
- Implementar ação corretiva necessária;
- Realizar análise da eficácia para as ações tomadas;
- Atualizar riscos e oportunidades, quando aplicáveis, durante o planejamento;
- Documentar todas as ações tomadas;
- Documentar os resultados obtidos através de ações corretivas.

Adaptando os requisitos da norma, no decorrer de uma não conformidade, toma-se por primeira instância a ação imediata de contenção, a qual tem como objetivo impedir que o problema continue às próximas etapas do processo produtivo. A exemplo disso, tem-se abaixo exemplos de não conformidades e ações imediatas conforme Tabela 1:

Tabela 1 – Exemplos de não conformidades e ações imediatas de contenção.

NC	Ação imediata de contenção
Processo anterior não rastreado conforme instrução.	Retornado processo à etapa anterior para inclusão de rastreabilidade.
Verificadas 10 hastes com deslocamento de tinta. Corpo de prova com trincas durante tratamento térmico.	Realizada inspeção e segregação de 100% do lote. Inspeccionado lote, total do lote não conforme, realizada segregação do lote.
Encontrado documento não controlado no setor de conformação.	Documento retirado de circulação.

Fonte: Autor (2022).

Não conformidades usualmente são constatadas durante o processo produtivo, visto que, segundo Nascimento (2002), a exemplo de indústrias automobilísticas, devido à alta rotatividade no recebimento de componentes contemplados no processo de construção de automóveis, grande parte dos componentes não são inspecionados devido à presença de certificados de qualidade. Com isso, o autor explica que grandes montadoras medem as não conformidades do processo através do termo PPM (peças por milhão). A forma de calcular PPM segue conforme a Equação 1:

$$PPM = \left(\frac{\text{Quantidade de peças não conformes}}{\text{Quantidade de peças produzidas}} \right) \times 1 \times 10^6 \quad (1)$$

que resulta em um valor que varia entre zero e um milhão, considerando apenas o valor numeral inteiro, o qual seu resultado pode ser interpretado conforme a Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Exemplos de valores de PPM.

Qtde. NC	Qtde. Prod	% NC	PPM	Resultado
126	2 346	5,37	53 708	Para cada 1 * 10 ⁶ itens produzidos, 53 708 estão não conformes.
36 780	36 780	100	1 000 000	Para cada 1 * 10 ⁶ itens produzidos, todos estão não conformes.
0	1 000	0	0	Para cada 1 * 10 ⁶ itens produzidos, nenhum está não conforme.
15 000	19 000	78,94	789 473	Para cada 1 * 10 ⁶ itens produzidos, 789 473 estão não conformes.

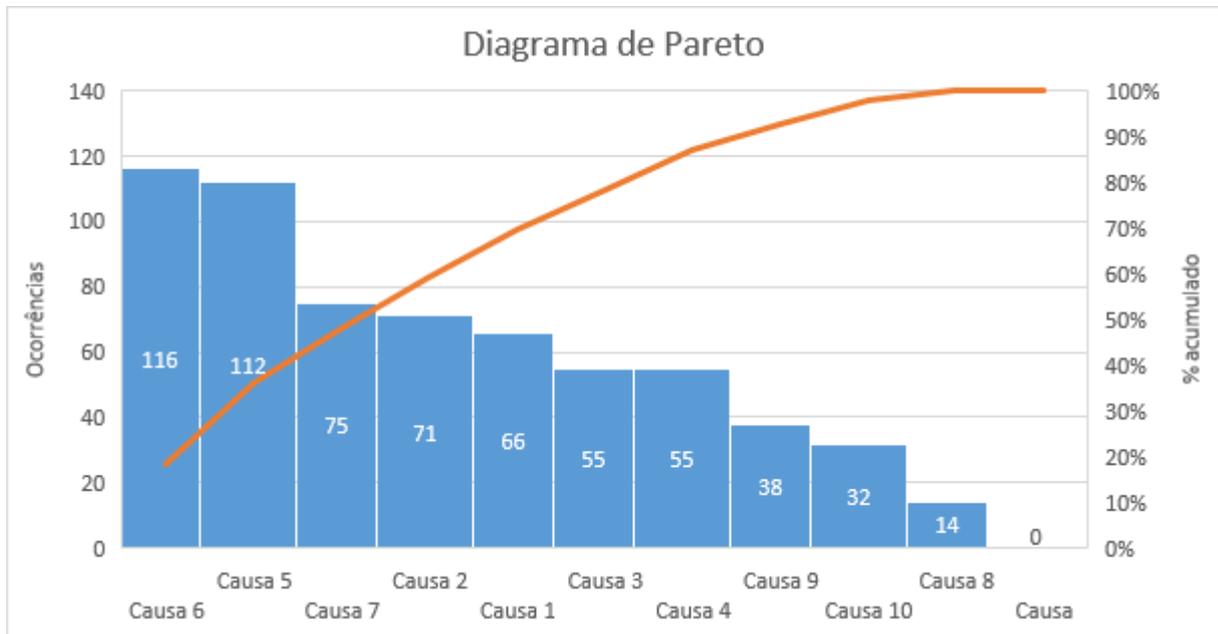
Fonte: Autor (2022).

Dessa forma é possível analisar os impactos causados nos processos produtivos industriais de forma mais abrangente, além de monitorar não conformidades por períodos de tempo, modos de falha, histogramas ou Pareto.

2.3. DIAGRAMA DE PARETO

Carvalho (2012) estabelece que o diagrama de Pareto é um gráfico de frequências acumuladas em ordem decrescente que ajuda a priorizar as causas de defeitos. Desta forma, torna-se útil utilizá-lo para visualizar e identificar os problemas, modos de falhas, causas, ou peças com maior ocorrência de problema. Vieira (1999) justifica que o diagrama de Pareto retorna como resultado qual a priorização na solução de não conformidades. A Figura 3 abaixo exemplifica um modelo do diagrama.

Figura 3 – Diagrama de Pareto.



Fonte: Autor (2022).

A Figura acima relaciona dois dados a serem analisados, sendo a quantidade de ocorrências (barras azuis no gráfico) e a porcentagem acumulada de problemas (linha laranja). Para que o diagrama de Pareto seja construído, é necessário calcular o percentual acumulado das ocorrências a serem analisadas. Para isso, é necessário coletar os valores referentes ao número de ocorrências. Logo após é realizado um somatório levando em consideração o número da ocorrência atual somado ao valor acumulado anteriormente, conforme Equação 2:

$$\text{Valor acumulado}_x = \text{ocorrência}_x + \text{valor acumulado}_{x-1} \quad (2)$$

sendo o valor acumulado fator determinante para o cálculo do percentual acumulado. A próxima etapa está no cálculo do percentual unitário de casos

$$\% \text{ unitário}_x = \frac{\text{ocorrência}_x}{\text{total de ocorrências}} \quad (3)$$

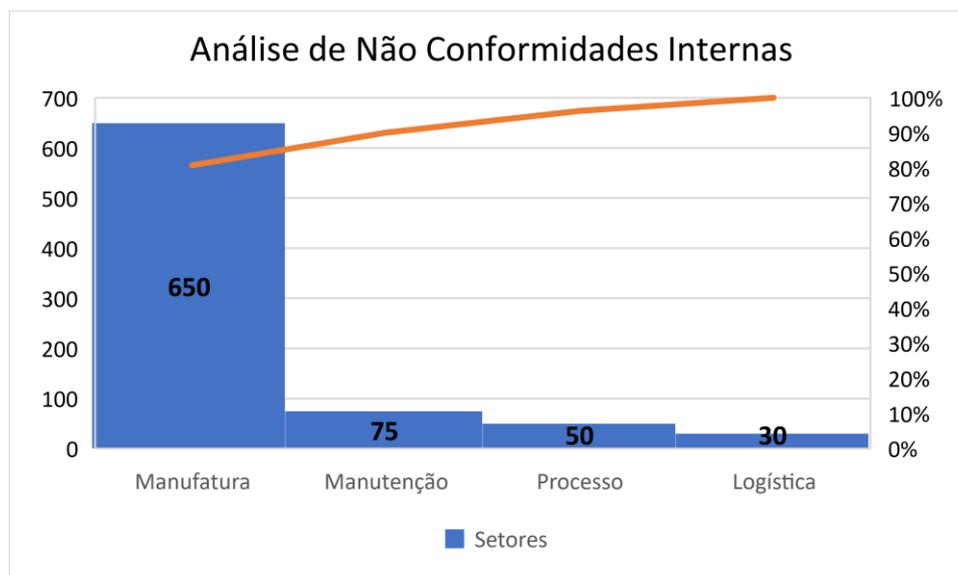
valor que acrescido ao eu antecessor, resulta na equação 4, responsável pelo cálculo do percentual acumulado:

$$\% \text{ acumulado}_x = \% \text{unitário}_x + \% \text{unitário}_{x-1} \quad (4)$$

A partir dos valores encontrados, é possível construir um gráfico que exiba qual a porcentagem de não conformidades que mais ocorrem para determinada categoria, conforme delimitação estabelecida.

Hermoso et al. (2021) em sua análise e melhoria de não conformidades internas de uma indústria de bancos automotivos, que de todos os setores da empresa analisada, 80% das não conformidades são geradas por 20% dos setores, sendo a manufatura responsável pela geração de 80,15% de casos de não conformidades, em média, por mês, conforme Figura 4.

Figura 4 – Análise de não conformidades internas.



Fonte: Adaptado de Hermoso et al. (2021).

Com isso, o autor estabeleceu que os esforços para soluções de problemas foram concentrados no setor manufatura, o qual, a partir das demais ferramentas da qualidade, estabeleceu ações corretivas para a empresa, conforme Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Propostas de ações.

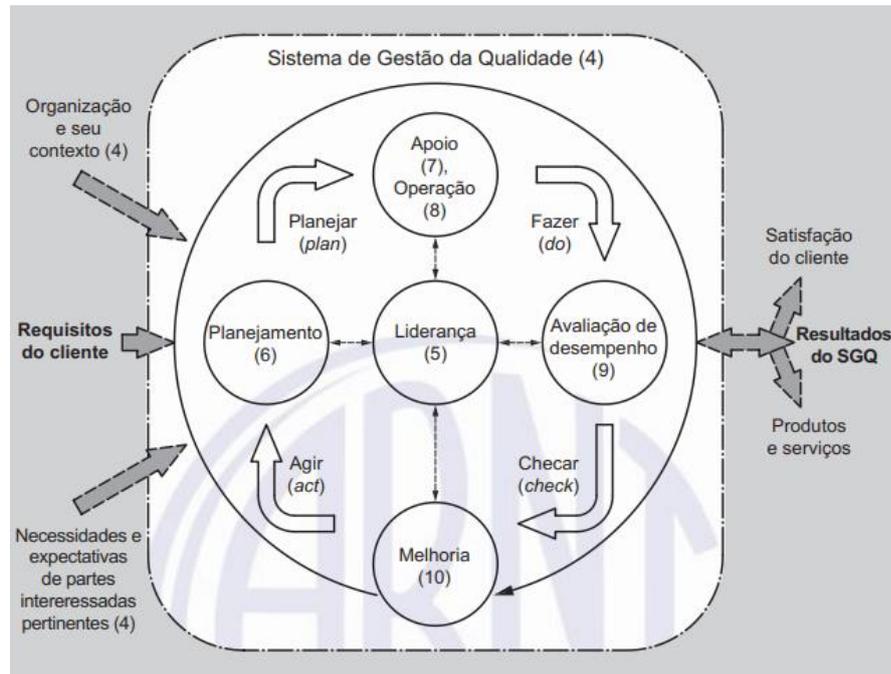
Causa	Proposta
Local de treinamento inadequado.	Criar um centro de treinamento.
Treinamentos realizados na linha de produção.	Realizar os treinamentos no centro de treinamentos.
Falta de treinamento em determinada operação.	Elaborar um plano de treinamento.

Fonte: Adaptado de Hermoso et al. (2021).

2.4. FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE CAUSA DA QUALIDADE

A norma ISO 9001:2015 estabelece em seu requisito 10 (Melhorias) que a organização deve analisar criticamente as causas de uma não conformidade, a fim de implementar ações eficazes para a gestão dos processos analisados. Em virtude disso, o método para gerenciamento de projetos e análises, conforme a norma, está baseado no ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), o que para Vieira (2010) otimiza o gerenciamento na tomada de decisões da *performance* organizacional, conforme Figura 5 a seguir.

Figura 5 – Ciclo PDCA.



Fonte: ABNT ISO 9001 (2015).

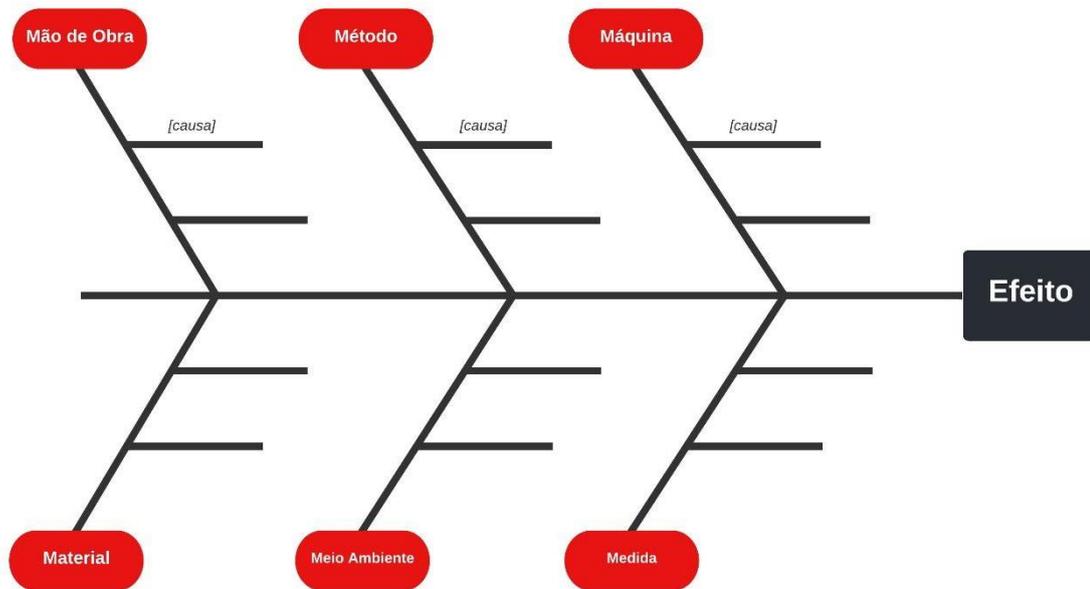
Para Campos (2004) o ciclo PDCA opera com base nas seguintes premissas:

- *PLAN*: definir metas e métodos da melhor forma possível;
- *DO*: executar as ações e coletar dados;
- *CHECK*: verificar se os resultados das ações obtidas cumprem o atingimento da meta;
- *ACT*: detectar os efeitos, as causas e atuar corretivamente no problema encontrado.

2.5. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Para Werkema (2006) o diagrama de Ishikawa, também conhecido por diagrama espinha de peixe, ou diagrama de causa e efeito, é uma ferramenta que apresenta como resultado as causas que geraram a ocorrência de um determinado problema. O diagrama é representado conforme figura abaixo.

Figura 6 – Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Autor (2022).

Nesta ferramenta, as causas são categorizadas em seis formas:

1. Mão de obra: elenca as causas derivadas por falta de treinamento de colaboradores, descuidos e falta de qualificação, por exemplo;
2. Material: a matéria prima utilizada no processo pode ser defeituosa, contribuindo para gerar o efeito não conforme analisado;
3. Meio ambiente: problemas relacionados a falta de espaço, temperaturas extremas, condições insalubres de trabalho, sujeira, etc;
4. Método: analisa as falhas no método de execução da atividade, assim como o padrão pré-definido;
5. Máquina: analisa falhas geradas por máquinas, em virtude da falta de manutenção, ou uso indevido;
6. Medida: analisa a forma como os resultados são computados e interpretados.

2.6. 5W2H

O 5W2H é uma ferramenta de estabelecimento de ações a serem realizadas. Esta ferramenta pode ser aplicada em qualquer tipo de processo, ou empresa, por se tratar de um método sem delimitação de contextos de ocorrências de não conformidades. O 5W2H aborda sete tipos de perguntas, sendo uma delas a ação determinada. Além disso não há limites para a quantidade de ações a serem estabelecidas. As perguntas a serem realizadas são:

1. *WHAT* (o quê?): determina a ação a ser executada;
2. *WHEN* (quando?): estabelece o prazo limite para a execução da ação;
3. *WHERE* (onde?): define o local do problema, ou local onde será executada a ação;
4. *WHO* (quem?): define o executor da atividade;
5. *WHY* (por quê?): justificativa do motivo da ação;
6. *HOW* (como?): estabelece método para execução da ação;
7. *HOW MUCH* (quanto?): informa o custo que a ação terá para ser executada.

As ações estabelecidas através da metodologia 5W2H devem ser analisadas criticamente no ato de planejamento, para que após execução, seus resultados sejam atingidos e a quantidade de não conformidades sejam reduzidos também.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente trabalho foi dada a partir de registros de não conformidades envolvendo um produto acabado, fabricado por uma indústria metalmeccânica localizada em Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, o qual é utilizado como componente em um maquinário agrícola de uma indústria montadora de plataformas colheitadeiras.

Primeiramente foi realizada uma pesquisa na literatura, para o entendimento de conceitos técnicos normativos, responsáveis pelo embasamento teórico do presente trabalho. Nestas buscas por bibliografias, foram consultados artigos científicos, livros, catálogos de indústrias responsáveis diretamente e indiretamente no fornecimento de componentes para maquinários agrícolas.

Já a segunda etapa teve como intuito realizar uma busca no banco de dados da indústria metalmeccânica estudada no presente trabalho, para poder delimitar o item não conforme a ser analisado.

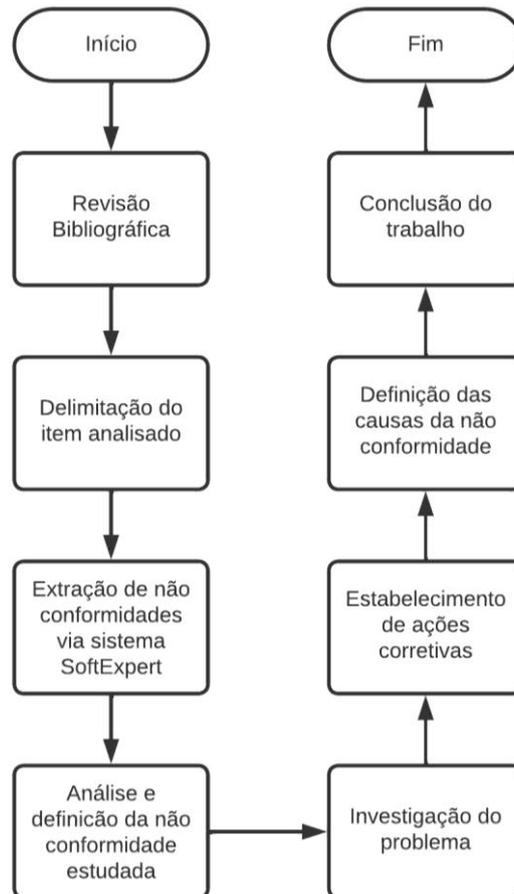
Com a determinação do item, a etapa seguinte estava centrada em definir a não conformidade específica a ser analisada e estudada no presente projeto. Para isso, foram realizadas modelagens nas ferramentas de análise de dados do sistema de gestão da qualidade da indústria metalmeccânica, estabelecendo condições específicas para o retorno de informações, para que por fim, pudesse ser determinada a não conformidade analisada.

A etapa posterior teve como fundamentação a investigação do problema. Nesta, através de ferramentas de análise de causa, foram levantados potenciais causadores da não conformidade.

Por fim, após a definição das causas definidas no problema, a etapa final do presente trabalho esteve na estruturação de um plano de ação, utilizando ferramentas da qualidade, para a eliminação de novas não conformidades no processo.

A Figura 7 a seguir exibe de uma forma resumida as etapas realizadas na construção do presente trabalho.

Figura 7 – Fluxograma etapas desenvolvidas no trabalho.



Fonte: Autor (2022).

Os tópicos a seguir abordarão as etapas da metodologia de uma forma mais detalhada.

3.1. DEFINIÇÃO DO ITEM

Para poder analisar criticamente as causas potenciais do problema estudado, primeiramente foi selecionado o produto acabado o qual delimita-se a análise das não conformidades. O produto escolhido, devido ao sigilo de informações e da propriedade intelectual da empresa será referenciado como M2022, além disso, sua descrição, informalmente conhecida por conjunto helicoidal, será referenciada como “Conjunto Plataforma Milho”. A Figura 8 abaixo exhibe um modelo similar *Conjunto Plataforma Milho*.

Figura 8 – Conjunto Plataforma de Milho



Fonte: MF Rural (2022).

A escolha do item M2022 está na grande importância do maquinário para a realização da colheita de grãos de milho. Visto o aumento na demanda pela produção do grão nos períodos posteriores ao último trimestre de 2022, é de notória relevância que o setor industrial, responsável pela fabricação dos maquinários agrícolas, esteja preparado para suprir seus clientes de forma eficiente, além de realizar a entrega do produto sem a geração de não conformidades.

3.1.1. Componentes do produto acabado

Para a produção do item *Conjunto Plataforma Milho*, são necessários diversos componentes para a contemplação do produto final. A Tabela 4 abaixo engloba os principais componentes para produção do conjunto final.

Tabela 4 – Principais componentes utilizados na produção do item M2022.

	Nome do item
1	Flange cortado
2	Rosca transportadora helicoidal
3	Tubo usinado cortado

Fonte: Autor (2022).

Segundo Fidalgo (2014) um flange pode ser conceituado como uma ferramenta, ou um produto semiacabado que possui o intuito de vedar, ou se ajustar a um tubo e suas conexões. Abaixo é possível observar uma figura exemplo de flange de aço inox.

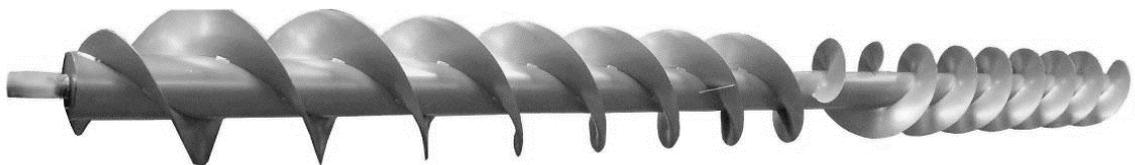
Figura 9 – Flange de aço inox.



Fonte: Vedax (2022).

Definido por Gualberto (2019) a rosca transportadora helicoidal é a união de um eixo soldado com vários helicoides.

Figura 10 – Rosca helicoidal.



Fonte: adaptado de SCREW (2022).

3.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E TRATAMENTO DE DADOS

Com a delimitação do item *Conjunto Plataforma Milho* e seus principais componentes, foi possível, através do *software* de gestão integrada SoftExpert, reunir informações pertinentes ao histórico de ocorrências de não conformidades. O *software* de gestão integrada é a

ferramenta de controle de não conformidades e demais subprocessos atrelados à questões de qualidade na indústria metalmeccânica analisada para a construção do presente trabalho.

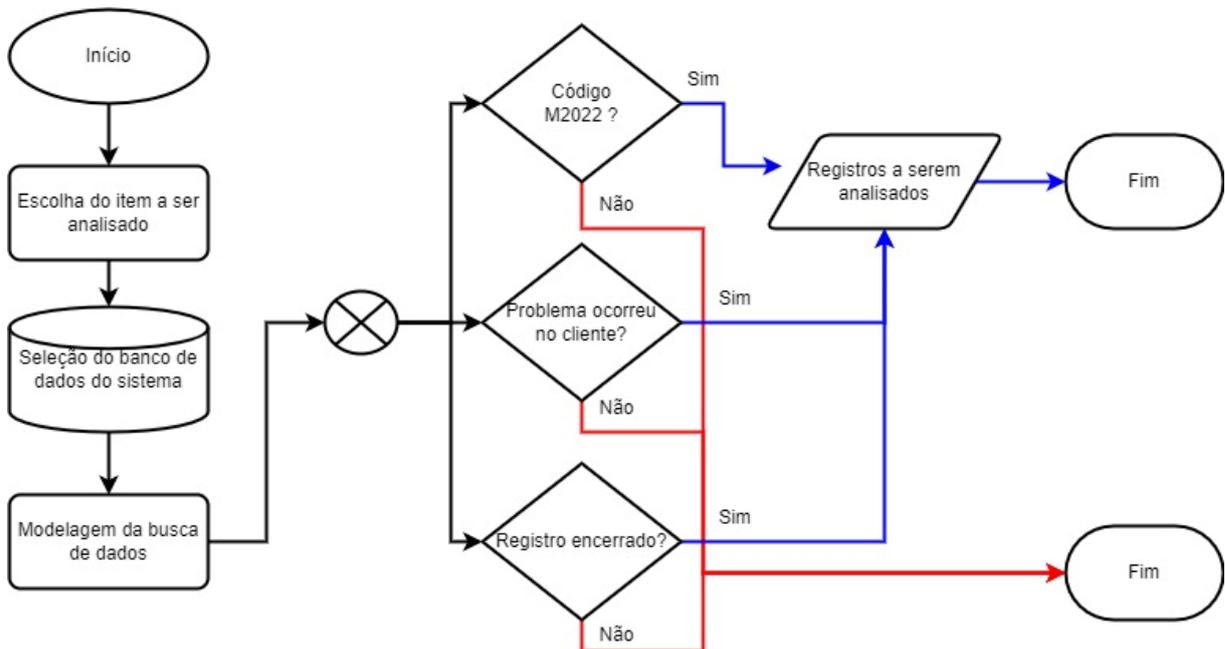
Dentro do sistema, cada não conformidade registrada carrega todas as informações do item inspecionado e detectado como não conforme, dada a exigência da Norma ISO 9001:2015.

Através da delimitação do produto M2022, foi possível acessar o conjunto de dados de não conformidades do sistema SoftExpert através de ferramenta interna do *software* conhecida por *Analytics*, a qual possui o objetivo de buscar bases de dados específicas mediante modelagem através da linguagem de programação SQL. Após a construção da base de programação para busca dos registros de não conformidades, foram estabelecidos critérios para que a extração dos dados para análise fosse feita de forma coerente:

- Limitação de busca somente para o código de identificação da peça M2022;
- Retornar somente os registros de não conformidades identificados pelo cliente final;
- Retornar somente os registros de não conformidades já encerrados no sistema.

Com isso, dos aproximados 20 mil registros de não conformidades existentes no sistema no período de 01/01/2018 a 31/08/2022, foram elegíveis inicialmente 53. A etapa descrita como definição do problema e tratamento de dados, explicada anteriormente, pode ser resumida através do seguinte fluxograma exposto na Figura 11 a seguir.

Figura 11 – Fluxograma de definição do problema e tratamento de dados.



Fonte: Autor (2022).

A partir dos 53 registros de não conformidades retornados pela busca no banco de dados, foi possível realizar a análise da descrição das falhas encontradas no item M2022. As descrições das não conformidades a serem exibidas na Tabela 5 tiveram as medidas de dimensionais e demais informações ocultadas em virtude da confidencialidade de dados da indústria metalmeccânica.

Tabela 5 – Não conformidades registradas para o item M2022.

NC	Data (mês/ ano)	Tipo	Descrição NC	Qtde. NC
1	6/ 2022	Identificação	Falta de rastreabilidade no conjunto.	18
2	2/ 2021	Identificação	Itens com identificação trocada.	17
3	2/ 2021	Armazenamento	Subconjunto e flange estão danificados.	16
4	3/ 2019	Processo	Tubo ovalizado.	14
5	3/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	14
6	2/ 2018	Processo	Tubos calandrados desalinhados na emenda.	14
7	3/ 2022	Pintura	Pintura deslocada.	13
8	5/ 2022	Processo	Tubo desbalanceado.	13
9	3/ 2022	Transporte	Rosca helicoidal com amassados.	13
10	3/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	12
11	3/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	12
12	5/ 2022	Empenamento	Conjunto final empenado.	11
13	5/ 2022	Pintura	Pintura deslocada.	11
14	3/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	11

Continua na próxima página.

NC	Data (mês/ ano)	Tipo	Descrição NC	Qtde. NC
15	7/ 2022	Empenamento	Conjunto final empenado.	10
16	2/ 2019	Armazenamento	Rosca oxidada.	10
17	11/ 2021	Processo	Tubo ovalizado.	10
18	6/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	10
19	3/ 2022	Soldagem	Desplacamento de solda.	9
20	3/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	9
21	2/ 2021	Transporte	Conjunto soldado estava amassado.	8
22	3/ 2020	Dimensional	Eixo com comprimento abaixo do especificado.	8
23	4/ 2022	Transporte	Peças amassadas.	8
24	5/ 2022	Pintura	Pintura deslocada.	8
25	6/ 2021	Processo	Tubo ovalizado.	8
26	3/ 2022	Soldagem	Encontrado porosidade de solda no conjunto final.	7
27	3/ 2022	Armazenamento	Peças oxidadas.	7
28	3/ 2021	Processo	Tubo ovalizado.	7
29	4/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	7
30	6/ 2022	Processo	Pintura divergente.	6
31	3/ 2022	Armazenamento	Rosca oxidada.	6
32	2/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	6
33	6/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	6
34	10/ 2018	Transporte	Peça amassada.	5
35	11/ 2021	Processo	Tubo ovalizado.	5
36	6/ 2021	Processo	Tubo ovalizado.	5
37	5/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	5
38	3/ 2022	Processo	Item sem mancalização.	4
39	6/ 2021	Processo	Tubo ovalizado.	4
40	2/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	4
41	4/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	4
42	6/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	4
43	11/ 2021	Identificação	Item com identificação trocada.	3
44	3/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	3
45	4/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	3
46	6/ 2021	Processo	Tubo ovalizado.	2
47	5/ 2022	Empenamento	Conjunto final empenado.	1
48	3/ 2021	Empenamento	Conjunto final empenado.	1
49	6/ 2021	Dimensional	Dimensional acima do especificado.	1
50	5/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	1
51	6/ 2021	Processo	Tubo ovalizado.	1
52	11/ 2021	Processo	Tubo ovalizado.	1
53	6/ 2022	Processo	Tubo ovalizado.	1

Fonte: Autor (2022).

Na Tabela 5, foram enumeradas as não conformidades em ordem decrescente por quantidade de peças que não atenderam o requisito de qualidade no cliente final. Além disso,

foi possível destacar uma coluna que contém as datas de registro do problema no item M2022, além das descrições e dos tipos de falhas, responsáveis por categorizar uma não conformidade registrada.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir da tabela 5 foi possível refinar as ocorrências de não conformidades utilizando do uso de ferramentas como diagrama de Pareto, abordados teoricamente na revisão bibliográfica do presente trabalho. Deste modo, os 53 registros de não conformidades totalizaram 397 itens pelos quais não cumpriram algum dos padrões de qualidade exigidos.

Para que a análise pudesse ser executada da melhor forma possível, foi elaborado um gráfico para verificar o período de maior incidência de não conformidades, conforme a Figura 12 abaixo.

Figura 12 – Registros de não conformidades por período.



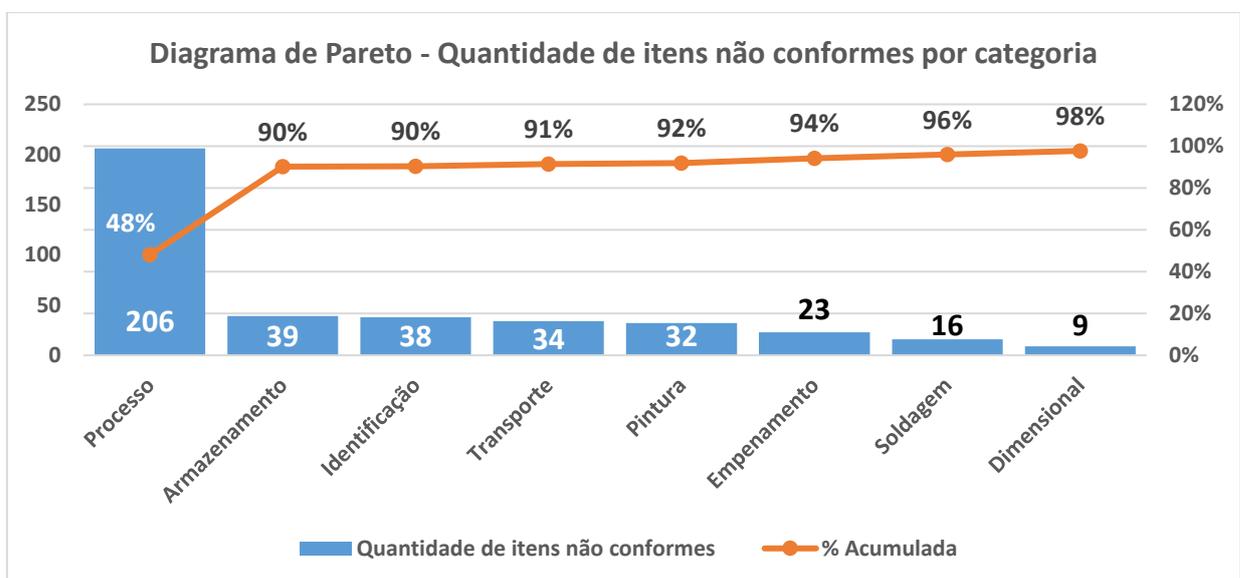
Fonte: Autor (2022).

A partir da Figura 12 foi possível observar que a maior ocorrência de registros de não conformidades para o item M2022 foram em meados de março de 2022. Observa-se também a alta frequência de não conformidades no segundo trimestre de 2022. Definiu-se então que o

período para análise dos problemas envolvendo o item M2022 seriam centrados entre março e julho de 2022.

Definido o período de análise, tornou-se necessário realizar uma relação entre os tipos de não conformidades registradas e a quantidade de itens que de alguma forma não contemplaram algum requisito de qualidade no cliente final. Portanto, na Figura 13, foi utilizado o Diagrama de Pareto para expressar a relação entre a quantidade de peças não conformes registradas por categoria.

Figura 13 – Diagrama de Pareto - Quantidade de itens não conformes por categoria.



Fonte: Autor (2022).

A partir da Figura 13 foi possível constatar, através do Diagrama de Pareto, que dos registros de não conformidades expostos na Tabela 6, considerando a coluna de quantidade de peças não conformes e a coluna de tipo, ou categoria, 206 peças, ou 48% do total de problemas registrados, foram do tipo processo. Importante ressaltar que os tipos de não conformidades elencados na Tabela 5 são padronizados pelo sistema SoftExpert.

Com base nas análises realizadas anteriormente, a não conformidade do tipo processo foi escolhida. Dentre os apontamentos para a categoria definida no período, foram analisadas algumas reclamações do cliente final, que alegava que dos produtos acabados não conformes recebidos, usualmente não davam montagem nos processos seguintes. Desta forma a não conformidade a ser analisada, pode ser resumida, para contemplar os registros do período e categoria estabelecidos anteriormente, como “tubo utilizado no item M2022, conjunto plataforma milho estava ovalizado”.

4.1. ANÁLISE DAS CAUSAS

(Fernandes et al., 2021) discorre da necessidade de realizar o *brainstorming*, o levantamento de possíveis causas e falhas que culminaram para a ocorrência de uma não conformidade, para uma análise de causa consistente.

Desta forma, foi realizado um *brainstorming* com três líderes de processos da indústria, responsáveis pela supervisão das áreas de: soldagem, usinagem e estamparia. Inicialmente foi apresentada a Tabela 6 aos envolvidos com o intuito de apresentar as ocorrências registradas no período de março a julho de 2022, assim como fotos das peças não conformes, enviadas pelo cliente final.

Posteriormente foi realizada a pergunta “qual a causa da ocorrência desta não conformidade?”, a qual foi retornada com diversas possíveis causas, sendo as principais resumidas na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Possíveis causas levantadas no *Brainstorming*.

Nº	Causa	Relatado pelo supervisor de
1	Falta de atenção por parte do operador.	Estamparia e usinagem.
2	Falta de padrão na atividade.	Estamparia e usinagem.
3	Falta de comunicação nos processos.	Soldagem.
4	Falta de treinamento.	Estamparia, soldagem e usinagem.
5	Falta de identificação no material utilizado.	Usinagem.
6	Máquina não estava regulada.	Estamparia e soldagem.
7	Ferramental estava danificado.	Estamparia, soldagem e usinagem.
8	Matéria prima diferente da comumente usada.	Usinagem.
9	Inspeção da qualidade não realizada.	Soldagem.
10	Operador não soube analisar o desenho da peça.	Soldagem.
11	Matéria prima estava não conforme.	Usinagem.
12	Flange estava não conforme.	Estamparia e soldagem.

Fonte: Autor (2022).

Na Tabela 6 foi possível observar 12 possíveis causas levantadas pelos supervisores das áreas de soldagem, usinagem e estamparia. A Norma ISO 9001: 2015, o requisito 10.2 (Não conformidade e ação corretiva) estabelece a necessidade de agir na ocorrência de uma não conformidade, além de estabelecer como um dever a determinação das causas da não conformidade.

Desta forma, o *brainstorming* realizado com os envolvidos serviu como ferramenta inicial para uma análise mais detalhada, a qual foi através da ferramenta de Diagrama de Ishikawa.

Para que a análise de causa pudesse ser consistente e eficaz na redução da não conformidade, foram categorizados os 12 apontamentos em 4 categorias:

- Conscientização: apontamentos que envolvem questões relacionadas a comportamento, cultura organizacional e experiência do operador de máquinas;
- Ferramental: apontamentos que envolvem ferramentas de apoio na conferência de cotas e demais averiguações dos componentes do produto semiacabado e produto final;
- Instrução: apontamentos que envolvem informações para a realização de operações dos processos. Estas informações podem ser instruções de trabalho, folhas de verificação, desenhos, normas técnicas e registros;
- Material: apontamentos que envolvem possíveis falhas na matéria prima utilizada nos processos de fabricação do item M2022.

As possíveis causas apontadas pelos supervisores das áreas de soldagem, usinagem e estamparia estão organizadas em 4 categorias na Tabela 7 a seguir.

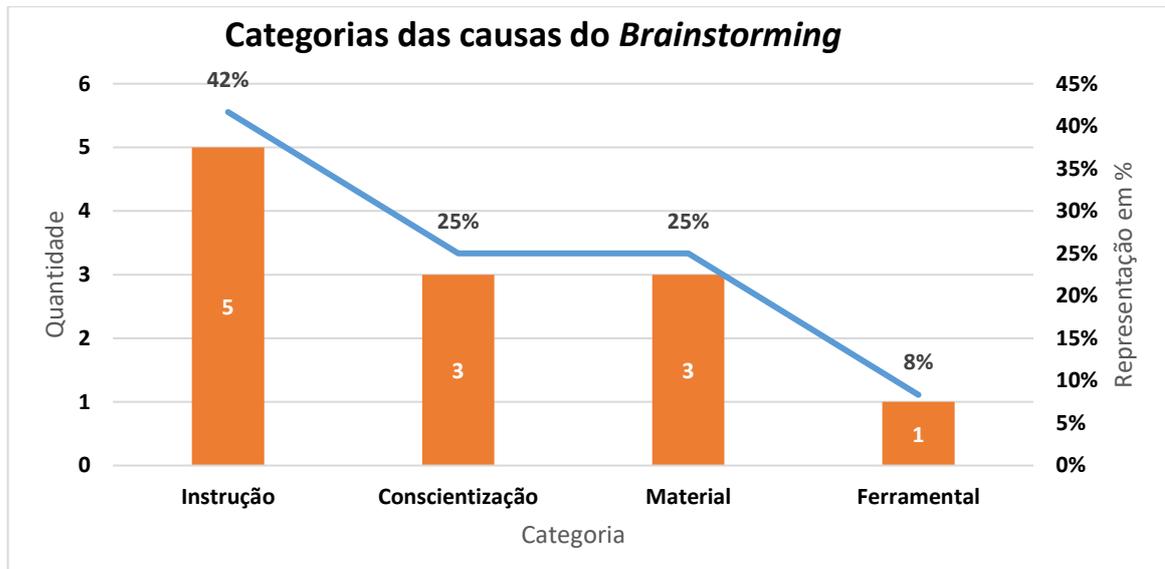
Tabela 7 – Categorias das causas levantadas no *Brainstorming*.

Nº	Causa	Categoria
1	Falta de atenção por parte do operador.	Conscientização.
2	Falta de comunicação nos processos.	Conscientização.
3	Falta de treinamento.	Conscientização.
4	Ferramental estava danificado.	Ferramental.
5	Falta de padrão na atividade.	Instrução.
6	Falta de identificação no material utilizado.	Instrução.
7	Máquina não estava regulada.	Instrução.
8	Inspeção da qualidade não realizada.	Instrução.
9	Operador não soube analisar o desenho da peça.	Instrução.
10	Matéria prima diferente da comumente usada.	Material.
11	Matéria prima estava não conforme.	Material.
12	Flange estava não conforme.	Material.

Fonte: Autor (2022).

A partir do exposto na Tabela 7, foi possível verificar que a categoria com maior frequência foi a de Instrução, totalizando 42% dos apontamentos. Já os apontamentos relacionados à conscientização e material representaram individualmente 25% dos apontamentos relatados, conforme exposto no Figura 14 a seguir.

Figura 14 – Análise das Categorias das causas levantadas no *Brainstorming*.



Fonte: Autor (2022).

A partir das categorias destacadas anteriormente, foram analisados os ferramentais, instruções técnicas documentadas e os processos de fabricação que contemplam o item M2022.

4.1.1. Ferramental

Na verificação dos ferramentais utilizados nos processos de fabricação do item M2022 foram encontrados paquímetros aferidos e calibrados de 0,02 mm de resolução, trenas aferidas, réguas aferidas e gabaritos de conferência de montagem. Cada ferramental verificado possuía um código de identificação único, pelo qual era registrado pelo laboratório de metrologia da indústria para inspeções rotineiras nas ferramentas mencionadas.

Com base nos registros de inspeções rotineiras nos ferramentais mencionados anteriormente, foi verificado que todos foram submetidos a testes de verificações de medidas em blocos específicos para medições durante os meses de janeiro de 2022 e fevereiro de 2022, assim como todos foram submetidos a inspeções visuais para detecção de danos estruturais.

Todos atenderam os requisitos solicitados para obtenção da conformidade. Deste modo, a causa potencial ocasionada por ferramentais para a ocorrência de não conformidades envolvendo o fenômeno de ovalização no item M2022 foi descartada.

4.1.2. Conscientização e Instrução

Estas duas etapas foram analisadas de forma concomitante em virtude das atividades desempenhadas. (Ibarra et. al., 2022) argumenta que uma gestão integrada, onde os processos desempenhados, a cultura organizacional e as informações documentadas abordadas com clareza e consistência podem ajudar a desenvolver um sistema de gestão da qualidade mais eficiente, promovendo a organização na indústria, conseqüentemente a redução de custos.

Com base nisso, a indústria, por ser certificada pela Norma ISO 9001 obedece ao requisito 8.5 da Norma (Produção e provisão de serviço), o qual determina a necessidade de estabelecer condições controladas na produção e provisão dos serviços fornecidos.

Mediante a isto, foram verificados no sistema de gestão da qualidade da indústria a existência de instruções técnicas, controladas e de uso controlado, de propriedade da indústria metalmeccânica para processos produtivos existentes no ambiente fabril. Dos documentos verificados, foram selecionados os que contemplavam as atividades nos processos de usinagem, corte, estamparia e soldagem.

O objetivo desta etapa estava em realizar um processo simplificado de auditoria, que segundo Teixeira (2006) pode ser definida como uma investigação para coleta de evidências e comparações para avaliar a conformidade do que está sendo auditado. Portanto, foram verificados os processos produtivos para o item M2022 com base nas instruções técnicas de trabalho.

As verificações foram realizadas inicialmente no processo de usinagem, observou-se que os responsáveis pela operação de corte de tubos deveriam conferir as especificações de medidas e material conforme o registro de produção, que pode ser resumida em uma folha de verificação que especifica a os processos produtivos, quantidades e rastreabilidade para cada item fabricado na indústria.

Observou-se que os operadores inicialmente conferiam as especificações do material a ser submetido ao processo de usinagem, verificavam em qual máquina e qual a quantidade de tubos a serem usinados, para que então o processo de usinagem pudesse ser realizado.

Após a usinagem dos tubos, os operadores de máquina do setor deveriam realizar medidas de comprimento com uma trena aferida e dimensional com paquímetro na primeira e na última peça a ser produzida do lote. Posteriormente os tubos deveriam ser identificados pelo código de identificação, lote e quantidade para que fossem armazenados no almoxarifado até as etapas posteriores. Observou-se que os operadores executaram a atividade exatamente conforme a instrução de trabalho, logo, não foi encontrada não conformidade no processo.

As verificações realizadas no processo de corte laser foram realizadas do mesmo modo executado no processo de usinagem. Na instrução técnica de trabalho do processo de corte laser, os operadores encarregados de alimentar a máquina de corte deveriam medir a espessura da primeira chapa do lote a ser armazenado na máquina com um paquímetro e o comprimento e largura com uma trena aferida.

Observou-se que a atividade solicitada anteriormente na instrução de trabalho não foi executada pela equipe. Os operadores foram questionados a respeito da capacitação e treinamento recebidos pela supervisão da área, assim como a conscientização do possível impacto que o não cumprimento do padrão estabelecido na instrução técnica de trabalho poderia ocasionar nos processos posteriores, ou no cliente final. Os mesmos informaram que no treinamento não foi abordada a responsabilidade de conferir as medidas da primeira chapa do lote, assim como desconheciam os impactos no não cumprimento dos padrões estabelecidos. Logo, foi encontrada uma não conformidade no processo.

O processo de cortar as chapas de aço, por ser automatizado, não estava contemplado na instrução. Após finalização do corte das chapas, a instrução técnica abordava a necessidade de realizar as medições de comprimento e espessura do componente formado pelo corte da chapa. As medições solicitadas na instrução também não foram realizadas pelos operadores da máquina.

No processo de estamparia, especificamente calandra, os operadores executaram todas as atividades conforme a instrução técnica de trabalho demandava. No entanto, os mesmos relataram a necessidade de regular a máquina diferente do solicitado nos documentos instrutivos, pois caso as regulagens estivessem de acordo com a instrução, poderia ocasionar o não atendimento da conformidade na dos componentes utilizados no item M2022.

Já no processo de soldagem, observou-se que nas etapas de mancalização, estiramento e montagem, os parâmetros como voltagem, amperagem e vazão de gás estavam acima do exigido na instrução disponível para a operação. Observou-se também a grande dificuldade de posicionar a flange no tubo nos processos iniciais do setor de soldagem. No questionamento dos responsáveis pelas atividades, os mesmos responderam não fazer o uso do parâmetro estabelecido, pois possuíam experiência suficiente para a execução das atividades, os mesmos relataram dificuldades no posicionamento de alguns componentes para execução da atividade de solda. Ao serem questionados sobre a importância de operar os aparelhos de soldagem com base nas especificações delimitadas nas instruções técnicas de trabalho, os mesmos operadores relataram desconhecer a importância de tal documento.

Com os fatos coletados durante a conferência dos processos nas instruções técnicas de trabalhos estabelecidas, foi possível iniciar a montagem do Diagrama de Ishikawa para definição das principais causas ocorridas da não conformidade envolvendo o fenômeno de ovalização para o tubo utilizado no item M2022.

4.1.3. Construção do Diagrama de Ishikawa

Durante o processo de montagem do Diagrama de Ishikawa, foram analisados todos os apontamentos levantados no *Brainstorming* pelos supervisores de estamparia, soldagem e usinagem, assim como as constatações realizadas nas operações de usinagem, corte laser, estamparia e soldagem. Com isso, o Diagrama de Ishikawa preenchido pode ser observado na Figura 15 a seguir.

Figura 15 – Diagrama de Ishikawa preenchido.



Fonte: Autor (2022).

Com as principais causas levantadas no Diagrama de Ishikawa, na Figura 15, foi possível estabelecer 3 principais causadoras da não conformidade envolvendo o tubo ovalizado, no item M2022:

- Medida da espessura da chapa não realizada pelo setor de corte;

- Operadores de máquinas não reconhecem a importância de suas atividades;
- Treinamento com equipe não contemplaram todas as atividades.

A causa raiz do problema esteve no fato do treinamento realizado com a equipe não contemplar todas as atividades do processo. A escolha desta causa como raiz foi dada pelo fato de que, nas verificações de atividades realizadas no âmbito fabril, foi constatado o não segmento do padrão estabelecido. As atividades não seguidas conforme as instruções, por mais simples que sejam, acabaram por gerar uma grande dificuldade nos processos posteriores, como o de soldagem, que devido a grande dificuldade de realizar o encaixe de componentes no interior do tubo para o processo de soldagem do item M2022, ocasionavam deformações, pouco perceptíveis visualmente, no tubo, o que acabava gerando ovalização no mesmo.

A dificuldade no encaixe de componentes, principalmente o flange, foi ocasionada devido a potencial ocorrência do setor de corte ter utilizado uma chapa com espessura maior do que o exigido no documento técnico de trabalho.

Este não cumprimento dos padrões estabelecidos foram constatados devido a pouca importância que os operadores que foram questionados, expressarem perante às atividades desempenhadas no trabalho, que por sua vez, podem ter sido em virtude dos treinamentos com a equipe não ter sido eficaz.

Observou-se então que a principal causa da não conformidade de ovalização gerada no tubo M2022 foi dada em função da ineficácia de um treinamento consistente com a equipe, que gerou por consequência o não segmento dos padrões estabelecidos em instruções técnicas, gerando por fim, não conformidade no cliente final.

4.1.4. Estabelecimento do Plano Ações

A partir das causas estabelecidas no Diagrama de Ishikawa foi possível estabelecer um plano de ação para correção da não conformidade. A ferramenta utilizada para gerenciamento do plano foi a *5W2H*. Desconsiderou-se o campo “*Custo*” para construção do plano em virtude da confidencialidade de informações da indústria metalmeccânica. Importante salientar que as ações estabelecidas no plano de ação exibido na Figura 16.

Figura 16 – 5W2H preenchido.

Nº	O quê?	Por quê?	Como?	Onde?	Quem?	Quando?
1	Acompanhar os próximos 3 lotes produzidos do item M2022	Para detecção de possíveis falhas no processo	Realizando inspeções no item	Nas áreas de usinagem, corte térmico, estamparia e soldagem	Inspetores	09/2022
2	Conscientizar operadores quanto à importância de suas atividades na indústria	Para que todos entendam o grau de responsabilidade solicitada	Dialogando e questionando com os envolvidos	Nos postos de trabalho das áreas envolvidas	Supervisão da área	09/2022
3	Elaborar ferramental para conferência de montagem do item M2022.	Para facilitar a detecção de não conformidade no processo produtivo	Analisando criticamente as medidas e tolerâncias do item	Na área de desenvolvimento de ferramentais	Desenvolvedor de Ferramentais	10/2022
4	Elaborar método de comunicar operadores a ocorrência de não conformidades no cliente final	Para conscientizá-los da importância das atividades desempenhadas	Divulgando formulários, ou imagens da não conformidade	Na área produtiva da indústria	Assistente da Qualidade	10/2022
5	Estabelecer inspeção de todos os itens M2022 na área de expedir	Para evitar gerar novas não conformidades até fechamento do plano 5W2H	Conferindo medidas solicitadas nos desenhos técnicos	Na área de expedir	Inspetores	11/2022
6	Realizar treinamento dos operadores quanto às atualizações das instruções técnicas	Para que todos os envolvidos executem as atividades de forma padronizada	Explicando a metodologia correta de conferência	Nos postos de trabalho das áreas envolvidas	Supervisão da área	09/2022
7	Revisar instruções técnicas de conferência de conformidade de processos	Para readequação das rotinas desempenhadas	Analisando e definindo com supervisores das áreas o método correto para conferências	No SGQ	Supervisão do sistema de gestão da qualidade	12/2022

Fonte: Autor (2023).

4.1.5. Acompanhamento do Plano Ações

Com o plano de ação lançado aos responsáveis pelas atividades, foi possível acompanhar a execução das ações na Figura 17. Importante ressaltar que nem todas as ações foram encerradas, ou cumpridas dentro do prazo estabelecido por fatores envolvendo demanda por produção, ou outras questões pertinentes internamente à indústria metalmeccânica.

Figura 17 – Resultado das ações sugeridas.

Nº	Ação	Resultado	Situação da ação
1	Acompanhar os próximos 3 lotes produzidos do item M2022	Lotes acompanhados, nenhum lote não conforme.	Encerrada
2	Conscientizar operadores quanto à importância de suas atividades na indústria	Conscientização realizada com os operadores. Evidência registrada e entregue ao setor de recursos humanos.	Encerrada
3	Elaborar ferramental para conferência de montagem do item M2022.	Elaborado ferramental para conferência de dimensional do tubo após montagem.	Encerrada
4	Elaborar método de comunicar operadores a ocorrência de não conformidades no cliente final	Definido que a forma de comunicação será realizada através de informativos divulgados às áreas de produção. Constarão imagens e descrições pertinentes à não conformidade ocorrida.	Encerrada
5	Estabelecer inspeção de todos os itens M2022 na área de expedir	Não foi possível inspecionar todos os itens M2022 devido ao alto volume de produção.	Não realizada
6	Realizar treinamento dos operadores quanto às atualizações das instruções técnicas	Treinamentos sendo realizados mensalmente com os operadores envolvidos.	Em andamento
7	Revisar instruções técnicas de conferência de conformidade de processos	Instruções continuam em processo de revisão em cooperação com supervisão da área.	Em andamento

Fonte: Autor (2023).

Após a realização das ações destacadas na Figura 16, houve a eliminação de não conformidades envolvendo o item M2022 no cliente final no mês de dezembro de 2022. Houveram registros de não conformidades registrados somente no ambiente interno à indústria para o item. Todas as não conformidades internas foram solucionadas antes de chegarem ao cliente final.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar e explorar as ferramentas da qualidade como Diagrama de Pareto e Ishikawa, assim como trazer uma abordagem normativa como a ISO 9001. Observou-se que durante o presente trabalho, foram levantados diversos conceitos como o de qualidade total, defendido por autores citados durante a construção do referencial teórico.

Com os conhecimentos reunidos foi possível, através da metodologia do trabalho, delimitar o item utilizado para compor um maquinário agrícola de grãos de milho, pelo *software* de gestão integrada. A partir deste, realizou-se uma análise mais detalhada das ocorrências de não conformidade evidenciadas pelo cliente final de uma indústria metamecânica, as quais, através do Diagrama de Pareto, foram majoritariamente categorizadas como processo.

Posteriormente, foram verificados os principais apontamentos realizados pelos supervisores dos setores e separados em categorias. Com os resultados dos apontamentos levantados, iniciou-se a construção do Diagrama de Ishikawa, o qual culminou para causa raiz envolvendo a eficácia dos treinamentos com a equipe de operadores.

Por fim, com as causas definidas, foi possível construir um plano de ação, para redução, ou possível eliminação das não conformidades envolvendo o item analisado. O plano não foi integralmente concluído devido a questões internas da indústria metalmecânica.

Desta forma, sugere-se, para outros trabalhos, o acompanhamento da execução do plano de ação, assim como um acompanhamento para a possível ocorrência de novas não conformidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A GARVIN, David. What Does “Product Quality” Really Mean? **Mit Sloan**: Magazine Fall, 15 out. 1984. Disponível em: <https://sloanreview.mit.edu/article/what-does-product-quality-really-mean/>. Acesso em: 10 jul. 2022.

ANÁLISE, INVESTIGAÇÃO E AVALIAÇÃO DA GESTÃO DA QUALIDADE NO PROCESSO DE MINERAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE AS DIVERGÊNCIAS NOS DESVIOS DE ESTOQUE DE MINÉRIO DE FERRO. Florianópolis: Abepro, v. 21, n. 3, 2021. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4252/2065>. Acesso em: 10 dez. 2022.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade total:** (no estilo japonês). 8. ed. Nova Lima: Indg Tecs, 2004. 269 p.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas.** São Paulo: Atlas, 2010.

CARVALHO, M. M.; MIGUEL, P. A. C. Qualidade e Sustentabilidade. In: CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e casos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2012.

CONAB - **COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.** Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 10 décimo levantamento, julho 2022.

CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2014, Rio de Janeiro. **ISO 9001 – UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE SEUS BENEFÍCIOS, MOTIVAÇÕES E DIFICULDADES.** Natal: Ufrn, 2014. 15 p. Disponível em: https://www.inovarse.org/artigos-por-edicoes/X-CNEG-2014/T14_0274.pdf. Acesso em: 01 jul. 2022.

ESTRATÉGIA PARA CRESCIMENTO ATRAVÉS DA GESTÃO DA QUALIDADE ALINHADA COM A GESTÃO DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO. Natal:

Ingepro, v. 3, n. 5, maio 2011. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/30285/1/Estrat%20a9giaCrescimentoGest%20a3o_H%20a9kis_2011.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

FIDALGO, Augusto Madrigali. **Estudo teórico e numérico do comportamento de ligações tipo flange circular para estruturas tubulares de aço**. 2014. 145 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1623517>. Acesso em: 21 jan. 2023.

FUNDACENTRO. **NHO 09**: Norma de Higiene Ocupacional: Procedimento Técnico – Avaliação da Exposição Ocupacional a Vibração de Corpo Inteiro. Brasil, 2013.

GUALBERTO, Victor Soares. **PROJETO PRELIMINAR DE TRANSPORTADOR HELICOIDAL APLICADO À INDÚSTRIA SALINEIRA DE MOSSORÓ E REGIÃO**. 2019. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/3663/2/VictorSG_MONO.pdf. Acesso em: 10 dez. 2022.

HERMOSO, Andrei; SANTOS, Elderson Odair de Alcântara; SALAZAR, Giovana; OLIVEIRA, Kelly de; CANCELIER, Milena; FRANÇA, Rayane Caroline de. **ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSO NO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO DE BANCOS AUTOMOTIVOS**. 2021. 1 v. Monografia (Especialização) - Curso de Curso Superior de Tecnologia em Recursos Humanos, Uniasselvi, São José dos Pinhais, 2021. Disponível em: <http://app.fiepr.org.br/revistacientifica/index.php/inovamais/article/view/516/513>. Acesso em: 23 jul. 2022.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO 9001**: ABNT NBR ISO 9001:2015. 2015 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 44 p.

JURAN, Joseph M. *et al.* **Quality Planning and Analysis**. 3. ed. Nova Iorque: McGraw-Hill Education, 1990. 640 p.

LUSTOSA, Leonardo *et al.* **Planejamento e Controle da Produção**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 365 p. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6662415/mod_resource/content/1/Planejamento%20e%20controle%20da%20Produ%C3%A7%C3%A3o_Lustosa.pdf. Acesso em: 20 jun. 2022.

MAEKAWA, Rafael; CARVALHO, Marly Monteiro de; OLIVEIRA, Otávio José de. **Um estudo sobre a certificação ISO 9001 no Brasil**: mapeamento de motivações, benefícios e dificuldades. 2013. 20 v. Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Produção, USP, São Paulo, 2013. Cap. 4. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/rdyRynHz9g56J4KGSCWndKf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 1 jul. 2022.

MANGANIELLO, Veronica. **Food System and Territorial Sustainability**: the case study of campanian certified companies. Nápoles, Itália: Elsevier, 2016. 6 p. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2210784316300213?token=3143F25616D6B0462D294B930E39EBBA6774A98D1007DDA0FAD6C15E840ED398E4C05ABA3E310C814A598338873A5F2C&originRegion=us-east-1&originCreation=20220727012635>. Acesso em: 2 jun. 2022.

MARTINELLI, Fernando Baracho. **Gestão da Qualidade Total**. Curitiba: Iesde, 2009.

NASCIMENTO, Othon Ludwig. **ANÁLISE DO MODELO DE AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES DA VOLVO GLOBAL TRUCKS**. 2022. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Ufsc, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/84325/227053.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 jul. 2022.

PEDROSA, Rafael Alves *et al.* (org.). **Gestão da Produção em Foco**. Belo Horizonte: Poisson, 2021. 227 p. 45 v. Disponível em: https://www.poisson.com.br/livros/producao/foco45/Gestao_da_producao_em_foco_vol45.pdf. Acesso em: 20 jun. 2022.

REDUÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE COMO PLANEJAMENTO PARA A MELHORIA DE DESEMPENHO EM UMA FÁBRICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Boadilla del Monte: Portal Universia S.A., v. 11, n. 3, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5118/511854480002.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SANTOS, Gilberto; BARROS, Sírnia; MENDES, Fátima; LOPES, Nuno. The main benefits associated with health and safety management systems certification in Portuguese small and medium enterprises post quality management system certification. **Safety Science**, Guimarães, v. 51, n. 1, p. 29-36, jan. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753512001580>. Acesso em: 12 jul. 2022.

SOARES, José Miguel. Estudo da relevância da norma ISO 9001 no desempenho das empresas portuguesas do sector da hotelaria. **Tourism And Management Studies**, Faro, v. 10, n. 2, p. 55-66, out. 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3887/388743882008.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2022.

TEIXEIRA, Maria de Fátima. **O CONTRIBUTO DA AUDITORIA INTERNA PARA UMA GESTÃO EFICAZ.** 2006. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Contabilidade e Auditoria, Universidade Aberta, Coimbra, 2006. Disponível em: https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/581/1/TMCA_Maria%20deFatimaTeixeira.pdf. Acesso em: 10 dez. 2022.

Vieira, G., Filho (2010). **Gestão da qualidade total: uma abordagem prática** (3a ed.). Campinas: Alínea.

VIEIRA, Sonia. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços.** Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Fundação Chistiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, v. 2, 1995.

XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2017, Joinville. **APLICAÇÃO DAS SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA FÁBRICA DE BLOCOS STANDARD DE GESSO.** Joinville: Enegep, 2017. 25 p. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_385_34641.pdf. Acesso em: 10 jul. 2022.