



CENTRO UNIVERSITÁRIO RITTER DOS REIS
ÂNIMA EDUCAÇÃO
ALEXANDRE ADAMS REIS

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA TRATATIVA DE UMA NÃO
CONFORMIDADE DIMENSIONAL NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA DE
CAPACITORES**

Porto Alegre, RS
2023

ALEXANDRE ADAMS REIS

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA TRATATIVA DE UMA NÃO
CONFORMIDADE DIMENSIONAL NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA DE
CAPACITORES**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia
Mecânica do Centro Universitário Uniritter,
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel.

Orientador: Prof. Bruno Miranda dos Santos, Mestre em Engenharia de Produção.

Porto Alegre, RS
2023

ERRATA

ALEXANDRE ADAMS REIS

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA TRATATIVA DE UMA NÃO
CONFORMIDADE DIMENSIONAL NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA DE
CAPACITORES**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Ritter dos Reis.

Porto Alegre, RS, 16 de junho de 2023.

Prof. Bruno Miranda dos Santos, Mestre em Engenharia de Produção
Centro Universitário Ritter dos Reis

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais por todo o apoio e recursos para iniciar minha graduação, se mantendo preocupados em me ajudar a atingir meus objetivos e buscar melhorar no que faço. Além disso, à instituição que, além de toda infraestrutura e professores que disponibiliza, proporcionou a busca por estágios que puderam me inserir no mercado de trabalho. Por último, ademais todos os professores que puderam ministrar alguma aula ou palestra durante minha graduação, gostaria de agradecer especialmente ao meu orientador, Professor Bruno Miranda, extremamente importante para finalização desse trabalho e conclusão da minha graduação.

RESUMO

Para organizações certificadas com a norma automotiva *International Automotive Task Force* (IATF) 16949 e normas da série ISO 9000, a tratativa de não-conformidades é um requisito crítico. Em muitos casos, essa tratativa é uma barreira para as organizações atingirem bons resultados. Para reduzir o número de matérias-primas fornecidas com divergências técnicas, existem diferentes metodologias indicadas para que seja realizado o controle da qualidade sobre o desenvolvimento de fornecedores. Sendo assim, a partir de uma não-conformidade dimensional encontrada em uma borracha de vedação, em uma indústria eletrônica de capacitores, esse trabalho tem por objetivo aplicar a metodologia 8D para tratativa de uma não-conformidade dimensional. Visando identificar a causa raiz, desenvolver um plano de ação para conter e evitar a recorrência da falha, além de reforçar o pensamento de melhoria contínua da organização, a metodologia 8D é indicada por ser robusta para tratativa de problemas.

Palavras-chave: Não-conformidade. Metodologia 8D. Qualidade.

ABSTRACT

Organizations certified to the IATF 16949 automotive standard and ISO 9000 series standards, non-conformities handling is a critical requirement. In many cases, this is a challenge for organizations. To reduce the number of raw materials supplied with deviations in the specification or technical standard requirements, different methodologies are indicated for the quality management system to perform supplier development. Based on a dimensional non-conformity found in a rubber seal in the electronic capacitor industry, this work is conducted as a case study, using the 8D methodology to solve the problem. Aiming to identify the root cause and develop an action plan to contain and avoid the recurrence of the failure, besides reinforcing the continuous improvement thought in the organization, the 8D methodology is indicated because it is robust to treat problems. Different quality tools are used to help identify the root cause, plan the containment and improvement actions, and approach different measurement methods due to the nature of the non-conformity being a dimensional divergence.

Keywords: Non-conformity. 8D method. Quality Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fases do ciclo PDCA	14
Figura 2 – Diagrama de Ishikawa	15
Figura 3 – Metodologia dos 5 Porquês	17
Figura 4 – Ferramenta 5W2H	18
Figura 5 – Gráfico de Pareto	19
Figura 6 – Cota de diâmetro da borracha de vedação	24
Figura 7 – Máquina de medição por coordenadas utilizada para as medições	25
Figura 8 – Diagrama de Ishikawa	27
Figura 9 – Método dos 5 Porquês	27
Figura 10 – Medição utilizando o método P2P	29
Figura 11 – Método dos mínimos quadrados	30
Figura 12 – Desenho técnico atualizado com a cota de circularidade	32
Figura 13 – Selagem do capacitor após teste de ciclagem térmica	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas da Metodologia 8D	7
Tabela 2 – Resultados das medições das amostras não conformes	24
Tabela 3 – Plano de ação para verificar a causa raiz	28
Tabela 4 – Resultados das medições utilizando o método dos mínimos quadrados	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IATF	International Automotive Task Force
ISO	International Organization for Standardization
MMC	Máquina de Medição por Coordenadas
MSA	Measurement Systems Analysis
NBR	Norma Técnica Brasileira
P2P	Point-to-Point
±	Mais ou Menos
°C	Graus Celsius

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	2
1.2	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	2
1.3	OBJETIVOS DA PESQUISA	3
1.3.1	Objetivo geral	3
1.3.2	Objetivos específicos	3
1.4	JUSTIFICATIVA	3
2	REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1	QUALIDADE	5
2.1.1	Metodologia 8D	6
2.2	NORMAS CERTIFICADORAS	9
2.2.1	ABNT NBR ISO 9001:2015	9
2.2.2	Norma IATF 16949	10
2.3	NÃO CONFORMIDADE	12
2.4	FERRAMENTAS QUALIDADE	13
2.4.1	Melhoria contínua	13
2.4.2	Diagrama de Ishikawa	15
2.4.3	Brainstorming	16
2.4.4	Método 5 porquês	17
2.4.5	Plano de ação 5W2H	18
2.4.6	Diagrama de Pareto	18
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	20
3.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS	20

4	RESULTADOS	23
4.1	D1 – DEFINIÇÃO DA EQUIPE	23
4.2	D2 – DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	23
4.3	D3 – AÇÃO DE CONTENÇÃO	25
4.4	D4 – DEFINIÇÃO E ANÁLISE DA CAUSA RAIZ	26
4.4.1	D4 – Brainstorm	26
4.4.2	D4 – Diagrama de Ishikawa	27
4.4.3	D4 – Método 5 porquês	27
4.5	D5 – AÇÕES CORRETIVAS	28
4.6	D6 – IMPLEMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS	28
4.7	D7 – AÇÕES PREVENTIVAS	31
4.8	D8 – ANÁLISE DE ENCERRAMENTO	33
5	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O conceito de qualidade tem evoluído ao longo do tempo, tornando-se mais compreensível se analisada a maneira como as empresas consideradas líderes mundiais em seu segmento de atuação tem aplicado e compreendido esse conceito (LOBO, 2020). Atualmente, o controle de qualidade é voltado ao gerenciamento estratégico da qualidade, no qual a maior preocupação é a concorrência de mercado, buscando satisfazer as necessidades dos clientes (MACHADO, 2012). As organizações dependem de seus clientes e, para isso, é recomendável que todas as necessidades atuais e futuras sejam atendidas, sempre buscando atender e superar suas expectativas (MELLO, 2002).

A gestão da qualidade prevê a eliminação ou a simplificação dos processos que não adicionam valor ao produto. A disponibilização eficiente e sistematizada de informações nas organizações é uma condição fundamental para o alcance dos resultados preestabelecidos (OLIVEIRA, 2020). A inexistência de um sistema de qualidade pode significar em diversas perdas para as organizações. Além de ganhos internos, a conformidade de sistemas da qualidade com as normas internacionais ISO 9000 proporciona maior confiança no relacionamento entre cliente e fornecedor (MACHADO, 2012). Quando ligado ao fornecimento para a cadeia automotiva, somam-se as exigências de acordo com a norma IATF 16949 (*International Automotive Task Force*). Um dos requisitos mais críticos dessas normas é o que se refere ao controle das não conformidades, buscando evitar que produtos ou serviços fora da especificação sejam entregues aos clientes.

Diante disso, o objetivo desta pesquisa é utilizar a metodologia 8D para identificar e propor uma solução para uma não-conformidade encontrada em uma indústria eletrônica de capacitores, buscando reduzir o número de produtos encontradas com falhas e visando desenvolver os processos internos da empresa. A não-conformidade está relacionada a uma das matérias primas utilizadas na produção de um capacitor, sendo essa uma divergência dimensional que impacta diretamente na qualidade do produto final.

Este estudo está organizado da seguinte forma. Neste capítulo serão introduzidas diversas informações para melhor entendimento do tema e fácil compreensão dos capítulos seguintes. Seguido pela revisão de literatura que irá disponibilizar diferentes fontes, autores e visões sobre os assuntos abordados no

trabalho, estarão os procedimentos metodológicos, proporcionando maior clareza para justificar os resultados encontrados nas análises. Estes mesmos valores encontrados serão apresentados no próximo capítulo e seguirão com a análise desses resultados e a discussão deles. Após isso, chegaremos à conclusão e, sucessivamente, à finalização da leitura desse trabalho.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Conforme definido na ABNT NBR ISO 9001:2015, as organizações devem tomar ações baseadas na natureza da não-conformidade e em seus efeitos sobre a conformidade de produtos e serviços. Caso os requisitos não sejam cumpridos, isso pode refletir em atrasos nas linhas de produção e/ou montagem inadequada de determinado item. Além disso, pode causar a insatisfação do cliente e, em alguns casos, podendo ser perigosa no caso de sua utilização (MELLO, 2002).

Uma política de qualidade bem seguida reflete as intenções e diretrizes globais de uma organização, visando atender aos compromissos assumidos com os clientes por meio da melhoria contínua em seus processos. Quando referido aos custos de qualidade, na verdade, está se considerando o custo proveniente da falta de qualidade, ou seja, aqueles que não existiriam se os princípios da qualidade estivessem sendo devidamente desenvolvidos e utilizados pela organização (OLIVEIRA, 2020).

Tendo em vista a importância do controle, análise e tratativa das não conformidades encontradas nas indústrias, este trabalho propõe-se a responder à seguinte questão de pesquisa: como a aplicação da metodologia 8D pode contribuir no tratamento de não-conformidades em uma indústria eletrônica?

1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa estará limitada à aplicação da metodologia 8D para tratativa de uma não conformidade dimensional envolvendo uma borracha de vedação fornecida para uma indústria eletrônica de capacitores, a qual está situada em Gravataí, no Rio Grande do Sul.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos do presente trabalho foram divididos em objetivo geral e objetivos específicos, os quais são apresentados a seguir.

1.3.1 Objetivo geral

Aplicar a metodologia 8D para tratativa de uma não conformidade dimensional em uma indústria eletrônica de capacitores.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Compreender e exemplificar a aplicação da metodologia 8D em uma indústria eletrônica da cadeia automotiva;
- b) Compreender os conceitos envolvidos na aplicação da metodologia e das ferramentas utilizadas;
- c) Demonstrar as possíveis melhorias encontradas a partir de uma não conformidade de uma matéria-prima;
- d) Relacionar as ferramentas de qualidade com às diferentes etapas da metodologia 8D.

1.4 JUSTIFICATIVA

A revisão 2000 da norma ISO 9001 trouxe como grande mudança dessa versão a necessidade formal de que a organização procure continuamente a melhoria da eficácia e eficiência de seus processos. A ação corretiva é a ferramenta mais importante dentro do sistema para impulsionar e colocar em prática a melhoria contínua. É por meio dessa ferramenta que as causas de uma não-conformidade real são eliminadas ou mitigadas (MELLO, 2002).

A qualidade desempenha um papel importante em uma organização da indústria automotiva, que necessita direcionar esforços continuamente para se tornar mais eficiente e eficaz no mercado global. Neste setor há muitos requisitos para o processo de solução de problemas utilizando metodologias padronizadas, de acordo com padrões internacionais. A metodologia 8D tornou-se muito popular entre os

fabricantes por ser eficaz, sendo uma excelente ferramenta para resolver problemas e evitar a recorrência de defeitos (BELU, 2019).

Essa metodologia auxilia no desenvolvimento de ações a fim de eliminar as causas raízes dos problemas e na implementação de ações corretivas permanentes para eliminá-las. Além disso, contribui para explorar o sistema de controle que permitiu a fuga do problema. O objetivo dos 8D é enfrentar os problemas e descobrir os pontos fracos do sistema de gestão que permitiu que o problema ocorresse em primeiro lugar (SOUSA, 2010).

A metodologia 8D fecha a lacuna entre a gestão de reclamações de fornecedores em diferentes níveis da cadeia de abastecimento. Ao fornecer um método simples e robusto para orientar o fluxo de informações e para trabalhar em falhas que se tornam cada vez mais complexas com mais fornecedores preocupados, a gestão de reclamações pode proporcionar melhores resultados quando manipulado pela metodologia 8D (BERND, 2007).

Entende-se, portanto, que a aplicação da metodologia 8D implica em diversos aspectos da melhoria contínua nas organizações, proporcionando um maior desenvolvimento dos seus processos e na melhoria da qualidade dos seus produtos. Além disso, proporciona o desenvolvimento de fornecedores e clientes, gerando melhorias para cadeia como um todo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Ao passar do tempo, a busca por qualidade tem evoluído e se concretizado cada vez mais. As organizações precisam produzir produtos e serviços de qualidade, não mais sendo uma estratégia para diferenciação no mercado, mas como uma condição de preexistência (OLIVEIRA, 2020).

Segundo Lobo (2020), até a Segunda Guerra Mundial, a noção de qualidade era baseada nas características físicas do produto. Assim, a produção era orientada à inspeção e ao controle da qualidade, em que havia, de um lado, aqueles que produziam e, do outro, os que controlavam a produção com base em um padrão preestabelecido.

Com o aumento de oferta, os consumidores começaram a se questionar quanto a utilidade dos produtos e bens que estavam adquirindo. A organização produtiva permaneceu igual, ou seja, a conformidade continuava a ser vista pela inspeção final, embora de maneira mais rigorosa, contribuindo para o aumento de rejeição dos produtos e, como consequência, o aumento dos custos de produção. Com a chegada de um novo contexto socioeconômico, caracterizado pela forte concorrência e por uma crise financeira, a qualidade surgiu naturalmente com o intuito da conformidade ao custo, pois viu-se a necessidade de produzir com a maior qualidade possível, porém tendo o menor custo (LOBO, 2020).

2.1 QUALIDADE

Conforme definido pela NBR ISO 9000:2015, uma organização focada em qualidade promove uma cultura que resulta em comportamentos, atitudes, atividades e processos que agregam valor através da satisfação das necessidades e expectativas dos clientes e de outras partes interessadas. A qualidade dos produtos e serviços de uma organização é determinada pela capacidade de satisfazer os clientes e pelo impacto pretendido e não pretendido nas partes interessadas pertinentes. A qualidade dos produtos e serviços inclui não apenas sua função e desempenho pretendidos, mas também seu valor percebido e o benefício para o cliente (ABNT NBR ISO 9001:2015).

Com a implementação de um sistema de gestão de qualidade, as organizações vêm ganhando diversos benefícios ao longo do tempo. Conforme definido pela norma

NBR ISO 9001:2015, as organizações podem ter a capacidade de suprir produtos e serviços que atendam aos requisitos estabelecidos pelos clientes, estando de acordo com os requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis. Pode facilitar oportunidades para aumentar a satisfação do cliente, abordar riscos e oportunidades associados ao seu contexto e objetivos e ter a capacidade de demonstrar conformidade com requisitos especificados de sistemas de gestão da qualidade.

A conscientização para a qualidade e o reconhecimento da sua importância tornou a certificação de sistemas de gestão da qualidade indispensável, tendo em vista que (CAMARGO, 2011):

- a. Aumenta a satisfação e a confiança dos clientes;
- b. Aumenta a produtividade;
- c. Reduz os custos internos;
- d. Processos contínuos e melhoria da imagem;
- e. Permite acesso mais fácil a novos mercados.

2.1.1 METODOLOGIA 8D

O conceito de metodologia 8D foi introduzido pelos militares americanos em 1974 a partir da norma MIL-STD 1520, descrita por um plano de ação com custo eficiente para tratativa de não-conformidades nos materiais. Seu principal objetivo era a identificação de erros, análises da causa raiz, limitação de resíduos, a prevenção de reincidência das falhas, redução nos custos de produção e um aumento geral da qualidade (BEHRENS, 2007). Nessa mesma época, o método foi popularizado pela *Ford Motor Company*, que reformulou este método de solução de problemas para uma nova metodologia 8D, apresentado oficialmente no seu manual em 1987 (KAPLÍK, 2013). A partir dessa data, a metodologia ficou muito famosa e utilizada no setor automotivo.

Essa metodologia 8D contribui para explorar o sistema de controle que permitiu a fuga do problema. Há relatos do uso bem-sucedido desta metodologia para lidar com problemas crônicos recorrentes, principalmente defeitos ou questões de garantia (RIESENBERGER, 2010). Semelhantes a essas definições, conforme afirma Turner (2008), a metodologia pode ser utilizada para identificar, corrigir e eliminar a reincidência de problemas com o objetivo de melhorar os produtos e processos das organizações.

Segundo Kapl k (2013), Krajnc (2012), Chies (2019) e Pilon (2016) há 8 disciplinas para resolução sistemática de problemas, cujas descri   es estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Etapas da Metodologia 8D.

D1	<u>Definição da Equipe</u> : Estabelecer uma equipe com conhecimento adequado sobre o produto ou processo para solu���o do problema.
D2	<u>Descri���o do Problema</u> : Identificar o problema a ser resolvido. A descri���o deve ser especificada em detalhes de forma clara e objetiva.
D3	<u>A���o de Conten���o</u> : Devem ser tomadas a���es de conten���o a fim de evitar que o problema seja recorrente até as a���es corretivas serem implementadas. Na ind��stria automotiva, � indicada a verifica���o adicional do seu estoque, estoque do fornecedor e cargas em trânsito.
D4	<u>Definição e Análise de Causas Raízes</u> : Nesta etapa são identificadas todas as possíveis causas da ocorrência do problema. Deve-se isolar e verificar a causa raiz do problema a fim de localizar em que parte do processo ocorreu alguma falha. Ferramentas como Brainstorm, Cinco Porquês, 5W2H e Diagrama de Ishikawa são recomendadas nessa etapa.
D5	<u>A���es Corretivas</u> : Devem ser desenvolvidas a���es de corre���o permanentes visando a elimina���o da causa raiz do problema. Podem ser definidas a���es de rea���o para evitar atrasos na implementa���o das a���es permanentes.
D6	<u>Implementa���o e Valida���o das A���es Corretivas</u> : O objetivo desta etapa � planejar, implementar e validar as a���es corretivas estipuladas anteriormente. � necessário acompanhar o desempenho do processo e, se necessário, implementar outros controles para garantir a eficácia das a���es.
D7	<u>A���es Preventivas</u> : Avaliar se as a���es foram eficazes e se há necessidade de alterar procedimentos, instru���es de trabalho e planos de controle para evitar a recorrência do problema.
D8	<u>Análise de Encerramento</u> : Realizar o reconhecimento dos participantes e equipes envolvidas, além de resumir a experiência obtida através da metodologia para auxiliar em possíveis falhas ou erros semelhantes que possam vir a ocorrer.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A fim de exemplificar e verificar a eficácia do uso da metodologia 8D, uma equipe de pesquisa decidiu reduzir o número de defeitos, concentrando-se na

melhoria do sistema de gerenciamento de reclamações dos clientes. Isto poderia ser alcançado através da busca dos seguintes objetivos (SOUSA, 2010):

- a. Aumentar a comunicação entre os times de solução de problemas;
- b. Ter um relatório 8D padrão entre fornecedor, fábrica e cliente;
- c. Reduzir o desperdício no sistema de relatórios;
- d. Aumentar a qualidade das investigações para solução do problema;
- e. Manter os clientes informados, proporcionando um rápido *feedback* com informações confiáveis;
- f. Ter um único ponto de contato para analisar os defeitos ocorridos nas fábricas dos clientes;
- g. Ter um sistema de relatórios para verificar as reclamações recorrentes após a resolução dos problemas;
- h. Usar medidas baseadas na redução de causas ao invés de redução no volume de reclamações;
- i. Ter um sistema de medição correto e preciso.

Após aplicada a metodologia 8D, a tomada de decisão das pessoas envolvidas melhorou e foi feito um uso eficaz dos recursos. Os processos de melhoria foram tornados mais eficientes com resposta na hora certa, com as informações certas e com o sistema correto. O projeto mudou e esclareceu o papel de cada pessoa envolvida no processo de reclamações do cliente. Além disto, também economizou custos financeiros com a redução de custos de recorrentes reclamações, aumentando assim a competitividade da organização (SOUSA, 2010).

Em um outro estudo feito com a utilização da metodologia 8D, foi verificado um problema que ocorreu durante a montagem de componentes individuais de um mecanismo de apoio de braço deslizante em um automóvel. Através da identificação da causa raiz e da implementação de ações corretivas, este problema foi resolvido com a utilização da ferramenta (KAPLÍK, 2013). O uso da metodologia 8D melhora os níveis de qualidade reduzindo o número de peças com defeito por milhão. Além disso, também reduz os custos por não-qualidade (KRAJNC, 2012).

Ao ser inserida a metodologia 8D para eliminar ruídos dentro do processo produtivo, com o intuito de atingir a qualidade total e atingir parâmetros de controle que realmente emitam a realidade de uma organização, foi notório o progresso na resolução dos problemas crônicos da empresa. Permitindo ter maior conhecimento

dos pontos críticos da organização e mostrando os pontos fracos de cada processo através de indicadores, a implementação da metodologia mostrou resultados positivos, gerando reduções de custos e solucionando não-conformidades (CUNHA, 2016).

2.2 NORMAS CERTIFICADORAS

A fim de garantir a excelência dos processos internos, produtos e serviços providos pelas organizações, existem diversas normas certificadoras de qualidade que comprovam as virtudes da empresa. Baseadas em um conjunto de normas e boas práticas, trazem destaque às organizações que querem garantir a qualidade de seus processos.

2.2.1 ABNT NBR ISO 9001:2015

Com o aumento da criação de normas ao redor do mundo, a *International Organization for Standardization* (ISO) criou um comitê com o objetivo de avaliar as normas criadas e, posteriormente, lançar as normas para o Sistema de Qualidade ISO. A norma ISO 9001 trata do sistema de qualidade, sendo um modelo de padrões que atestam assegurar a qualidade em planejamento, desenvolvimento, instalação e serviços (MACHADO, 2012).

A norma é baseada nos princípios de gestão da qualidade descritos na ABNT NBR ISO 9000. Os princípios da gestão da qualidade são (ABNT NBR ISO 9001:2015):

- a. Foco no cliente: Assegurar que os requisitos do cliente e os requisitos estatutários e regulamentares pertinentes sejam atendidos, sempre com foco em aumentar a satisfação do cliente;
- b. Liderança: Responsabilizar-se por assegurar a eficácia, política e objetivos do sistema de gestão da qualidade, garantindo que os recursos necessários para isso estejam disponíveis;
- c. Engajamento de pessoas: A organização deve determinar e disponibilizar as pessoas necessárias para a implementação eficaz do seu sistema de gestão da qualidade, assim como para a operação e controle dos seus processos;

- d. Abordagem de processo: A organização deve determinar e manter um ambiente qualificado para a operação de seus processos a fim de alcançar a conformidade em seus produtos e serviços, garantindo os aspectos sociais, psicológicos e físicos;
- e. Melhoria: A organização deve determinar e selecionar as oportunidades de melhoria e implementar quaisquer ações necessárias para atender os requisitos de clientes e aumentar a satisfação dele. Podem ser consideradas melhorias em produtos, serviços e no desempenho do sistema de gestão da qualidade;
- f. Tomada de decisão baseada em evidências: A organização é responsável por determinar qual informação deve ser documentada e retida, assim como o período e o meio a ser usado para retenção. Com isso, a análise de fatos, evidências e dados leva a uma maior objetividade e confiança para a tomada de decisões;
- g. Gestão de relacionamento: Deve ser mantido um gerenciamento de relacionamentos com todas as partes interessadas para otimizar o desempenho da organização, buscando o sucesso através das partes interessadas.

As organizações que conseguem manter os conceitos e princípios estabelecidos pela norma conseguem ter maior capacidade para enfrentar os desafios apresentados pelos clientes, mantendo um padrão de qualidade assegurado. A busca por melhoria contínua deve ser conjunta, buscando o consenso de todas as áreas da organização a fim de garantir o cumprimento de todos os requisitos da empresa e das partes interessadas, trabalhando com todos os pilares da qualidade (ABNT NBR ISO 9001:2015).

2.2.2 NORMA IATF 16949 (INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE)

Específica para a indústria automotiva, a norma IATF 16949 (*International Automotive Task Force*) fornece os requisitos de processo do sistema de gerenciamento de qualidade que impulsionam a melhoria contínua, prevenção de defeitos e redução de variação e desperdício na cadeia de abastecimento. Muitas

vezes como um pré-requisito de contrato, a certificação prova que a empresa foi auditada e considerada em conformidade com os requisitos da norma.

A indústria automotiva mundial requer alto nível de qualidade dos produtos, produtividade e competitividade, bem como a melhoria contínua (SANTOS, 2018). A IATF obedece e focaliza a construção de uma determinada filosofia nas organizações que adotam a norma. A filosofia está ligada neste conjunto de princípios (IATF 16949: 2016: Bureau Veritas, 2017):

- a. Orientação para a satisfação do cliente: Nas organizações, o âmbito das atividades e metas de desempenho precisam de ser focadas na satisfação do cliente em termos de qualidade das peças e serviços, bem como o tempo de entrega e eficiência de comunicação;
- b. Liderança e compromisso das pessoas: A procura pela satisfação do cliente e o maior desempenho da qualidade não deve ser apenas um objetivo do departamento de qualidade, mas de toda a cadeia de gestão. Cada pessoa precisa de saber a sua contribuição para o objetivo final;
- c. Abordagem por processos: Todos os processos interagem uns com os outros. Atualmente, a forma principal de gerir organizações passa pela implementação da abordagem por processos, neste caso dos processos que favorecem a qualidade automotiva;
- d. Melhoria: Não há melhor fonte de inspiração do que a experiência do passado e as lições aprendidas. As organizações precisam de se organizar para encontrar continuamente maneiras de melhorar o processo de satisfação do cliente. Os problemas começam a acontecer quando se acha que não há problemas;
- e. Pensamento baseado no risco: As organizações precisam de ser flexíveis e adaptar-se facilmente aos eventos e mudanças, independentemente do que eles esperam ou não. Para serem robustas diante dessas situações, as empresas e organizações precisam de estar preparadas e antecipar as ameaças e oportunidades na cadeia de valor para satisfazer continuamente as necessidades e expectativas dos clientes. Para isso torna-se necessário desenvolverem uma abordagem para análise de riscos;

- f. Abordagem multidisciplinar: Não existe um problema que possa ser tratado por um único departamento ou função. A melhoria do desempenho vem de todas as partes.

2.3 NÃO CONFORMIDADE

Conforme definido pela ABNT NBR ISO 9000:2015, a não conformidade é o não atendimento de um requisito. O requisito é a necessidade ou expectativa declarada, geralmente implícita ou obrigatória. Esses requisitos podem ser gerados pelas diferentes partes interessadas ou pela própria organização.

Ao ocorrer uma não conformidade, a organização deve (ABNT NBR ISO 9001:2015):

- a. Reagir a não conformidade e como aplicável, tomando ações para controlá-la e corrigi-la, lidando com suas consequências;
- b. Avaliar a necessidade de ação para eliminar a causa da não conformidade, evitando que se repita ou ocorra em outro lugar. Deve ser analisada criticamente, determinando sua causa e verificando a existência de não conformidades similares ou com potencial de acontecer;
- c. Implementar qualquer ação necessária;
- d. Analisar a eficácia de qualquer ação corretiva tomada para não conformidade;
- e. Atualizar riscos e oportunidades de melhoria;
- f. Realizar mudanças no sistema de gestão da qualidade caso necessário.

As ações corretivas devem ser apropriadas aos efeitos das não conformidades encontradas. A organização deve manter informação documentada como evidência da natureza da não conformidade e qualquer ação posteriormente tomada, além dos resultados de qualquer ação corretiva (ABNT NBR ISO 9001:2015).

2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade são um primeiro passo para a melhoria da lucratividade do processo por meio da otimização das operações. Para gerenciar os processos e tomar decisões com maior precisão, se faz necessário trabalhar com base em fatos e dados. Para isso, existem diversas técnicas importantes e eficazes, denominadas ferramentas da qualidade. Essas ferramentas potencializam as habilidades e competências da equipe participante, disponibilizando métodos e técnicas para a identificação das possíveis causas e descoberta de soluções para os problemas (DANIEL, 2014).

2.4.1 MELHORIA CONTÍNUA (CICLO PDCA)

A melhoria contínua é o processo de avanço do sistema de gestão integrado com a aprimoração da qualidade ambiental, segurança dos alimentos, saúde e segurança ocupacional geral, sendo coerente com a política da organização. É um processo que garante um diferencial competitivo, reduzindo as perdas e garantindo a qualidade dos processos (MACHADO, 2012).

Conforme a ABNT NBR ISO 9001:2015, a organização deve melhorar constantemente a adequação, suficiência e eficácia do seu sistema de gestão da qualidade. Deve considerar os resultados das análises, avaliação e saídas para determinar se existe a necessidade ou oportunidade como parte da melhoria contínua. Segundo a ABNT NBR ISO 9000:2015, é uma atividade recorrente para aumentar o desempenho das organizações. Os objetivos definidos e as oportunidades de melhoria podem ser decorrentes de auditorias, análise de dados da organização, gestão e análises críticas, geralmente resultando em ações corretivas ou preventivas.

O ciclo de melhoria contínua, também conhecido como ciclo PDCA, visa identificar e organizar as atividades dos processos de solução de problemas a fim de garantir, de maneira eficaz, o desenvolvimento das atividades planejadas. A utilização correta dessa ferramenta permite a empresa crescer sempre com uma base sólida, promovendo a melhoria contínua dos processos, como podemos verificar na Figura 1 (LOBO, 2020).

Figura 1 – Fases do ciclo PDCA.



Fonte: Renata Brandão, 2020.

As fases do ciclo PDCA são (LOBO, 2020):

- a. Planejar (*Plan*): Planejamento, definição de metas, especificação de métodos e definição do objetivo. É a identificação das atividades necessárias para que os objetivos do projeto sejam atingidos;
- b. Fazer (*Do*): Consiste no treinamento e na execução do trabalho conforme a etapa de planejamento, sendo necessária coleta de dados para verificação do processo;
- c. Checar (*Check*): É a verificação dos resultados obtidos com o trabalho, deve-se checar os resultados da execução com o planejamento. Nesta etapa pode-se verificar se os resultados propostos inicialmente foram ou não alcançados;
- d. Agir (*Act*): Nesta etapa ocorre as ações corretivas para melhoria ou manutenção do processo. A partir dos resultados alcançados, tem-se dois caminhos a seguir: se a verificação mostrou que não foi possível atingir os resultados propostos, deve-se partir para o estudo de ações corretivas e em seguida retomar o método PDCA; porém se os resultados propostos foram atingidos, deve-se então padronizar o processo, assegurando assim sua continuidade.

O método PDCA é utilizado pelas organizações para gerenciar os seus processos internos de forma a garantir o alcance das metas estabelecidas, tomando os dados e informações como fator de direcionamento das decisões (MARIANI, 2005).

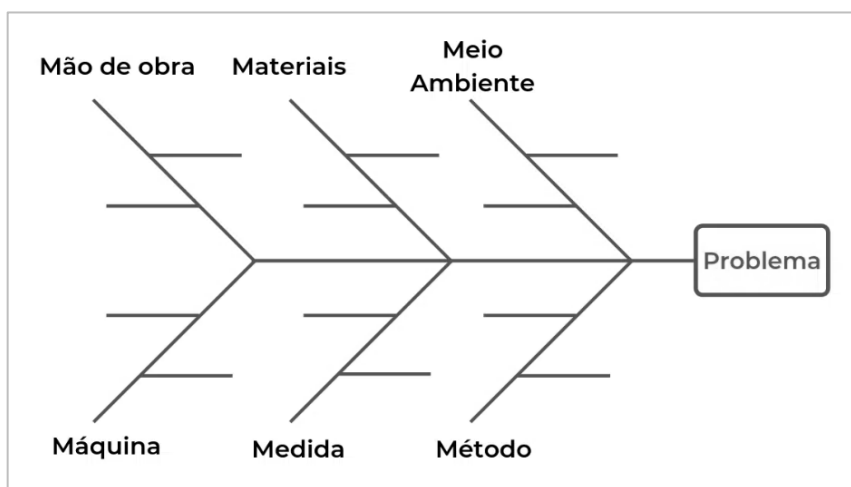
Quanto mais informações (fatos, dados e conhecimento) forem agregadas ao método, maiores serão as chances de alcance dos objetivos e maior será a necessidade da utilização das ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor essas informações durante o giro do PDCA (WERKEMA, 2014).

2.4.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA E EFEITO)

Também chamado de Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1953, na Universidade de Tóquio. Utilizado para explorar e relacionar todas as causas potenciais (entradas) que explicam um efeito de interesse (saída). O diagrama é uma representação gráfica que permite uma melhor e mais fácil visualização da cadeia de causas e efeitos dos problemas (RODRIGUES, 2006).

Para cada um dos efeitos, existem diversas causas distribuídas nas categorias, como as 6 M'S: método, mão-de-obra, matéria-prima, máquinas, mensuração e meio ambiente. Através de uma lista de possíveis causas, as mais prováveis são identificadas e selecionadas para uma melhor análise. Analisando cada causa, observa-se os fatos que foram alterados, como desvios de norma, padrões ou processos. Esse diagrama tem a forma de uma espinha de peixe e é exibido de uma forma que as diversas causas ficam espalhadas no diagrama (MARQUES, 2012).

Figura 2 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Pedro Henrique Escobar, 2019.

Existem diversas razões e benefícios na aplicação do diagrama de causa e efeito. Das razões para utilização do diagrama, podemos citar (MARQUES, 2012):

- a. Identificar as informações a respeito das causas do problema;
- b. Organizar e documentar as causas potenciais de um efeito;
- c. Indicar a relação de cada causa e sub causa às demais e ao efeito ou característica de qualidade;
- d. Reduzir a tendência de procurar uma causa em prejuízo do desconhecido ou esquecimento de causas potenciais;
- e. Ajuda a focar no aperfeiçoamento dos processos;
- f. Registra visualmente as causas potenciais que podem ser revistas e atualizadas;
- g. Prevê uma estrutura para o Brainstorming;
- h. Envolve todos os participantes.

Conforme Daniel (2014), o Diagrama foi criado com o intuito de sintetizar as opiniões dos engenheiros quando discutido sobre problemas de qualidade, além de também explicar como vários fatores poderiam ser comuns entre si e estarem relacionados. Sua organização permite a fácil identificação das possíveis causas e efeitos dos problemas, funcionando como um meio para potencializar o desenvolvimento de uma lista das possíveis causas que contribuíram para o efeito.

2.4.3 BRAINSTORMING

Brainstorm, ou “tempestade de ideias” em português, é uma técnica que foi criada nos anos 1960 nos EUA pelo publicitário inglês Alex Osborn. Trata-se de uma dinâmica em grupo a fim de gerar ideias, podendo ser utilizado em qualquer segmento que necessite ser alimentado pela criatividade (ESTEVES, 2017). O foco é a geração de ideias que podem estar relacionadas às causas, modos de abordagem ou ações a serem tomadas sobre determinado assunto. O objetivo desse método é focalizar a atenção para o aspecto mais importante dos problemas, desenvolvendo o raciocínio dos envolvidos para a visualização do problema, de soluções e melhorias em diferentes ângulos (MURBACK, 2014).

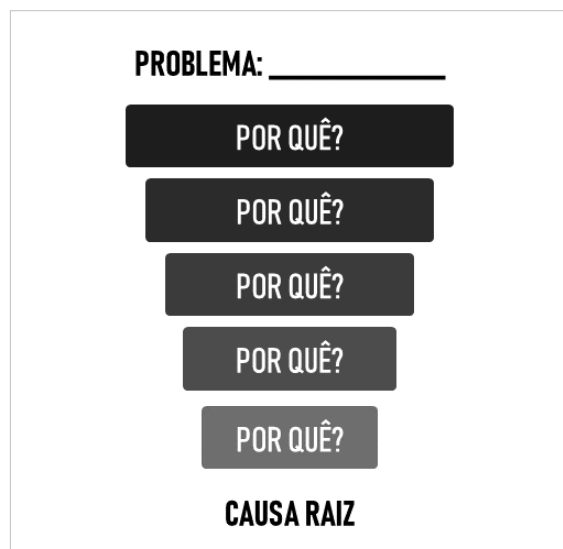
2.4.4 MÉTODO DOS 5 PORQUÊS

O método dos 5 Porquês foi criado por Sakichi Toyoda, para a *Toyota Industries Corporation*, no Japão. O objetivo da ferramenta é encontrar a causa raiz do problema por meio de cinco perguntas seguidas utilizando o “porquê”. Normalmente, após a sequência das cinco perguntas, consegue-se encontrar a causa raiz do problema. Caso não seja encontrada, é necessário repetir as perguntas, reformulando-as, até encontrar a origem do problema (ROCHA, 2022).

Ao verificar como resolver um problema, a metodologia ajuda a começar pelo resultado, refletindo sobre o que causou isso e questionando a resposta cinco vezes. Esta abordagem promove um pensamento profundo através do questionamento, pode ser adaptada rapidamente e aplicada na maioria dos problemas. Mais óbvia e direta, a técnica dos 5 Porquês está relacionada ao princípio da solução sistemática de problemas. Existem três elementos-chave para o uso eficaz da técnica dos 5 Porquês (SERRAT, 2017):

- a. Declarações precisas e completas dos problemas;
- b. Total honestidade na resposta das perguntas;
- c. Determinação de chegar no fundo dos problemas e resolvê-los.

Figura 3 – Metodologia dos 5 Porquês.



Fonte: Bianca Napoleão, 2019.

2.4.5 PLANO DE AÇÃO 5W2H

A ferramenta 5W2H conquistou popularidade com a disseminação das técnicas de gestão da qualidade para auxiliar a tomada de decisões sobre os principais elementos envolvidos na implementação de um plano de ação. Pode ser utilizada sozinha para colocar em prática uma decisão simples ou em casos mais complexos, podendo ser aliada a outras ferramentas analíticas para tomada de decisões (SEBRAE, 2022). O 5W2H segue a seguinte definição:

- a. O que (*What*) deve ser feito?
- b. Por que (*Why*) deve ser implementado?
- c. Quem (*Who*) é o responsável pela ação?
- d. Onde (*Where*) deve ser executado?
- e. Quando (*When*) deve ser implementado?
- f. Como (*How*) deve ser conduzido?
- g. Quanto (*How Much*) vai custar sua implementação?

Figura 4 – Ferramenta 5W2H.

5W					2H	
What	Why	Who	Where	When	How	How much
O que	Por que	Quem	Onde	Quando	Como	Quanto
Ação, problema, desafio	Justificativa, explicação, motivo	Responsável	Local	Prazo, cronograma	Procedimentos, etapas	Custo, desembolsos

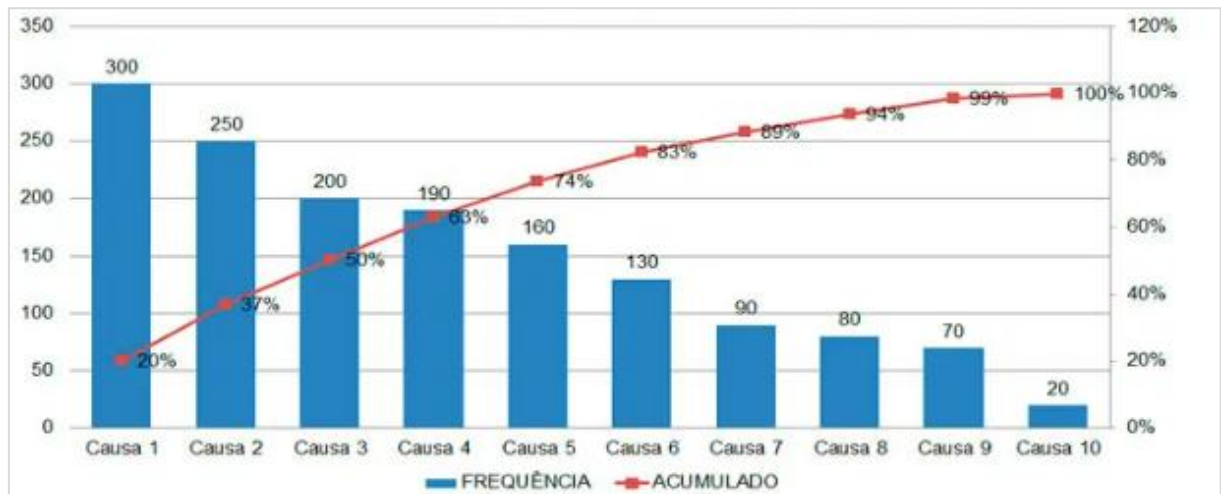
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

2.4.6 DIAGRAMA DE PARETO

O Princípio de Pareto foi adaptado para os problemas de qualidade a partir de uma teoria desenvolvida pelo sociólogo e economista Vilfredo Pareto (1843-1923). Esse princípio estabelece que a maior parte das perdas decorrente dos problemas relacionados a qualidade vêm de problemas mais vitais e recorrentes. Também estabelece que, entre todas as causas de um problema, poucas delas são as grandes

responsáveis pelos efeitos indesejáveis, sendo que, quando eliminadas essas causas, será possível eliminar quase todas as perdas por meio de um número de ações reduzidas. É uma ferramenta de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo assim uma melhor priorização e visualização dos problemas, sendo exibida em forma de gráfico (CARPINETTI, 2012).

Figura 5 – Gráfico de Pareto.



Fonte: José Marcondes, 2020.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa do ramo industrial eletrônico que fornece componentes eletrônicos para clientes de diversos setores, principalmente o automotivo. O tema do estudo trata da utilização de uma metodologia de qualidade para a resolução de um problema registrado através de uma não-conformidade dimensional em uma borracha de vedação. O estudo visa analisar a causa raiz e buscar soluções para evitar a recorrência do problema, buscando a melhoria contínua da organização e de sua gama de fornecedores.

A metodologia a ser utilizada é o 8D, devido ao impacto da não conformidade apresentada para a organização, a metodologia é indicada para a resolução do problema, gerando uma boa análise da problemática e dando grande abertura para encontrar o potencial causador da falha.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A área do conhecimento, definidas pelo CNPq (2020), esse trabalho se situa no ramo de gerência da produção, especificamente na área de garantia de controle de qualidade. Conforme definido por Gil (2010), quanto a finalidade, é uma pesquisa aplicada, visando a aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação em uma situação específica.

Ainda segundo o autor, quanto aos métodos empregados, a natureza dos dados é quantitativa, visto que podem ser mensurados. Os dados são coletados em laboratório, com um grau de controle das variáveis experimental. Quanto aos objetivos, é uma pesquisa descritiva na forma de estudo de caso. Tem como objetivo analisar um caso particular, compreender processos, identificar padrões e fornecer uma descrição detalhada e aprofundada do fenômeno estudado.

3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS

Os dados levantados nesse estudo são dados dimensionais, sendo representados pela unidade de comprimento milímetro (mm). Esses dados têm como fonte o dimensional do produto em questão, registrado na não conformidade encontrada, as borrachas de vedação. A partir da norma técnica do produto, são

estipulados os principais métodos para a análise dimensional do material, feitos com base em um estudo por parte dos engenheiros de materiais pré-estipulados para essa categoria de matéria-prima. Através da norma, são estabelecidos quais os melhores métodos de medição para garantir a melhor, mais fiel e mais precisa representação dos resultados, a fim de garantir a maior qualidade e segurança na utilização dos materiais. Para a borracha de vedação, o milímetro é a unidade de comprimento mais indicada, pois consegue garantir a melhor representação do dimensional do material sem perder a precisão nos resultados.

Conforme definido pela ABNT NBR ISO 9000:2005, um sistema de gestão de medição é um conjunto de elementos, inter-relacionados e interativos, necessários para alcançar a comprovação metrológica e o controle contínuo dos processos de medição. O sistema estabelecido para medição da borracha de vedação sugere que os dados sejam medidos em máquina de medição por coordenadas (MMC), paquímetro, micrômetro ou lupa para realizar observações com maior definição. As 28 amostras coletadas para verificação da procedência da reclamação foram medidas utilizando a máquina de medição por coordenadas, seguindo o método ponto-a-ponto (P2P). O restante das amostras coletadas para verificação de eficácia da metodologia 8D totalizaram 140 peças, medidas na máquina de medição por coordenadas e utilizando-se o método dos mínimos quadrados.

A análise dimensional de uma peça envolve o instrumento, operador, peça, ambiente e método de medição. Dentro de cada componente encontramos diversas possíveis fontes de variação. Em nosso estudo, as variações encontradas em cada tipo de componente serão brevemente explicadas a seguir. No instrumento, é essencial verificar a calibração do aparelho, variações de fabricação, linearidade, repetibilidade e reprodutibilidade, essenciais para garantir a maior comprovação metrológica. O operador pode influenciar conforme sua experiência, treinamento, habilidade e procedimento adotado, por isso é de extrema importância manter os planos de controle bem descritos e atualizados para cada tipo de medição disponível aos operadores, a fim de evitar variações de medição causadas por diferentes responsáveis pela medição. Na peça, podemos encontrar variações nas medições pela deformidade e coeficiente térmico de expansão elástica de cada matéria-prima, cavidades de difícil leitura, cavidades ocultas, limpeza e definições operacionais, como a indicação de cada tipo de leitura para diferentes medidas descritas no desenho técnico dos materiais. No ambiente, deve-se atentar a expansão térmica de cada

material, temperatura, luminosidade e vibração, possíveis fontes de variação que poderão ser encontradas na leitura dos resultados.

4 RESULTADOS

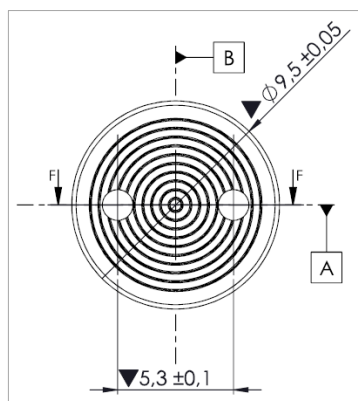
Neste capítulo será abordada a tratativa da não-conformidade encontrada a partir da metodologia 8D. O capítulo será dividido em subseções, sendo cada uma delas uma etapa da metodologia aplicada.

4.1 D1 – DEFINIÇÃO DA EQUIPE

Com o objetivo de considerar diferentes perspectivas e conhecimentos pertinentes para a resolução do problema, foi definido que a equipe deveria ser composta por: (I) time de qualidade de fornecedores, (II) o engenheiro de materiais responsável por essa categoria de matéria-prima, (III) o comprador responsável e (IV) o time do laboratório de inspeção, responsáveis pela análise e medição das peças. Além da melhor análise e tratativa do problema pelos envolvidos, outro benefício da escolha foi o maior envolvimento de setores distintos, capazes de facilitar na implementação de soluções com base nos resultados encontrados. Por parte do fornecedor, a equipe envolvida foi o diretor de operações da organização, o engenheiro de produto e o responsável pela equipe de qualidade, todos com conhecimento e experiência suficientes para resolução do caso.

4.2 D2 – DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Conforme relatado no capítulo anterior, o modo de falha encontrado foi o diâmetro menor que o especificado em uma borracha de vedação. A borracha de vedação tem a especificação do diâmetro de 9,5 mm com tolerância de $\pm 0,05$ mm, resultando em uma variação de 1mm, sendo a variação total da medida de 9,45 mm até 9,55 mm. A representação técnica da cota divergente do material está representada em seu desenho técnico, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Cota de diâmetro da borracha de vedação.

Fonte: Autor, 2023.

Os resultados encontrados das medições foram obtidos a partir de 28 amostras entregues pelos responsáveis de produção ao laboratório de inspeção da empresa, amostras que serviram para a análise de procedência da reclamação e para o registro da não conformidade no sistema, dando início à tratativa e resolução do problema por parte do time de qualidade de fornecedores. A divergência encontrada pela produção foi identificada após ser realizada a medição de uma borracha de vedação antes de ser utilizada no processo produtivo, sendo essa uma etapa de checagem dos materiais antes da produção ser iniciada. As amostras medidas pelo laboratório de inspeção foram realizadas com uma máquina de medição por coordenadas, utilizando o método ponto-a-ponto. Os resultados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das medições das amostras não conformes.

Amostra	Resultados (mm)	Amostra	Resultados (mm)
1	9,3799	15	9,3974
2	9,3954	16	9,3991
3	9,4365	17	9,4349
4	9,4241	18	9,4188
5	9,4404	19	9,4095
6	9,4327	20	9,4032
7	9,4319	21	9,4365
8	9,4042	22	9,4373
9	9,4337	23	9,4312
10	9,4126	24	9,4087
11	9,4440	25	9,4410
12	9,4281	26	9,3937
13	9,4180	27	9,4246
14	9,4112	28	9,4470

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Na Tabela 2, observa-se que os valores encontrados estão fora da tolerância estabelecida na especificação do material, confirmando a procedência da não-conformidade. Os dados são enviados ao fornecedor para disponibilizar melhor entendimento e permitir a análise da possível causa raiz para o problema. A máquina de medição por coordenadas tridimensional utilizada foi a Starret AVR 200, mostrada na Figura 7.

Figura 7 – Máquina de medição por coordenadas utilizada para as medições.



Fonte: Autor, 2023.

4.3 D3 – AÇÃO DE CONTENÇÃO

Com o intuito de evitar que o problema seja recorrente até as ações corretivas serem implementadas, foram tomadas ações de contenção. Pelo material ser fornecido à clientes da cadeia automotiva, é indicada a verificação do estoque, estoque do fornecedor e das cargas em trânsito. No caso abordado nesse estudo, foi verificado que o estoque e toda quantidade disponível para consumo na empresa já havia sido transferida para o setor dos bloqueados, sendo necessária uma requisição de desvio temporário para poder seguir com a utilização do material. Essa requisição

não seria emitida até se ter soluções para o problema. Havia duas cargas em trânsito, sendo uma de 300.000 peças e outra de 200.000 peças, ambas verificadas pelo fornecedor com as amostras retidas em sua produção, estando todas dentro da especificação do material. No estoque do fornecedor não havia peças prontas, sendo que as últimas produzidas eram das cargas em trânsito. Como ação temporária, de todos os lotes produzidos a partir da data em que o problema foi encontrado, o fornecedor aumentou a revisão amostral de 5 para 30 peças em todos os lotes produzidos. Para segurança dos clientes que receberiam capacitores produzidos com essa borracha de vedação, foram coletadas amostras de diferentes lotes de produção que estavam em estoque, a fim de verificar se não havia resquícios de vazamento do eletrólito (meio em forma de líquido contendo íons conduzidos eletricamente através da sua movimentação, composto por sais, ácidos e bases dissolvidos em um solvente polar). Não foram encontrados capacitores com vazamentos.

4.4 D4 – DEFINIÇÃO E ANÁLISE DA CAUSA RAIZ

Para uma melhor análise da possível causa raiz para o problema encontrado, é indicada a utilização de diferentes ferramentas de qualidade para maior aproveitamento da etapa. Com o intuito de proporcionar uma melhor análise da divergência encontrada, as 28 amostras medidas pelo laboratório de inspeção da empresa foram enviadas ao fornecedor.

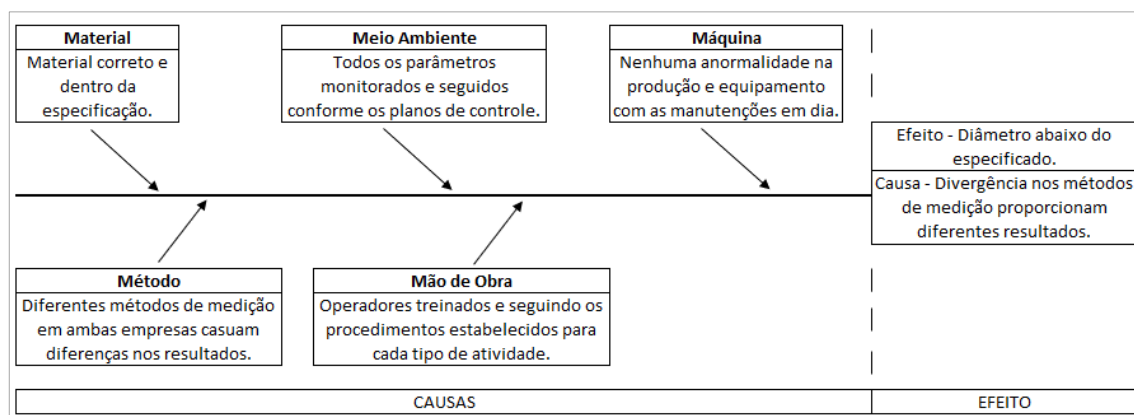
4.4.1 BRAINSTORMING

Por parte da equipe de qualidade de fornecedores da empresa, após uma reunião para entender as possíveis causas para o problema, foram levantados diversos questionamentos pertinentes para solução do problema. Por que as peças apresentam diferentes resultados quando medidos na empresa e no fornecedor? Foi feita alguma alteração no ferramental? O molde foi substituído, retrabalhado ou submetido à alguma manutenção? Qual o método e equipamento utilizado na medição? Esses foram os principais questionamentos levantados, resultando em uma desconfiança sobre uma possível divergência nos métodos de medição utilizados na empresa e no fornecedor.

4.4.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

A partir do problema encontrado, o fornecedor utilizou o Diagrama de Ishikawa para facilitar e ajudar a identificar a possível causa da divergência, de acordo com Figura 8.

Figura 8 – Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Após o preenchimento do Diagrama de Ishikawa, pode se observar que a possível causa para o problema foi identificada.

4.4.3 MÉTODO 5 PORQUÊS

Para ter certeza das ações corretivas a serem tomadas na próxima etapa (D5), será aplicada de forma direta o método dos 5 Porquês a partir dos resultados encontrados no Diagrama de Ishikawa, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Método dos 5 Porquês.

Problema - Diâmetro abaixo do especificado.
Por quê?
Resultados encontrados abaixo da especificação do material.
Por quê?
Diferença nos métodos de medição.
Por quê?
Fornecedor possui experiência nos métodos mais adequados para inspeção dos seus produtos.
Por quê?
Resultados encontrados pelo fornecedor estão dentro da especificação do material.
Por quê?
Método de medição diferente do método aplicado pela empresa.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Utilizando o Método dos 5 Porquês, pode-se aproximar ainda mais da conclusão de que a possível causa para o problema é a divergência no método de medição aplicado pela empresa e pelo fornecedor, visto que as amostras enviadas ao mesmo e as amostras retidas de sua produção foram medidas e todas resultaram dentro da especificação. A partir disso, é preciso entender o motivo das diferenças nos resultados, qual o método de medição utilizado e como o método de medição aplicado pelo fornecedor garante os resultados encontrados.

4.5 D5 – AÇÕES CORRETIVAS

Com a conclusão da etapa de definição e análise de causa raiz (D4), foi iniciada a etapa das ações corretivas. Para o problema do estudo, foi encontrada que a possível causa raiz era a diferença nos métodos de medição aplicados pela empresa e pelo fornecedor. Para implementação das ações corretivas, foi montado um plano de ação utilizando a ferramenta 5W2H, baseado nos questionamentos feitos na utilização do Método dos 5 Porquês, conforme visualizado na Tabela 3.

Tabela 3 – Plano de ação para verificar a causa raiz.

5W					2H	
What (O que)	Why (Por que)	Who (Quem)	Where (Onde)	When (Quando)	How (Como)	How Much (Quanto)
Motivo da diferença nos resultados encontrados.	Entender o que levou a diferença nos resultados.	Responsável pelas medições no fornecedor.	Fornecedor.	Uma semana a partir da data de solicitação.	Fornecedor explicar o motivo da diferença dos resultados.	Sem custos.
Método de medição utilizado.	Aplicar o método e verificar as diferenças.	Laboratório de inspeção.	Empresa.	Uma semana.	Utilizar o novo método para medição das peças que estão na empresa.	Sem custos.
Garantia dos resultados com o método utilizado pelo fornecedor.	Garantir a especificação do produto e de sua aplicação.	Empresa e fornecedor.	Laboratório de inspeção.	A partir da informação de qual método foi utilizado.	Comparar os resultados e testar a borracha de vedação no capacitor pronto.	Sem custos.

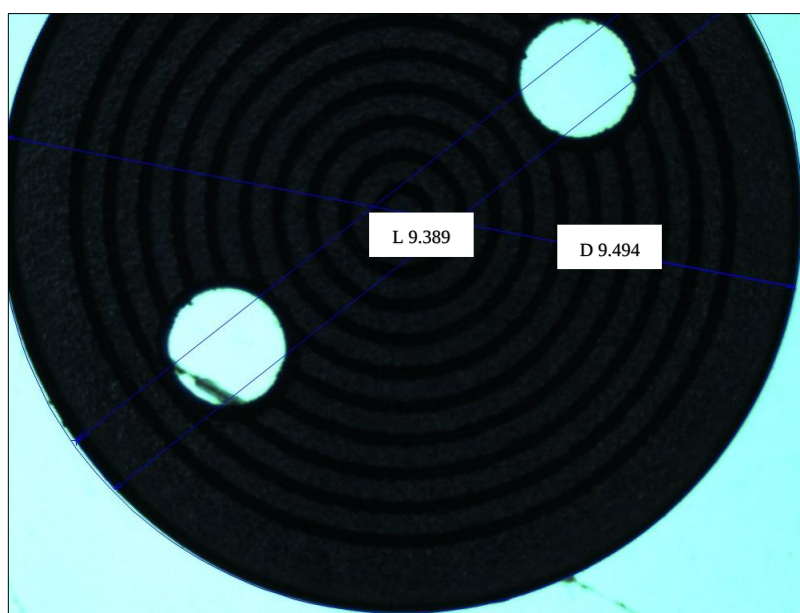
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

4.6 D6 – IMPLEMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS

Para realizar o planejamento, implementação e validação de cada ação levantada na etapa das Ações Corretivas (D5), precisa-se entender cada ponto levantado anteriormente. Para isso, as ações corretivas previamente estipuladas são explicadas a seguir.

Com a divergência nos resultados encontrados e com a possível causa raiz já identificada, o fornecedor informou como o método de medição de ponto-a-ponto (P2P – point-to-point) utilizado pela organização pode influenciar nos resultados. O método de medição é realizado a partir da marcação de duas extremidades da peça, realizando a medição entre os pontos. A seleção das extremidades é feita de forma automática e pode ser ajustada pelo operador. Por ser um material que não é categorizado como um material rígido ou sólido, a borracha de vedação pode apresentar um formato ovalizado, de acordo com a matéria-prima e a pressão de moldagem utilizada em sua fabricação. Considerando essas informações, o método P2P se torna menos conclusivo e mostra-se incapaz de garantir a comprovação metrológica nos resultados das medições, principalmente pela característica ovalizada do material. A Figura 10 mostra a medição utilizando o método ponto-a-ponto (P2P) e como o formato do material pode implicar nos resultados de medição.

Figura 10 – Medição utilizando o método P2P.

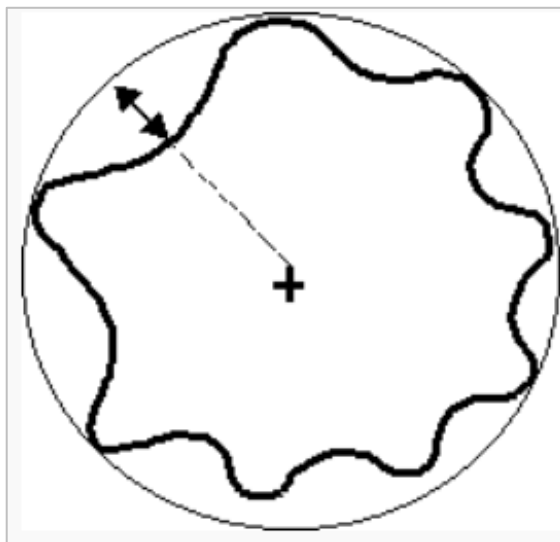


Fonte: Autor, 2023.

É possível observar que em uma das medidas encontradas a partir do método ponto-a-ponto resulta em 9,494 mm, dentro da especificação do material. Já a segunda medição resulta em 9,389 mm, fora da especificação do material.

O método de medição utilizado pelo fornecedor é o método dos mínimos quadrados, também conhecido como círculo máximo inscrito. Esse método ajusta o maior círculo possível dentro da figura do perfil, conforme mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Método dos mínimos quadrados.



Fonte: Autor, 2023.

Depois que o círculo é definido, o valor do contorno é a distância máxima entre o perfil e o círculo inscrito. A função objetiva desse método é minimizar o raio do círculo tangente exterior ao perfil real. Além de garantir a circularidade na medição do material, esse método garante a seleção das extremidades do material a partir do círculo encontrado, o que diminui mais ainda as chances de variação nos resultados se comparado ao método ponto-a-ponto.

A partir disso, é encontrado o diâmetro do material utilizando suas médias de circularidade. O método garante a especificação do produto e é validado através do estudo de MSA (análise do sistema de medição). A avaliação por esse método de medição garante o formato circular do material, cumprindo sua função quando utilizado no capacitor. Pelas matérias-primas utilizadas na produção das borrachas de vedação resultarem em um material que não é sólido ou rígido, o formato oval não implica em problemas no seu funcionamento, visto que a borracha é elástica e pode adequar-se de acordo com o formato e dimensão do local onde será utilizada.

Considerando essas informações, o método dos mínimos quadrados mostra-se mais eficaz em relação ao método ponto-a-ponto na análise dimensional das borrachas de vedação. O método dos mínimos quadrados será aplicado para verificar

as medidas dos materiais que estão no estoque de bloqueados da empresa, além de um teste de ciclagem térmica para garantir a funcionalidade da borracha de vedação no capacitor.

4.7 D7 – AÇÕES PREVENTIVAS

Para a avaliação de eficácia das ações corretivas implementadas e para verificação de procedimentos, instruções de trabalho e planos de controle, foi feita uma análise dimensional nas peças em estoque, envolvendo o engenheiro de materiais e o laboratório de inspeção. Foram coletadas 20 amostras de cada lote no estoque de bloqueados da empresa, sendo realizada a medição do diâmetro das peças. Os resultados encontrados com o método de medição dos mínimos quadrados se mostraram eficazes, não sendo encontradas medidas fora da especificação nas amostras coletadas. A seguir, a Tabela 4 apresenta os valores encontrados nos 7 lotes.

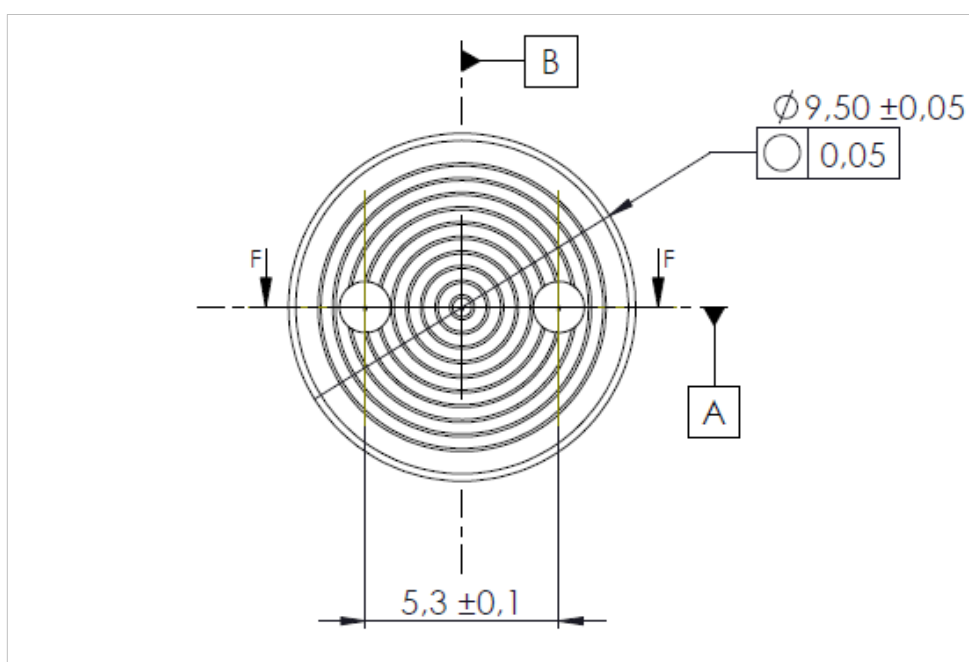
Tabela 4 – Resultados das medições utilizando método dos mínimos quadrados.

AMOSTRA	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3	LOTE 4	LOTE 5	LOTE 6	LOTE 7
	DIÂMETRO (mm)	DIÂMETRO (mm)	DIÂMETRO (mm)	DIÂMETRO (mm)	DIÂMETRO (mm)	DIÂMETRO (mm)	DIÂMETRO (mm)
1	9,496	9,485	9,483	9,489	9,496	9,485	9,483
2	9,479	9,480	9,492	9,503	9,479	9,480	9,492
3	9,478	9,480	9,481	9,472	9,478	9,480	9,481
4	9,487	9,490	9,475	9,483	9,487	9,490	9,475
5	9,472	9,481	9,477	9,479	9,472	9,481	9,477
6	9,506	9,503	9,495	9,504	9,506	9,503	9,495
7	9,487	9,487	9,498	9,477	9,487	9,487	9,498
8	9,481	9,501	9,492	9,480	9,481	9,501	9,492
9	9,482	9,498	9,501	9,502	9,482	9,498	9,501
10	9,488	9,485	9,505	9,495	9,488	9,485	9,505
11	9,467	9,503	9,485	9,491	9,467	9,503	9,485
12	9,467	9,491	9,494	9,523	9,467	9,491	9,494
13	9,488	9,478	9,502	9,477	9,488	9,478	9,502
14	9,479	9,487	9,482	9,464	9,479	9,487	9,482
15	9,462	9,483	9,490	9,504	9,462	9,483	9,490
16	9,485	9,492	9,495	9,506	9,485	9,492	9,495
17	9,487	9,517	9,475	9,506	9,487	9,517	9,475
18	9,483	9,503	9,472	9,478	9,483	9,503	9,472
19	9,490	9,483	9,477	9,496	9,490	9,483	9,477
20	9,469	9,492	9,490	9,480	9,469	9,492	9,490

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

As avaliações com o método dos mínimos quadrados tiveram bons resultados. Nenhuma amostra que foi medida apresentou a dimensão fora do especificado. A menor medida encontrada foi de 9,462mm e a maior de 9,523mm, com uma média entre todos os resultados de 9,487mm. Com base nessas informações, conhecendo o comportamento ovalizado das borrachas de vedação, foi adicionada uma cota de circularidade no desenho técnico do material, com o intuito de proporcionar maior segurança no controle das matérias-primas fornecidas à empresa, conforme Figura 12.

Figura 12 – Desenho técnico atualizado com a cota de circularidade.



Fonte: Autor, 2023.

Com as análises dimensionais concluídas e considerando os resultados encontrados dentro da especificação, para poder seguir com a utilização das peças bloqueadas na etapa de Ação de Contenção, foi realizado um teste de ciclagem térmica nos capacitores que utilizavam amostras dos lotes bloqueados em sua produção. O teste de ciclagem térmica é uma transição de -40°C a 150°C durante 1.000 ciclos, testando e garantindo o funcionamento do capacitor em situações extremas de utilização, de acordo com Figura 13.

Figura 13 – Selagem do capacitor após teste de ciclagem térmica.



Fonte: Autor, 2023.

Conforme evidenciado pela imagem acima, após o teste de ciclagem térmica ser finalizado, não foram encontrados vazamentos ou falhas no capacitor, garantindo a segurança na utilização das borrachas de vedação e comprovando que o formato oval não altera a funcionalidade do material.

Por parte do fornecedor, uma das ações preventivas tomadas foi a extensão da ação tomada na etapa de contenção, incluindo definitivamente em seu processo o aumento do número de amostras para verificação dos lotes produzidos. Antes eram 5 amostras e, após o problema, foi aumentado para 30 amostras. Além disso, foi atualizado seu catálogo de falhas, incluindo as informações de borrachas ovais e indicando que, qualquer variação ou danos na superfície do material, devem ser coletadas amostras do lote produzido e levadas para avaliação do técnico responsável.

4.8 D8 – ANÁLISE DE ENCERRAMENTO

Para finalizar as 8 etapas da metodologia 8D, foi realizado o reconhecimento dos participantes e equipes envolvidas para solução do problema. Com esse intuito, fica o agradecimento à equipe da empresa envolvida, sendo essa o time de qualidade de fornecedores, o engenheiro de materiais, o comprador responsável e ao time do laboratório de inspeção, todos com grande influência e responsabilidade pelos

resultados encontrados. Ao fornecedor, é agradecida toda atenção prestada e por todas as lições aprendidas, sendo de extrema valia para o desenvolvimento e melhoria contínua de nossos processos.

5 CONCLUSÃO

A partir da utilização da metodologia 8D para tratativa da não-conformidade dimensional abordada nesse estudo, foi possível observar melhoria em alguns controles de processos previamente estabelecidos na empresa, além de garantir o funcionamento de controles já existentes. Ademais, foi possível demonstrar na prática a melhoria contínua da organização, reforçando o pensamento da empresa em oferecer os melhores produtos a seus clientes, sempre entregues com a maior qualidade possível.

O uso da metodologia 8D, aliada as diversas ferramentas da qualidade utilizadas, proporcionaram um maior campo de visão para o entendimento e para a tratativa do problema, contribuindo para solucionar e conter a não-conformidade encontrada. A contenção, aplicada utilizando o plano de ação estabelecido no 8D, foi possível observando-se todo o ambiente ao redor do problema. Essa visão ampla é um dos diversos auxílios proporcionados pelo uso da metodologia, garantindo que todas as áreas serão analisadas e todas as contenções possíveis serão aplicadas. A partir disso, estabeleceram-se quais eram as possibilidades de ser a causa raiz. Com esse foco estabelecido em diferentes causas, a análise por parte dos envolvidos na tratativa do problema é mais fácil, pois é possível verificar individualmente o ambiente do problema.

Foi possível compreender toda aplicação da metodologia 8D em uma indústria eletrônica da cadeia automotiva, entendendo-se os conceitos envolvidos na sua aplicação e nas ferramentas de qualidade utilizadas. Como resultado da não-conformidade, aliada à utilização do 8D, foi possível melhorar o sistema de medição das borrachas de vedação com a inclusão de um novo método de medição, usado nas máquinas de medição por coordenadas. Além disso, com a nova cota de circularidade do material, a especificação da matéria-prima eleva ainda mais a garantia da sua qualidade e segurança, restringindo cada vez mais as chances de problema.

Na Tabela 4, foi possível verificar os resultados das medições de 140 amostras de 7 lotes diferentes das borrachas que estavam bloqueadas, mostrando resultados satisfatórios das medições usando o método dos mínimos quadrados. Todos os resultados dentro da especificação, com uma boa média e valores mínimos e máximos seguros, mostrando que existe controle no ferramental e na produção do fornecedor.

Esses resultados repetiram-se em novas entradas do material, analisados a partir de quantidades amostrais medidas no laboratório de inspeção de recebimento da empresa com uma MMC utilizando o método dos mínimos quadrados, em diversas ocasiões seguidas. Ao total, até a finalização desse estudo, contabilizaram-se mais de 1.500.000 peças recebidas e não foram identificados modos de falha.

Foi observado que, ao ser introduzido o problema, a descrição do modo de falha era o diâmetro menor que o especificado da borracha de vedação. Com a aplicação da metodologia 8D, verificou-se que a causa raiz do problema foi a diferença dos métodos de medição utilizados pela organização e pelo fornecedor. Além disso, a partir da utilização da metodologia, a solução do problema obteve um resultado positivo, sendo acompanhado a partir de novas entradas do material em diferentes tamanhos, entregues pelo mesmo fornecedor. Um novo método de medição com maior precisão e comprovação metrológica, somado a uma nova especificação técnica mais precisa, proporcionaram maior segurança e qualidade das matérias-primas recebidas, além dos mesmos atributos ao funcionamento do capacitor.

Por fim, sugere-se para pesquisas futuras um maior aprofundamento do problema dentro da empresa antes de ser tratado juntamente com o fornecedor, buscando eliminar-se todas as possíveis causas internas, além de obter mais conhecimentos dos processos. Com todos dados levantados, a aplicação do 8D pode ser de extrema valia para encontrar causas e definir planos de ação para tratativa dos problemas. Pode ser usada para qualquer não-conformidade. Também, para dados dimensionais, realizar um estudo de MSA para analisar com clareza todos os resultados obtidos antes e depois da aplicação da metodologia 8D.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR **ISO 9000**:2015: Sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015.

ABNT NBR **ISO 9001**:2015: Sistemas de gestão da qualidade - requisitos. Rio de Janeiro: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015.

BANICA, Cristina; BELU, Nadia. **Application of 8d methodology – an effective problem-solving tool in automotive industry**. University of Pitesti, 2019.
<https://doi.org/10.26825/bup.ar.2019.005>

BERND-ARNO, Behrens; INGO, Wilde; MANFRED, Hoffmann (2007). **Complaint management using the extended 8D-method along the automotive supply chain**. DOI:10.1007/s11740-007-0028-6

Bureau Veritas. **O que é a IATF 16949**. Disponível em:
<https://certification.bureauveritas.com.br/solucoes/certificacoes-setoriais/iatf-16949-industria-automotiva/>. Acesso em: 12/03/2023.

CAMARGO, Wellington. **Controle de Qualidade Total**. Curitiba: Instituto Federal Paraná, 2011.

CARPINETTI, Luiz Cesar. **Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CUNHA, Gabriella; LOPES, Lucas; DANTAS, Jorge; MESQUITA, Wisner. **Aplicação da Metodologia 8D para resolução de problemas na empresa Car Motors S/A**. Disponível em:
http://www.portalcatalao.com/painel_clientes/cesuc/painel/arquivos/upload/temp/05d26db8a60a4b4b6ccfab8d858771e2.pdf#page=82. Acesso em: 27/03/2023.

DANIEL, Érika; MURBACK, Fábio. **Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade**. Disponível em:
https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo16_2014.pdf
Acesso em: 08/04/2023.

ESTEVES, Rodrigo. **O Brainstorm eficaz: como gerar ideias com mais eficiência**. São Paulo: Dash, 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GRAEML, Alexandre, PEINADO, Jurandir. **Administração da produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

KAPLÍK, Pavol; PRÍSTAVKA, Miroslav; BUJNA, Marián; VIDERNAN, Ján (2013). **Use of 8D Method to Solve Problems**. Advanced Materials Research. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.801.95

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Érica, 2020.

MACHADO, Simone Silva. **Gestão da qualidade**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MARIANI, Celso Antonio. **Método PDCA e Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais: Um Estudo de Caso**. São Paulo: RAI – Revista de Administração e Inovação, 2005.

KRAJNC, Marjanca (2012). **With 8D method to excellent quality**. Disponível em: https://www.fos-unm.si/media/pdf/RUO_oktober_2012_letnik1_stevilka3.pdf#page=37. Acesso em: 26/03/2023.

MARQUES, José Carlos. **Ferramentas da Qualidade**. Universidade da Madeira. Disponível em: http://www.mccpconsultoria.com.br/wp-content/uploads/arquivos/downloads/11-Ferramentas_da_Qualidade.pdf. Acesso em: 07/04/2023.

MELLO, Carlos Henrique. **ISO 9001: 2000: Sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

NAKAGAWA, Marcelo; **5W2H – Plano de Ação para Empreendedores**. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/5W2H.pdf>. Acesso em: 13/04/2023.

OLIVEIRA, Otavio. **Gestão da qualidade: tópicos avançados**. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da produção industrial**. 20. ed. Curitiba: Ibpx, 2007.

PILON, Tauane; MANTOVAN, Lucas; FRANCISCATO, Lucas (2016). **Aplicação da metodologia 8D na análise e solução de problema em uma estamperia**. Disponível em: <http://singep.org.br/5singep/resultado/345.pdf>. Acesso em: 26/03/2023.

PORTAL DO ADMINISTRADOR. Disponível em: www.portaladm.adm.br/fg/fg11.htm. Acessado em: 14/11/2010.

REISENBERGER, Carlos; SOUSA, Sérgio. **The 8D Methodology: An Effective Way to Reduce Recurrence of Customer Complaints?** Disponível em: https://www.iaeng.org/publication/WCE2010/WCE2010_pp2225-2230.pdf. Acesso em: 26/03/2023.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Ações para Qualidade, Gestão Integrada para Qualidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

SANTOS, Marlene; VELOSO, Hernâni. **A norma IATF 16949:2016: mudanças, transição, caminhos e oportunidades**. CESQUA, 2018, n.1, pp.69-91

SERRAT, Olivier. **Knowledge Solutions**. Singapore: ADB, 2017. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_32

CHIES, Suelen; BUENDER, Ricardo (2019). **A aplicação da ferramenta 8D para a resolução de problemas de qualidade no cliente**. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/download/6306/pdf>. Acesso em: 26/03/2023.

SUI, Wentao (2019). **Four Methods for Roundness Evaluation**. DOI: 10.1016/j.phpro.2012.02.317

TERNER, G. L. K. **Avaliação da aplicação dos métodos de análise e solução de problemas em uma empresa metalmecânica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.