



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas - ICEA
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção - COEP
Campus João Monlevade



Trabalho de Conclusão de Curso

ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES NO PROCESSO DE RECAPAGEM DE PNEUS: ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA REFORMADORA DE PNEUS DO MÉDIO PIRACICABA

Acácio Silva de Lima

Pedro de Oliveira Ulhôa

João Monlevade MG

2024

Acácio Silva de Lima
Pedro de Oliveira Ulhôa

**ANÁLISE DE NÃO CONFORMIDADES NO PROCESSO DE RECAPAGEM DE
PNEUS: ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA REFORMADORA DE
PNEUS DO MÉDIO PIRACICABA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do grau em Engenharia de Produção pelo Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Clarissa Barros da Cruz

Co-orientadora: Prof^ª. MSc. Viviane da Silva Serafim Cota

JOÃO MONLEVADE

2024

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

L732a Lima, Acácio Silva de.

Análise de não conformidades no processo de recapagem de pneus [manuscrito]: estudo do processo produtivo em uma reformadora de pneus do Médio Piracicaba. / Acácio Silva de Lima. Pedro de Oliveira Ulhôa. - 2024.

71 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Clarissa Barros da Cruz.

Coorientadora: Ma. Viviane Cota.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Graduação em Engenharia de Produção .

1. Controle de qualidade - Ferramentas. 2. Garantia de qualidade. 3. Pneus - Anomalias - Tratamento. 4. Qualidade dos produtos. 5. Transporte rodoviário. I. Ulhôa, Pedro de Oliveira. II. Cruz, Clarissa Barros da. III. Cota, Viviane. IV. Universidade Federal de Ouro Preto. V. Título.

CDU 658.562

Bibliotecário(a) Responsável: Flavia Reis - CRB6-2431



FOLHA DE APROVAÇÃO

Acácio Silva de Lima
Pedro de Oliveira Ulhôa

Análise de não conformidades no processo de recapagem de pneus: Estudo do processo produtivo de uma reformadora de pneus do Médio Piracicaba

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenharia de Produção

Aprovada em 02 de fevereiro de 2024

Membros da banca

Dra. Clarissa Barros da Cruz - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
Ma. Viviane da Silva Serafim Cota - Coorientadora (Sicoob)
Ma. Carla Danielle Araújo Costa (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dr. Rafael Lucas Machado Pinto (Universidade Federal de Ouro Preto)

Dra. Clarissa Barros da Cruz, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 21/02/2024



Documento assinado eletronicamente por **Clarissa Barros da Cruz, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/02/2024, às 12:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0669583** e o código CRC **7367ED6D**.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho de conclusão de curso foi enriquecido pela colaboração preciosa de várias pessoas, e gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão:

Primeiramente, elevamos nossos agradecimentos a Deus, fonte inesgotável de força e orientação, que nos concedeu sabedoria e amparo durante todo este percurso. Sem Sua presença, essa jornada não seria possível.

A prof.^a Viviane Serafim, cujo apoio foi essencial para o desenvolvimento deste projeto. Sua orientação dedicada e perspicaz foi um guia valioso ao longo de toda a jornada acadêmica.

A prof.^a Clarissa, cujo comprometimento e incentivo foram de importância ímpar para a concretização deste trabalho. Sua experiência e sabedoria foram fundamentais para o aprimoramento das ideias e a conclusão deste processo.

Agradecemos também a todos que contribuíram participando ativamente das pesquisas, fornecendo dados cruciais que foram determinantes para os resultados alcançados.

E por fim, a nossa querida família, expressamos nossa profunda gratidão pelo apoio constante, que se revelou como um pilar indispensável, incentivando-nos a não desistir diante dos desafios.

RESUMO

A matriz de transporte no Brasil é predominantemente rodoviária, representando cerca de 96,2% do transporte de passageiros e 61,8% do transporte de cargas. Além disso, o setor rodoviário enfrenta desafios, como a condição precária de 61% das rodovias brasileiras. Desse modo, o desgaste de pneus é um problema significativo nesse cenário, e empresas de recapagem de pneus surgem como alternativa econômica e sustentável. A falta de estudos sobre gestão de anomalias em empresas de recapagem motiva a pesquisa, que busca identificar e analisar não conformidades recorrentes e propor planos de ações por meio da aplicação das ferramentas da qualidade sendo elas, *Checklist*, Diagrama de Pareto, Diagrama de *Ishikawa* e *5W2H*. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral conduzir um estudo de gestão de anomalias numa reformadora situada em João Monlevade por meio da aplicação de ferramentas da qualidade. Como resultado do estudo destacaram-se três principais anomalias - "Defeito de acabamento", "Escareação sem enchimento" e "Bloco de borracha não vulcanizado". Além disso, a análise aprofundada identificou causas recorrentes nessas anomalias, evidenciando a necessidade de uma gestão mais efetiva de não conformidades, com planos de ação específicos para abordar cada situação. Desse modo, a análise das anomalias de processos identificadas internamente na recapagem proporcionou valiosas informações para otimizar as operações e garantir a qualidade durante as etapas iniciais do ciclo de vida do pneu.

Palavras-Chaves: Não conformidades; Ferramentas da qualidade; Gestão de Anomalias; Recapagem.

ABSTRACT

The transportation matrix in Brazil is predominantly road-based, representing approximately 96.2% of passenger transport and 61.8% of freight transport. Additionally, the road sector faces challenges, such as the precarious condition of 61% of Brazilian highways. Thus, tire wear becomes a significant issue in this scenario, and tire retreading companies emerge as an economical and sustainable alternative. The lack of studies on anomaly management in tire retreading companies motivates this research, which aims to identify and analyze recurring non-conformities and propose action plans through the application of quality tools, including Checklists, Pareto Diagrams, Ishikawa Diagrams, and 5W2H. In this context, this study aims to conduct an anomaly management study in a retreading company located in João Monlevade through the application of quality tools. As a result of the study, three main anomalies stood out - "Finishing Defect," "Scorching without Filling," and "Unvulcanized Rubber Block." Furthermore, in-depth analysis identified recurring causes in these anomalies, highlighting the need for more effective non-conformity management with specific action plans for each situation. Thus, the analysis of internally identified process anomalies in retreading provided valuable information to optimize operations and ensure quality during the initial stages of the tire life cycle.

Keywords: Non-conformities; Quality tools; Anomaly Management; Retreading.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de Folha de verificação.....	23
Figura 2 - Exemplo de Diagrama de Pareto.....	24
Figura 3 - Exemplo de diagrama de causa e efeito já montado.....	25
Figura 4 - Exemplo de aplicação da ferramenta 5W2H.....	26
Figura 5 - Metodologia para a coleta de dados.....	29
Figura 6 - Organograma da empresa <i>Pneus Ltda.</i>	32
Figura 7 - Área de recepção das carcaças.....	33
Figura 8 - Ordem de serviço.....	34
Figura 9 - Fluxograma do Processo.....	35
Figura 10 - Exame inicial.....	36
Figura 11 - Raspagem.....	36
Figura 12 - Escareação.....	37
Figura 13 - Conserto.....	37
Figura 14 - Aplicação de cola.....	38
Figura 15 - Enchimento.....	38
Figura 16 - Aplicação de banda/anel.....	39
Figura 17 - Montagem.....	39
Figura 18 - Vulcanização.....	40
Figura 19 - Desmontagem.....	40
Figura 20 - Exame final.....	41
Figura 21 - Pneu reformado - Banda <i>TR85</i>	41
Figura 22 - Pneus reformados - Bandas <i>RBZH</i> , <i>MC95</i> e <i>FG85</i> respectivamente.....	42
Figura 23 - Defeito de acabamento.....	47
Figura 24 - Escareação sem enchimento.....	48
Figura 25 - Bloco de borracha não vulcanizado.....	48

Figura 26 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> “Defeito de acabamento”.....	50
Figura 27 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> “Escureação sem enchimento”.....	52
Figura 28 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> “Defeito de acabamento”.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Alguns autores e suas contribuições sobre o tema.....	14
Quadro 2 - Não conformidades e seus respectivos setores responsáveis.....	16
Quadro 3 - Descrição dos oito desperdícios.....	20
Quadro 4 - Não conformidades e seus respectivos setores responsáveis.....	42
Quadro 5 - 5W2H da anomalia “Defeito de acabamento”.....	58
Quadro 6 - 5W2H da anomalia “Escareação sem enchimento”.....	60
Quadro 7 - 5W2H da anomalia “Bloco de borracha não vulcanizado”.....	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Diagrama de pareto das anomalias encontradas no processo de recapagem.....46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Contextualização do Problema de Pesquisa	13
1.2 Justificativa	15
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo Geral	17
1.3.2 Objetivo Específicos	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Logística Reversa na Recapagem	18
2.2 Gestão de Anomalias	19
2.2.1 Gestão de anomalias e os oito desperdícios	19
2.3 Ferramentas da Qualidade	20
2.3.1 Checklist (Lista de Verificação)	20
2.3.2 Diagrama de Pareto	23
2.3.3 Diagrama de Ishikawa	24
2.3.4 5W2H	25
3. METODOLOGIA	27
3.1 Classificação da Pesquisa	27
3.2 Coleta de Dados	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1 Apresentação da empresa	31
4.1.1 Histórico da organização	31
4.1.2 Organograma da Empresa	31
4.1.3 Configuração Empresa	32
4.1.3.1 Processo produtivo	32
4.1.3.2 Produtos fabricados	41
4.2 Dados Coletados	42
4.3 Diagrama de Pareto	45
4.4 Diagrama de Ishikawa	49
4.5 5W2H	55
4.5.1 Anomalia 1 - Defeito de acabamento	55
4.5.2 Anomalia 2 - “Escareação sem enchimento”	59
4.5.3 Anomalia 3 - “Bloco de borracha não vulcanizado”	61
5. CONCLUSÃO	64
6. REFERÊNCIAS	67

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Nascimento (2020), no Brasil, a matriz de transporte é predominantemente rodoviária, no qual o presente modal apresenta cerca de 96,2% voltado para o transporte de passageiros e a 61,8% ao transporte de cargas. De acordo com a Confederação Nacional dos Transportes (CNT) (2021), são cerca de 220 mil empresas de transporte de carga, 435 cooperativas de transporte de carga e aproximadamente 724 mil transportadores de carga autônomos, considerando apenas empresas regularmente inscritas no ano de 2020. Esses números mostram dependência logística do modal rodoviário nos meios de produção do país, além de demonstrar a quantidade de empresas nesse mercado e o tamanho aproximado de sua frota.

Segundo a CNT (2021), na atual matriz de transportes brasileira, o modal rodoviário representa 61,1% do total; o ferroviário, 20,7%; o aquaviário, 13,6%; o dutoviário, 4,2% e o aeroviário, apenas 0,4%. Ainda de acordo com este anuário, cerca de 61% das rodovias brasileiras estão em condições regulares, ruins ou péssimas. Portanto, levando em consideração estes aspectos, é notório imaginar que, a concentração do escoamento de produção de um país com as dimensões do Brasil, em sua maioria sendo pelo modal rodoviário, traz à tona uma série de problemas, e um desses problemas é o desgaste de pneus. Nesse sentido, de acordo com Santos (2020), as empresas de recapagem de pneus se apresentam como alternativa para que a gestão dessas frotas seja mais econômica e sustentável, e também, mais segura.

Além da importância da qualidade do serviço pelos motivos econômicos já citados, também existe a questão da segurança. Um pneu em bom estado de conservação é peça fundamental para a segurança nas estradas, e neste sentido é fundamental que o pneu reformado esteja dentro de todas as especificações de conformidade para que volte a ser utilizado com total segurança e com o mesmo desempenho de um produto novo (SANTOS, 2020).

Segundo Marrafa (2006 *apud* Alencar 2008), pode-se definir o gerenciamento das não conformidades da seguinte maneira:

“O gerenciamento das não conformidades envolve uma série de atividades que vão desde a constatação da ocorrência, passando pelo registro, investigação, ações de disposição, corretivas ou preventivas, ações de acompanhamento (efetividade e eficácia), até o encerramento final pela Garantia de Qualidade.”

Desse modo, a análise de não conformidades é uma ferramenta importante para identificar, registrar e resolver rapidamente os problemas econômicos e de segurança citados anteriormente.

Paladini (2019), reforça a importância da gestão da qualidade e a necessidade de evitar

não conformidades e anomalias nos processos produtivos quando afirma que os custos e as consequências das falhas podem ser incalculáveis, desde o descontentamento dos clientes até a perda de mercado, passando por retrabalhos, desperdícios, atrasos e problemas de segurança. Já segundo Fedozzi (2014, *apud* Mello, 2017), a gestão de não conformidades é uma atividade essencial para garantir a qualidade dos produtos e serviços, envolvendo desde a identificação dos problemas até a implementação de ações corretivas. Para Crosby (1979), a abordagem zero defeitos deve ser aplicada na gestão de anomalias, buscando eliminar qualquer tipo de erro em todas as etapas do processo produtivo. Já Juran e Gryna (1991), destacam a importância de se realizar o planejamento, controle e aperfeiçoamento da qualidade, de modo que seja possível analisar a necessidade de implementar melhorias nos processos e desenvolver adequações no produto final antes que seja entregue ao cliente. Adicionalmente, a análise de anomalias deve ser tratada como uma oportunidade de melhoria contínua, conforme preconizado por Shingo (2021), através da implementação de mudanças no processo produtivo que permitam a redução ou eliminação de problemas recorrentes.

De acordo com a visão de Crosby (1979), os custos associados à produção de produtos com defeitos ou erros podem ser muito elevados, envolvendo retrabalho, perda de matéria-prima e reputação da marca. Nesse contexto, a gestão de anomalias é uma estratégia fundamental para reduzir desperdícios e aumentar a lucratividade da empresa. Para Deming (1986), a detecção e correção de problemas deve ser vista como uma oportunidade de melhoria contínua, envolvendo a análise das causas raiz e implementação de ações preventivas. Adicionalmente, a gestão de anomalias pode trazer benefícios significativos, como a redução dos custos de produção, a melhoria da satisfação do cliente e o aumento da competitividade no mercado, conforme destacado por Juran e Gryna (1991).

Em resumo, dada a explanação sobre o processo de inspeção da qualidade e da gestão de anomalias, o presente trabalho tem por objetivo responder à seguinte pergunta: *Quais os impactos um estudo de gestão de anomalias aplicando as ferramentas da qualidade pode prover para uma empresa de recapagem de pneus?*

1.1 Contextualização do Problema de Pesquisa

Diversos autores destacam a importância da gestão da qualidade para o sucesso de uma empresa. O quadro 1 traz alguns autores e um pouco do que eles falam dos temas acerca da qualidade, gestão de anomalias e não-conformidades, e também, sobre melhoria contínua.

Quadro 1- Alguns autores e suas contribuições sobre o tema

Autor	Assunto	Comentários
Paladini (2019)	Gestão da Qualidade	Descontentamento dos clientes, perda de mercado, retrabalhos, desperdícios, atrasos e problemas de segurança
Fedozzi (2014, <i>apud</i> Mello, 2017)	Gestão de não conformidades	Identificação dos problemas, implementação de ações corretivas
Crosby (1979)	Gestão de Anomalias	Abordagem zero defeitos
Juran e Gryna (1991)	Gestão de Anomalias	Planejamento, controle e aperfeiçoamento da qualidade, implementar melhoria, desenvolver adequações, redução dos custos de produção, melhoria da satisfação do cliente e o aumento da competitividade no mercado
Deming (1986)	Melhoria Contínua	Análise das causas raiz e implementação de ações preventivas
Shingo (2021)	Melhoria Contínua	Redução ou eliminação de problemas recorrentes

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Nesse sentido, a gestão da qualidade é uma ferramenta essencial para a competitividade e o sucesso de uma empresa, permitindo que ela se diferencie no mercado e atenda às necessidades dos clientes de forma eficiente e eficaz.

A importância da gestão da qualidade pode ser aplicada em diversos setores e processos, incluindo o processo de recapagem de pneus. De acordo com a norma *International Organization for Standardization - ISO* (em português Organização Internacional de Normalização) de 2010 padronizada como, *ISO 48/RT-7* (Responsabilidade Técnica), a qualidade dos pneus recapados deve ser comparável à dos produtos novos e devem passar por rigorosos testes de desempenho, incluindo testes de tração, estabilidade e resistência ao aquecimento antes de serem colocados no mercado. Além disso, a gestão de anomalias do processo produtivo também é fundamental para garantir a eficiência e eficácia da técnica utilizada. Por isso, é importante que as empresas de reforma de pneus adotem medidas eficazes de gestão da qualidade para garantir a segurança e a satisfação dos clientes.

A forma como é feita a inspeção de qualidade é determinante para que alguns tipos de avarias não possam ser detectadas, de modo que o pneu apresente defeito somente após o uso pelo cliente. É por meio da análise visual que o colaborador irá encontrar tudo aquilo que foge à regra de um pneu sem não-conformidades. Desse modo, este estudo pretende analisar a forma

como é realizada a inspeção de qualidade na empresa, o que possibilitará entender se existem dificuldades em encontrar determinados tipos de avarias internas como possíveis deslocamentos, infiltrações, porosidade da borracha de ligação, entre outras. Outro ponto é observar quantas estações de inspeção a empresa possui e qual a distribuição dentro do processo de produção.

O presente trabalho busca avaliar como se dá a ocorrência das avarias e não conformidades, como as destacadas anteriormente, para entender qual momento do processo de produção elas são identificadas. Ou seja, constatar se as não conformidades são identificadas nas etapas iniciais do processo, ou se são identificadas no final do processo (quando todo valor já foi agregado ao produto). Desse modo, será possível dizer se a empresa possui uma forma estruturada de prevenção para que diminua o número de incidências de falhas do processo.

1.2 Justificativa

É importante destacar que, um dos autores desta pesquisa já fez parte da organização estudada, o que facilitou a identificar os pontos de atuação. Posto isso, o interesse do tema proposto surgiu após prévia análise da quantidade de não-conformidades nos produtos ao fim do processo produtivo, e a quantidade de pneus que retornam como reclamação do cliente por apresentar defeitos.

A gestão de anomalias tem como objetivo reduzir ou anular as não-conformidades, o que traz benefícios para a sociedade em diversos cenários, como segurança, sustentabilidade e lucratividade (PALADINI, 2019). Levando isso em consideração, os pneus precisam de uma atenção especial, pois são itens de extrema importância para a segurança nas estradas, um pneu com defeito pode agravar em um acidente trágico.

De acordo com a Associação Brasileira da Reforma de Pneus (ABR) (2019), durante a reforma de um pneu utiliza-se uma quantidade menor de material em seu processo (25%), comparado ao que seria necessário para se fazer um pneu novo. Dito isso, é possível dizer que, recapagem de pneu e sustentabilidade andam lado a lado. Além de evitar que um pneu seja descartado no meio-ambiente logo após sua primeira vida, fazendo assim com que haja um menor impacto ambiental. Evitar que o pneu apresente não-conformidades é ideal para que não sejam gastos insumos de produção excessivos.

A redução de não-conformidades também possibilita uma maior lucratividade para a empresa Segundo Adamy (2017 *apud* Mello 2017) “(...) é necessário evitar custos da não qualidade dos produtos, que normalmente são relacionados à falha na produção, gerada por

ineficiência ou não utilização das ferramentas da qualidade.” Ou seja, o reprocessamento também pode gerar prejuízos para as empresas, uma vez que, envolve retrabalho em produtos defeituosos e já produzidos, o que pode resultar em atrasos na entrega, insatisfação do cliente e prejuízos financeiros (CARVALHO 2012).

Para reduzir o impacto do retrabalho e do reprocessamento, é importante investir em treinamento e capacitação dos funcionários, além de adotar processos de controle de qualidade eficientes e sistemas de gestão da qualidade, como a *ISO* (Organização Internacional de Normalização) 9001 (SANTOS *et al* 2014). Dessa forma, é possível identificar e corrigir falhas de forma mais rápida e eficaz, reduzindo os custos e melhorando a qualidade dos produtos e serviços oferecidos pela empresa. Os valores gastos com restituições podem ser investidos em projetos de melhoria para que consigam diminuir ao máximo erros que advêm da produção, pois ter um produto de qualidade faz com que a empresa ganhe confiança do usuário e competitividade no mercado.

Destaca-se uma lacuna significativa na literatura relacionada à gestão de anomalias em empresas de recapagem, conforme evidenciado por uma pesquisa realizada pelos autores em diversos acervos digitais de artigos e pesquisas, utilizando palavras-chave pertinentes ao tema. A análise do quadro 2 revela uma escassez de materiais sobre o assunto, sendo relevante destacar que os artigos considerados pertinentes são aqueles que abordam diretamente o tema deste estudo e podem proporcionar insights semelhantes. Portanto, a realização deste estudo é de suma importância e contribui significativamente para o avanço do conhecimento nesse campo e para a sociedade em geral.

Quadro 2 - Não conformidades e seus respectivos setores responsáveis.

Acervos	Termos Buscados	Período da Pesquisa	Quantidade de artigos encontrados	Quantidade de artigos pertinentes
Scholar Google	Recapagem de Pneus; Qualidade; Não-conformidades	2019 - 2023	193	30 - 40
ScienceDirect	Tyre retreading	2019 - 2023	169	20 - 30
Capes	Recapagem de Pneus	2013 - 2023	4	2

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Quanto à interação com a Engenharia de Produção, a pesquisa explora o domínio da Engenharia da Qualidade, focando especificamente na subárea de Planejamento e Controle da

Qualidade, conforme delineado pela classificação da Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO). Nesse contexto, é viável utilizar as ferramentas da qualidade em um ambiente organizacional, buscando impulsionar e consolidar conhecimentos práticos para os envolvidos, ao mesmo tempo que contribui para o avanço teórico na área.

1.3 Objetivos

Neste tópico será apresentado os objetivos gerais e específicos.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é conduzir um estudo de gestão de anomalias numa reformadora situada em João Monlevade por meio da aplicação de 4 ferramentas da qualidade, sendo elas, *Checklist*, Diagrama de Pareto, Diagrama de *Ishikawa* e 5W2H.

1.3.2 Objetivo Específicos

Portanto, os objetivos específicos são:

- Compreender o processo produtivo da empresa e como é feita a análise de qualidade do pneu.
- Identificar possíveis melhorias no processo de análise de qualidade.
- Propor um plano de melhoria para as não conformidades e anomalias mais recorrentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O tópico a seguir abordará as principais teorias de embasamento deste trabalho, possibilitando uma revisão dos conceitos mais importantes a serem utilizados na execução da pesquisa.

2.1 Logística Reversa na Recapagem

De acordo com Lagarinhos *et al.* (2012), o conceito de gestão reversa surgiu há muito tempo. Em 1970, surgiram definições como canais reversos ou fluxo reverso na literatura científica, mas eram relacionadas principalmente à reciclagem. Este mesmo autor ainda menciona que no Brasil, essa definição citada é novidade dentro da logística empresarial, emergindo na década de 90, quando os profissionais da área reconheceram que matérias-primas, componentes e suprimentos representavam custos significativos que precisavam ser gerenciados de maneira adequada após a venda ou consumo.

Segundo Leite e Machado (2010), os tipos mais comuns são: Logística reversa pós-venda, logística reversa pós-consumo, logística reversa de embalagens, logística reversa de resíduos de serviços de saúde, logística reversa de produtos perigosos e logística reversa de pneus. A logística reversa pós-consumo é uma atividade complexa que envolve a coleta, o transporte, o armazenamento, o tratamento e o destino final dos resíduos. A sua implementação bem-sucedida requer a colaboração de vários atores, incluindo consumidores, empresas, governos e organizações não governamentais (FIGUEIRÓ *et al.* 2014).

Já a logística reversa pós-venda pode ser dividida em duas categorias principais: a de produtos não vendidos (ou estoque), e a de produtos devolvidos. Ambas envolvem o processo de coleta, triagem, transporte e destino final desses produtos ou materiais (GUARNIERI e OLIVEIRA 2005).

A gestão de pneus usados envolve um processo que inclui a coleta e a disposição final apropriada desses pneus, abordando seu descarte responsável e sustentável. Esse tipo de logística reversa tem como objetivo a reciclagem ou reutilização dos pneus, evitando a contaminação do meio ambiente e os riscos à saúde pública. Além disso, a reciclagem de pneus pode gerar novos produtos e matérias-primas, contribuindo para a economia circular (LAGARINHOS *et al.*, 2012).

Se tratando sobre recapagem de pneus, Silva (2018), cita que esse processo consiste em substituir a banda de rodagem e outros componentes que apresentam desgaste, mantendo a carcaça do pneu, que é reaproveitada. Essa técnica permite reduzir o volume de resíduos

gerados e a demanda por matérias-primas, além de contribuir para a redução dos custos de manutenção de veículos. Leite e Machado (2010), destacam a sua importância como uma solução sustentável para a gestão de resíduos desse setor. Segundo os autores, o método pode gerar economia para as empresas e reduzir o impacto ambiental causado pelo descarte de pneus usados.

Os conceitos citados são muito importantes na gestão de resíduos e na preservação do meio ambiente. Silva e Costa (2021), afirmam que a reforma de pneus é uma estratégia de logística que consiste na reutilização do produto inservível após um processo de reforma, a fim de prolongar a vida útil dos mesmos e reduzir a geração de resíduos. Nesse sentido, a logística reversa é fundamental para garantir a coleta, desmontagem, triagem, tratamento e reciclagem adequados do produto sem utilidade, bem como o retorno desses materiais à cadeia produtiva.

2.2 Gestão de Anomalias

A gestão de anomalias é uma atividade importante na gestão da qualidade e melhoria contínua de processos. A sua implementação permite a identificação de pontos críticos em um sistema e ações corretivas para evitar futuras ocorrências. Ela é realizada por meio de diferentes técnicas, como a análise estatística de processos, a análise de causas raízes, a gestão visual e a gestão de indicadores de desempenho (KIM *et al.*, 2020). Além disso, é importante que a gestão de anomalias seja integrada a outros processos da empresa, como a gestão da qualidade e a gestão da produção, para garantir a sua eficiência e eficácia (LI *et al.*, 2018).

A ausência de controle de anormalidades pode acarretar impactos significativos no sistema produtivo, como atrasos na produção, aumento dos custos e diminuição da qualidade do produto final. Conforme destacado por Lima et al. (2019), a presença de irregularidades pode resultar na interrupção da produção para investigação e correção das causas, o que pode gerar atrasos na entrega do produto final. Adicionalmente, o processo de identificação e correção das anomalias pode acarretar um aumento dos custos produtivos devido à necessidade de retrabalho ou realocação de equipamentos. Além disso, a falta do gerenciamento dessas deformidades pode prejudicar a imagem da empresa junto aos clientes, caso a resolução dos problemas não seja eficaz e ágil (LIMA, et al., 2019).

2.2.1 Gestão de anomalias e os oito desperdícios

A gestão de anomalias é uma técnica utilizada para identificar, corrigir e prevenir problemas ou desvios em processos de produção. Ela se concentra em identificar a causa raiz de um problema e em corrigi-lo para evitar futuros desvios. A gestão de anomalias pode ser

aplicada a uma ampla variedade de setores e processos, incluindo produção, manufatura, saúde, serviços e muito mais (OAKLAND, 2003).

Por outro lado, o conceito de "7 tipos de desperdício" foi desenvolvido pelo Sistema Toyota de Produção como uma forma de identificar e eliminar desperdícios em processos de produção. Esses sete tipos incluem: sobreprodução, espera, movimento desnecessário, processamento desnecessário, estoque excessivo, defeitos e movimento ineficiente (OHNO, 1988). Entretanto, de acordo com Liker (2005), é considerado um oitavo desperdício, que pode ser chamado como desperdício intelectual. A eliminação desses desperdícios ajuda a aumentar a eficiência do processo, aumentar a qualidade e reduzir custos, como mostra o quadro 3.

Quadro 3 - Descrição dos oito desperdícios.

PERDA	CAUSA	EFEITO
SUPERPRODUÇÃO	PRODUZIR ANTECIPADAMENTE O NECESSÁRIO	GRANDES NÍVEIS DE ESTOQUE
ESPERA	DESBALANCEAMENTO DA LINHA PRODUTIVA ENTRE OS PROCESSOS	OCIOSIDADE DE RECURSOS
TRANSPORTE	LAYOUT INEFICAZ	BAIXA PRODUTIVIDADE
PROCESSOS INADEQUADOS	PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DESNECESSÁRIO	AUMENTO DE TEMPO E PROCESSAMENTO DE PERDAS DE MATERIAIS
ESTOQUE	QUANTIDADE EXCESSIVA DE MATERIAIS E PRODUTOS ACABADOS	AUMENTO DOS CUSTOS E RISCOS DE OBSOLESCÊNCIA
MOVIMENTAÇÃO	MOVIMENTOS DESNECESSÁRIOS REALIZADOS DURANTE O PROCESSO PRODUTIVO	BAIXA PRODUTIVIDADE E REDUÇÃO DA EFICIÊNCIA DA FÁBRICA
DEFEITOS	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FORA DAS ESPECIFICAÇÕES DE QUALIDADE	AUMENTO DE TODAS AS PERDAS CITADAS
INTELECTUAL	POTENCIAL E A CRIATIVIDADE DO COLABORADOR NÃO OFERECIDO	DESÂNIMO DO

	E/OU APROVEITADA	COLABORADOR
--	------------------	-------------

Fonte: Adaptado de Coelho (2022).

A eliminação dos desperdícios ajuda a melhorar a qualidade e a eficiência dos processos de produção ao permitir que a equipe foque nas atividades que agregam valor ao produto, reduzindo o tempo necessário para a produção e minimizando erros e defeitos (LIKER, 2005). Este mesmo autor afirma que, outro efeito positivo da eliminação dos desperdícios é a melhoria da satisfação do cliente. Ao reduzir o tempo necessário para produzir o produto final, bem como minimizar erros e defeitos, a empresa pode atender às necessidades do cliente de forma mais eficaz, aumentando a sua satisfação e, potencialmente, a fidelidade do mesmo (LIKER, 2005).

2.3 Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade tratam-se de métodos estruturados para viabilizar a implantação de melhorias no processo produtivo, podendo ser em forma de: dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação. Cada ferramenta costuma ter características próprias, em função das pessoas que a utilizarão ou da finalidade a que se destina (Paladini, 2006 *apud* Santos 2020 p.20). Paladini (2019), afirma que na forma conceitual, as ferramentas da qualidade são mecanismos simples que visam a solução, implantação e avaliação de alterações existentes no processo produtivo e se dá por meio de análises objetivas de partes bem definidas deste processo, com o objetivo de gerar melhorias.

A seguir, estão apresentadas as ferramentas da qualidade que serão utilizadas no presente estudo.

2.3.1 Checklist (Lista de Verificação)

De acordo com Gomes *et al.* (2018), os *checklists* ou listas de verificação são ferramentas comumente utilizadas para checar se todas etapas ou regras de um determinado processo estão sendo seguidas. A folha de verificação é usada para planejar a coleta de dados a partir de necessidades de análise de dados futuras. Com isso, a coleta de dados é simplificada e organizada, eliminando-se a necessidade de rearranjo posterior dos dados. De modo geral, a folha de verificação consiste num formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos (CARPINETTI, 2012). A utilização de *checklists* é ampla e pode ser aplicada em diferentes áreas, incluindo saúde, aviação, construção, gerenciamento de projetos, entre outras. Em setores como saúde e aviação, por exemplo, a utilização de *checklists* é crucial para garantir

a segurança e a eficiência das operações (GAWANDE, 2007). Toledo, *et al.* (2014, p.196), afirmam que há 3 etapas para serem seguidas para a elaboração de uma folha de verificação:

1) Planejamento da coleta de dados

a) Definir o problema que se quer resolver e formular a pergunta ou perguntas, corretas e específicas, que devem ser respondidas para decidir de forma adequada as futuras ações a serem realizadas (por exemplo: sobre as casas identificadas num Diagrama de *Ishikawa* ou de Causa e Efeito).

b) Definir as ferramentas apropriadas para a análise dos dados. Segundo tipo de ferramenta a ser utilizada, deve-se decidir sobre as características dos dados a serem recolhidos (tipo de dado, volume dos dados, exatidão, amostras etc.).

c) Definir as condições da coleta de dados. Deve-se atentar para que o processo de coleta de dados não distorça o valor dos mesmos, devendo ter em conta: a formação e experiência do pessoal de coleta de dados; o tempo disponível e a dedicação à coleta.

d) Projetar o formulário, tendo em contatos seguintes pontos. A anotação deve ser simples; será projetado procurando evitar erros de anotação; deve-se incluir um campo para observações; o impresso deve ser autoexplicativo; deve-se levar em conta o aspecto formal.

2) Coleta dos dados: os dados devem ser coletados com fidelidade e registrados na folha de modo claro e adequado. É importante que o responsável pela coleta esteja bem treinado com os procedimentos de uso do instrumental de coleta e, fundamentalmente, tenha tempo suficiente para coletar e registrar os dados e informações.

3) Análise dos dados: os formulários preenchidos devem ser organizados e guardados organizadamente como, por exemplo, obedecendo a características do objeto medido ou evento observado, local da coleta e ordem temporal da coleta. As folhas devem ser vistas e analisadas por pessoal responsável e capacitado para ler e interpretar os registros. Na Figura 1 pode-se observar um exemplo de como a folha de verificação foi aplicada. Vale ressaltar que os números descritos são fictícios.

Figura 1 - Exemplo de Folha de verificação.

O QUE COLETAR?	QUANTIDADE ANOMALIAS ENCONTRADAS NO PROCESSO
ONDE?	REFORMADORA
POR QUE COLETAR?	PARA AFERIR O PERCENTUAL DE NÃO CONDORMIDADES E REDUZI-LAS EM X%
RESPONSÁVEL	JOSÉ FRANCISCO
DATAS DAS COLETAS DE DADOS	01/01/2024 À 06/01/2024

TIPOS DE DEFEITO	01/01/2024	02/01/2024	03/01/2024	04/01/2024	05/01/2024	06/01/2024	TOTAL
	segunda-feira	terça-feira	quarta-feira	quinta-feira	sexta-feira	sábado	
TIPO 1	6	1	9	9	2	8	35
TIPO 2	9	9	4	9	6	3	40
TIPO 3	1	1	8	1	9	10	30
TIPO 4	7	3	1	2	9	5	27
TIPO 5	4	9	2	8	8	6	37
TIPO 6	10	8	3	3	5	9	38
TIPO 7	3	4	3	5	5	3	23
TIPO 8	6	8	4	7	6	7	38
TIPO 9	3	7	10	1	8	10	39
TIPO 10	5	8	8	1	2	9	33
TOTAL	54	58	52	46	60	70	340

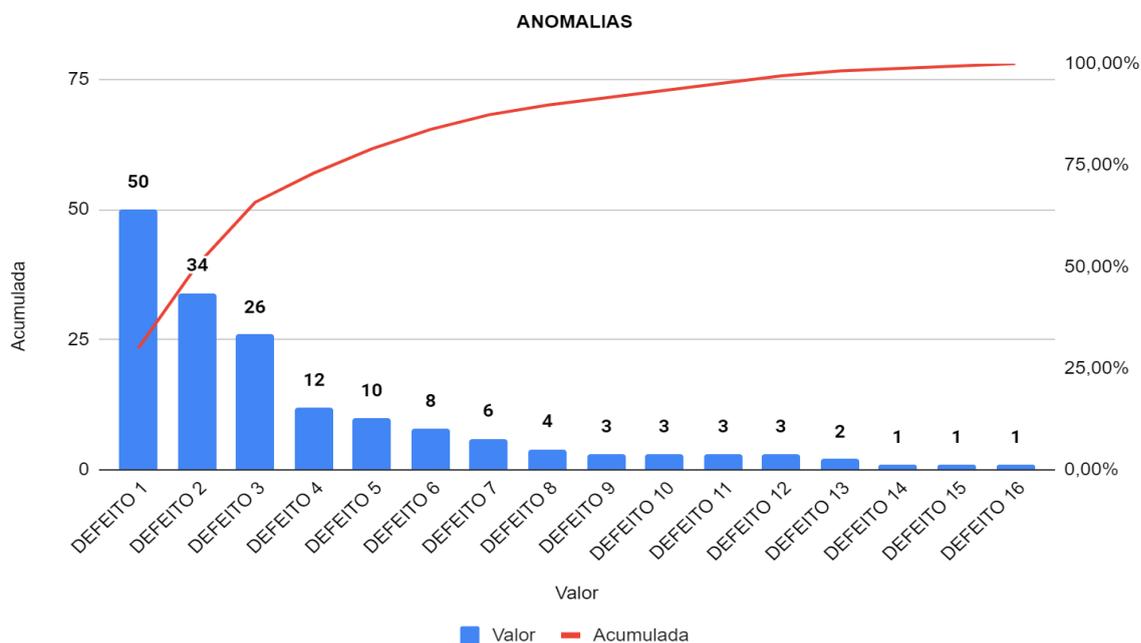
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

2.3.2 Diagrama de Pareto

De acordo com Bezzera (2014), Vilfredo Pareto foi o criador do Diagrama que leva seu nome, ele nasceu em 1948 e foi um sociólogo, teórico político e economista. Em concordância, Machado (2012), disse que Pareto formou-se em matemática, física e engenharia na Itália e foi responsável pela formulação da lei de distribuição de renda. Tentou mostrar que a renda e riqueza não eram distribuídas de maneira uniforme ao longo da evolução das sociedades, chamada Lei de Pareto.

Segundo Santos *et al.* (2020), o Diagrama de Pareto tem o objetivo de identificar os pontos que devem ser melhorados, resolver as tarefas que não estão agindo conforme o projetado e definir um plano de ações que devem ser realizadas de acordo com a prioridade. Ponciano *et.al*, (2021) afirmam que assim, ao detectar qual a relevância de cada problema, viabiliza-se a definição de estratégias para solucionar tais dificuldades. Por isso, a importância de análise de dados corretos, sendo possível definir um planejamento que tenha sentido e maiores chances de êxito. A Figura 2 exemplifica com números fictícios a ferramenta mencionada anteriormente.

Figura 2 - Exemplo de Diagrama de Pareto



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

2.3.3 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama Espinha de Peixe, que também é conhecido como Diagrama de *Ishikawa*, foi criado por Kaoru Ishikawa em 1953. Ele é uma ferramenta de qualidade que utiliza de uma representação gráfica para estudar e entender melhor as causas de um determinado efeito.

“O diagrama de causa e efeito é estruturado de forma a ilustrar as várias causas que levam a um problema. A estrutura do diagrama de causa e efeito lembra o esqueleto de um peixe, por isso é conhecido também como diagrama de espinha de peixe. Uma terceira denominação para esse diagrama é Diagrama de *Ishikawa*, em homenagem ao Professor Kaoru Ishikawa, que elaborou o diagrama de causa e efeito para explicar a alguns engenheiros de uma indústria japonesa como os vários fatores de um processo estavam inter-relacionados. (CARPINETTI, 2016 p.82)”.

Toledo *et al.* (2014, p.204) afirmam que no momento de elaboração de um Diagrama de Causa e Efeito, é importante considerar o seguinte:

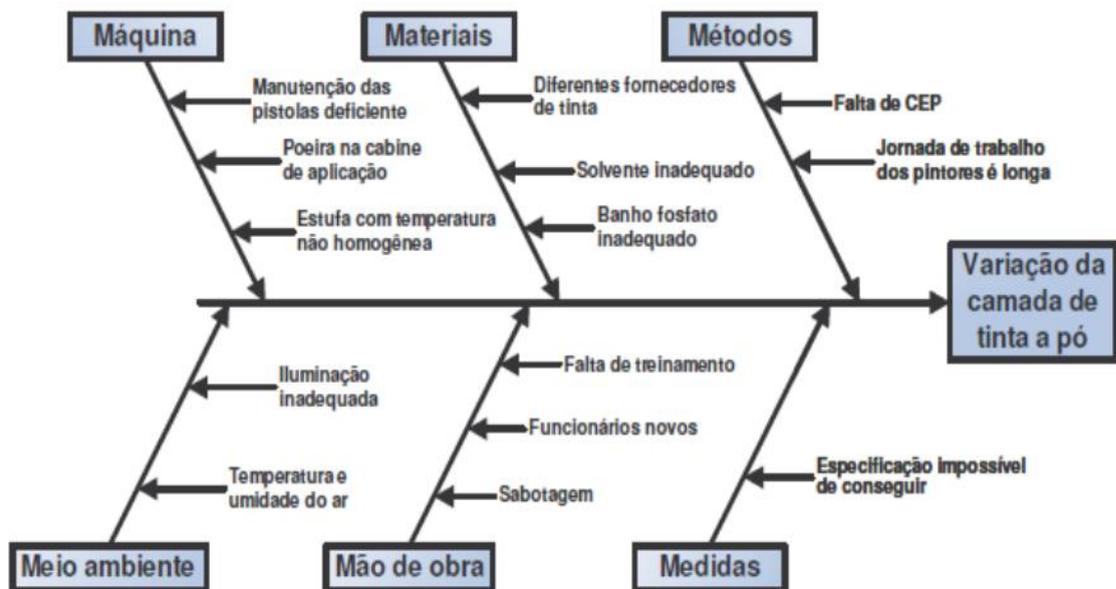
- Identificar todos os fatores mediante consulta e discussão entre muitas pessoas, preferencialmente que se caracterize pela multifuncionalidade. Pode-se utilizar o *brainstorming* (tempestade de ideias).
- Expressar o efeito e os fatores tão concretamente quanto possível, pois a abstração pode resultar em resultados pouco úteis.
- Fazer um diagrama para cada característica. Por exemplo, se estudar as falhas na espessura e no comprimento de uma barra de aço, fazer um diagrama para a espessura e outro

para o comprimento.

- Escolher efeito e fatores (causas) que sejam mensuráveis.
- Descobrir os fatores sobre os quais seja possível atuar. Descobrir um fator (causa) sobre o qual não seja possível atuar não ajuda a resolver o problema.
- Dar a cada fator (causa) a sua importância devida, registrando em banco de dados.
- Procurar melhorar o diagrama continuamente, enquanto está sendo usado.
- Geralmente, os Diagramas de Causa e Efeito são utilizados em conjunto com os Diagramas de Pareto.

A Figura 3 exemplifica um exemplo de Diagrama de Causa e Efeito.

Figura 3 - Exemplo de diagrama de causa e efeito já montado



Fonte: Peinado e Graeml (2007).

2.3.4 5W2H

O 5W2H é uma metodologia de gerenciamento de projetos que tem como objetivo ajudar a definir e planejar ações de forma clara e objetiva. A sigla 5W2H representa as sete perguntas que devem ser respondidas ao utilizar esta metodologia: *What* (O quê?), *Who* (Quem?), *Where* (Onde?), *When* (Quando?), *Why* (Por quê?), *How* (Como?) e *How much* (Quanto?) (ISHIKAWA, 1985). A metodologia 5W2H foi criada para ajudar a identificar e definir objetivos, atividades, recursos e cronogramas de um projeto. A partir das respostas das sete perguntas, é possível obter uma visão geral do projeto e planejar ações mais eficientes (KERZNER, 2013).

A aplicação do *5W2H* permite uma análise detalhada do projeto, identificando pontos críticos, riscos e oportunidades de melhoria. Além disso, a metodologia facilita a comunicação e o alinhamento entre os envolvidos no projeto, garantindo que todos tenham a mesma compreensão e objetivos (ISHIKAWA, 1985). O *5W2H* é uma metodologia eficiente e amplamente utilizada para a gestão de projetos, permitindo uma visão detalhada e objetiva do projeto, identificação de pontos críticos e oportunidades de melhoria, além de facilitar a comunicação e o alinhamento entre os envolvidos. A Figura 4 mostra um exemplo fictício aplicado da ferramenta.

Figura 4 - Exemplo de aplicação da ferramenta 5W2H.

5W2H						
What?	Why?	Where?	When?	Who?	How?	How Much?
O que será feito?	Por que será feito?	Onde será feito?	Quando será feito?	Quem irá fazer?	Como será feito?	Quanto irá custar?
Treinamento de técnicas em vendas	Aumentar a capacidade de argumentação em vendas	Sala de treinamentos da empresa	25/03	Time de vendas	1) Levantar empresas de treinamento 2) Pedir referências 3) Contratar	R\$ 10.000,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

3. METODOLOGIA

A seguir serão descritos os procedimentos metodológicos utilizados para pesquisa, no que diz respeito à classificação e à coleta de dados.

3.1 Classificação da Pesquisa

Em relação a abordagem, a pesquisa se classifica como qualitativa, pois envolve a coleta de dados não numéricos, utilizando uma análise interpretativa e indutiva por meio de categorização.

Segundo Galvão *et al* (2017).

“Pesquisas com métodos qualitativos fornecem descrições detalhadas de fenômenos complexos, incluindo seus aspectos contextuais, ou focam em análises aprofundadas envolvendo poucos indivíduos. Desse modo, seus resultados não são generalizáveis. Já, as pesquisas com métodos quantitativos costumam examinar a associação entre variáveis que podem ser generalizadas para uma população por meio de inferências estatísticas. Focam na análise de grandes amostras, porém seus achados não levam à compreensão de processos individuais.”

Quanto à natureza da pesquisa, classifica-se como aplicada, uma vez que, o estudo objetiva gerar novos conhecimentos para aplicações práticas a fim de solucionar problemáticas específicas em um cenário real. Segundo Appolinário (2006 *apud* Turrioni e Mello, 2012, p. 80) a diferença entre pesquisa básica e pesquisa aplicada pode ser dita como:

“(...) a pesquisa básica estaria mais ligada ao incremento do conhecimento científico, sem objetivos comerciais, ao passo que a pesquisa aplicada seria suscitada por objetivos comerciais através do desenvolvimento de novos processos ou produtos orientados para as necessidades do mercado.”

No que diz respeito aos objetivos, a pesquisa se caracteriza como exploratória, pois envolve levantamentos bibliográficos, opinião de pessoas envolvidas no processo de recapagem, e também, a análise de exemplos coletados no levantamento de dados (TURRIONI e MELLO, 2012, p. 81).

Segundo Yin (2002), “o estudo de caso é um estudo de natureza empírica que busca investigar um fenômeno atual no contexto da vida real, em geral, considerando que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto onde se insere não são claramente definidas”. Desse modo, em relação ao método, a presente pesquisa caracteriza-se como estudo de caso.

3.2 Coleta de Dados

O estudo teve início após a primeira visita técnica no dia 26/12/2022 à empresa para analisar possíveis pontos para estudo e identificar falhas no processo que pudessem ser

exploradas. Desse modo, coletou-se informações que detalham o processo produtivo e de inspeção da qualidade. Após identificar o problema a ser abordado, foram analisadas diversas ferramentas de qualidade. O Fluxograma foi empregado para visualizar o processo produtivo, utilizando a ferramenta Bizagi para a sua construção. O Excel foi a escolha para a coleta de dados, utilizando o Checklist. No Canva, foi elaborado o Diagrama de Pareto para priorização e o Diagrama de Ishikawa para identificar as causas, sendo o Excel novamente utilizado na execução do 5W2H para a elaboração dos planos de ação.

Na avaliação das ferramentas de qualidade para coleta de dados, foram considerados questionários, entrevistas, observação direta e análise de documentos. O *Checklist* foi escolhido devido à sua abordagem direta e padronizada, alinhada à necessidade de eficiência e simplicidade no processo. Vieira (2012) afirma que a folha de verificação é uma ferramenta preciosa no controle de qualidade porque torna a coleta de dados rápida e automática, economiza tempo, evita as anotações rascunhadas e os desenhos mal feitos. É usada para reunir dados sobre a repetição de um evento ou problema. Esses dados podem ser utilizados para criar muitas outras ferramentas, como diagrama de Pareto e histograma (GOZZI, 2015).

A escolha do Diagrama de Pareto foi motivada pela sua eficácia em identificar e priorizar fatores contribuintes de forma visual e direcionada. De acordo com Daniel e Murback (2014), o gráfico de Pareto é um diagrama que apresenta os itens e a classe na ordem dos números de ocorrências, apresentando a soma total acumulada. Permitindo a visualização de diversos problemas e auxiliando na determinação da sua prioridade. Esta ferramenta foi escolhida em detrimento de alternativas como Histogramas e Gráficos de Controle, pois os autores Daniel e Murback ainda citam que o este diagrama é uma das ferramentas mais eficientes para encontrar problemas. Já que descreve as causas que ocorrem na natureza e no comportamento humano, podendo ser uma poderosa ferramenta para focalizar esforços pessoais em problemas e tendo maior potencial de retorno.

Para a análise de causa raiz foram levantadas duas hipóteses, o Diagrama de *Ishikawa* e os 5 Porquês, a opção pela escolha do Diagrama de *Ishikawa* é fundamentada pela necessidade de uma análise mais clara, completa e organizada das causas. Segundo Lobo (2019), esse diagrama é desenhado para ilustrar de modo claro, várias causas que afetam um processo por classificação e relação das causas.

E para dar apoio ao desenvolvimento do Diagrama de *Ishikawa* e levantamento de sugestões de ações, a conclusão foi da utilização da ferramenta 5W2H que se destaca como a mais eficiente. Segundo Silva (2009), o método 5W2H é amplamente utilizado como uma

ferramenta para elaborar planos de ação e implementar soluções alternativas de maneira eficiente, além de padronizar procedimentos. Sua utilidade encontra-se na variedade de aplicação da técnica, abrangendo desde versões simples e objetivas até o desenvolvimento de planos táticos e operacionais para negócios (NAKAGAWA, 2014).

Para a coleta de dados, foram utilizados 45 dias de visitas e análises *in loco*. Esse número de dias foi estipulado junto com a empresa *Pneus Ltda.* de modo que impactasse da menor forma possível a sua produção, mas que pudesse fornecer o maior número de amostras para a pesquisa. Concomitante, de acordo com a empresa a quantidade de anomalias no processo estava com maior índice e eles precisavam de um posicionamento o mais rápido possível para ações corretivas.

O estudo foi dividido em seis principais etapas com intuito de coletar as informações referentes ao processo de produção da reformadora, o *feedback* dos colaboradores envolvidos no processo de inspeção de qualidade, e posteriormente, identificar quais não-conformidades são mais recorrentes. A Figura 5 apresenta a estrutura de divisão do estudo.

Figura 5 - Metodologia para a coleta de dados



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O fato da organização ter designado colaboradores para dar suporte necessário durante as visitas técnicas contribuiu para que fosse obtido maior compreensão do processo produtivo. Dessa maneira, para ser definida a melhor abordagem de atuação do presente estudo, todas as informações coletadas neste período foram registradas e discutidas internamente entre os autores por meio de reuniões utilizando a ferramenta *Google Meet*. Essa ferramenta foi escolhida por ser a ferramenta oficial de reuniões on-line da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

É importante destacar que, um fator de correção foi aplicado para que se mantenha sigilo

nos dados coletados da empresa. Desse modo, definiu-se que o problema a ser estudado seria a gestão de anomalias e não-conformidades do processo de recapagem de pneus. Após aprovação da primeira parte do estudo, iniciou-se a coleta de dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Apresentação da empresa

4.1.1 Histórico da organização

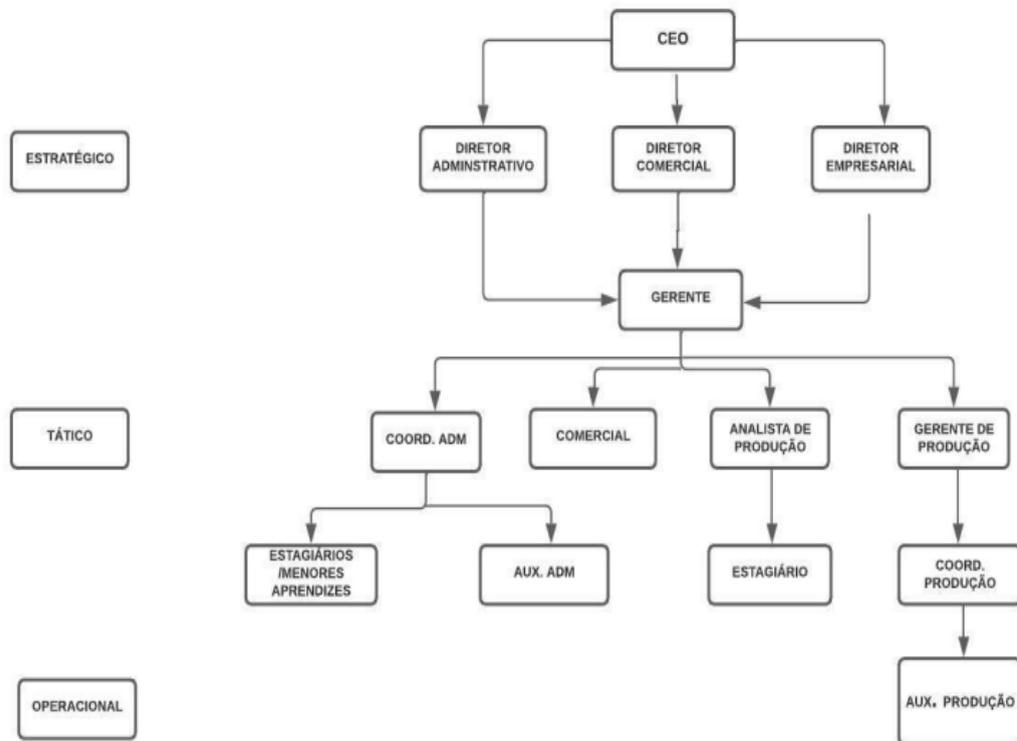
A empresa *Pneus Ltda.* é uma organização de porte médio que atua no comércio varejista e atacadista de pneus, peças, acessórios e serviços mecânicos. Possui autorização para revenda e oferece serviços automotivos em uma ampla região de Minas Gerais, comercializando pneus novos. No segmento de varejo, a corporação *Pneus Ltda.* tem sua matriz instalada em João Monlevade e mais de 10 filiais espalhadas pelas regiões do estado, dois *truck centers* que é uma oficina especializada em fazer serviços de alinhamento e balanceamento de caminhões. E ainda possui ainda uma Reformadora de Pneus, que é o objeto de estudo. Depois de 21 anos de existência do grupo, a reformadora de pneus foi inaugurada, em novembro de 2010 deu-se início aos trabalhos. No início, a reformadora ainda não havia conquistado uma posição consolidada no mercado e enfrentava concorrência direta de empresas que percorriam os mesmos trajetos na região para coletar pneus a fim de reformá-los. A demanda de serviço cresceu gradativamente ao longo dos anos. Segundo o coordenador de produção, na época da sua chegada à empresa (meados de 2016) havia apenas 7 funcionários e a demanda era de mais ou menos 700 pneus/mês. A companhia teve seu primeiro pico de vendas em 2020, ultrapassando 2000 reformas, com este aumento e constância na produção o negócio ganhou mais espaço no ramo de reforma, e possui pretensão de expandir ainda mais suas rotas.

“Segundo Ribeiro e Costa (2022, p. 27) “a empresa tem como missão oferecer produtos e soluções no segmento automotivo adequado às necessidades de qualidade, conforto e segurança dos clientes, visando conquistar a fidelidade dos usuários e assegurar o crescimento e a rentabilidade do negócio”. Sua visão é consolidar-se no mercado sendo reconhecida por colaboradores, parceiros e clientes como a maior revendedora Pirelli de sua área de atuação, por meio da excelência, notoriedade e respeito nas relações comerciais, interpessoais e ambientais. Por fim, seus valores são: satisfação; desempenho; disciplina; cooperação; comprometimento; prontidão para mudanças; ética e transparência; valorização da vida e do meio ambiente”.

4.1.2 Organograma da Empresa

A empresa possui um organograma estruturado, sendo ele dividido em: Estratégico, Tático e Operacional, conforme exemplificado na Figura 6.

Figura 6 - Organograma da empresa *Pneus Ltda.*



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Com o aumento da demanda, necessariamente foi feita a contratação de novos funcionários. A Reformadora possuía um maior quadro de funcionários, sendo cerca de 34 funcionários diretos, divididos em administrativo, comercial, planejamento e controle da produção (PCP), produção e comercial. Existem pessoas que trabalham indiretamente para a Reformadora, como o setor de RH, Financeiro e Crediário, uma vez que estes setores exercem funções direcionadas para todo o grupo. A divisão da equipe é da seguinte maneira:

- Administrativo: 1 coordenadora, 2 auxiliares e 2 menores aprendizes.
- Comercial: 1 gerente comercial, 6 corretores e 1 motorista auxiliar.
- PCP: 1 estagiário.
- Produção: 1 gerente, 1 coordenador e 18 auxiliares.

4.1.3 Configuração Empresa

4.1.3.1 Processo produtivo

O processo se dá início fora da empresa, o primeiro passo quem dá são os corretores.

Eles são os funcionários que têm como função coletar pneus dos clientes (empresas ou pessoas físicas) para fazer a reforma. Após o recolhimento, todos os pneus são identificados de acordo com sua marca, sua idade, apelidada de *Department of Transportation* (DOT), medida e desenho escolhido pelo cliente, tudo isso é feito através do aplicativo Recaumax. Todas as informações dos pneus são gravadas para que posteriormente seja gerada uma ordem de coleta, logo depois o auxiliar administrativo imprime a ordem de serviço, para que se dê início ao processo. Diante dessas atividades, os pneus são separados por corretor e são direcionados para a área de recepção das carcaças, conforme visto na Figura 7.

Figura 7 - Área de recepção das carcaças.



Fonte: Ribeiro e Costa (2022, pág. 29)

Após o recebimento das carcaças, um funcionário da produção é encarregado de colocar as ordens de serviço em cada pneu, de acordo com suas informações, assim como mostra a Figura 8. Feito isso, os pneus são direcionados para a máquina de limpeza, onde são submetidos a uma limpeza para que as suas informações e avarias fiquem visíveis.

Figura 8 - Ordem de serviço

109 275/80R22.5
Nº Fogo: 081 DOT: 1519

Serviço: **B275/80R22.5FR88LNW225S** Pneu montado (S/N): N Para: **10/02/2023**
Corretor: Cliente:
Coletador:

Exame Inicial: Aceito Recusado Fora de especificação **Nº Prot.: 6028259-04/16 Rodagem: 275/80R22.5 Corretor: 4 Coletador: 4**
Código: _____ Limpeza Secagem

Exame Sherográfica: Aceito Recusado Fora de especificação Código: _____ Limpeza Secagem

Raspa: _____ Raio da raspagem: _____ Piso: _____ Perimetro: _____ Matriz / Anél: _____
 Gabarito Troca de Serviço: _____ Cód. Motivo: _____

Escariação: _____ Vulcanização:
 Serviço de canaleta Rodada: _____ Autoclave: _____ Tempo: _____
No. de escariações: _____ Posição: _____ Temperatura: _____ Pressão: _____

Exame Final: OK Perda Retrabalhar Consertos:
Código: _____ Manchão: _____ Quantidade: _____
Manchão: _____ Quantidade: _____

Tempo de Secagem da Cola:
Hora Inicial: _____ Hora Final: _____

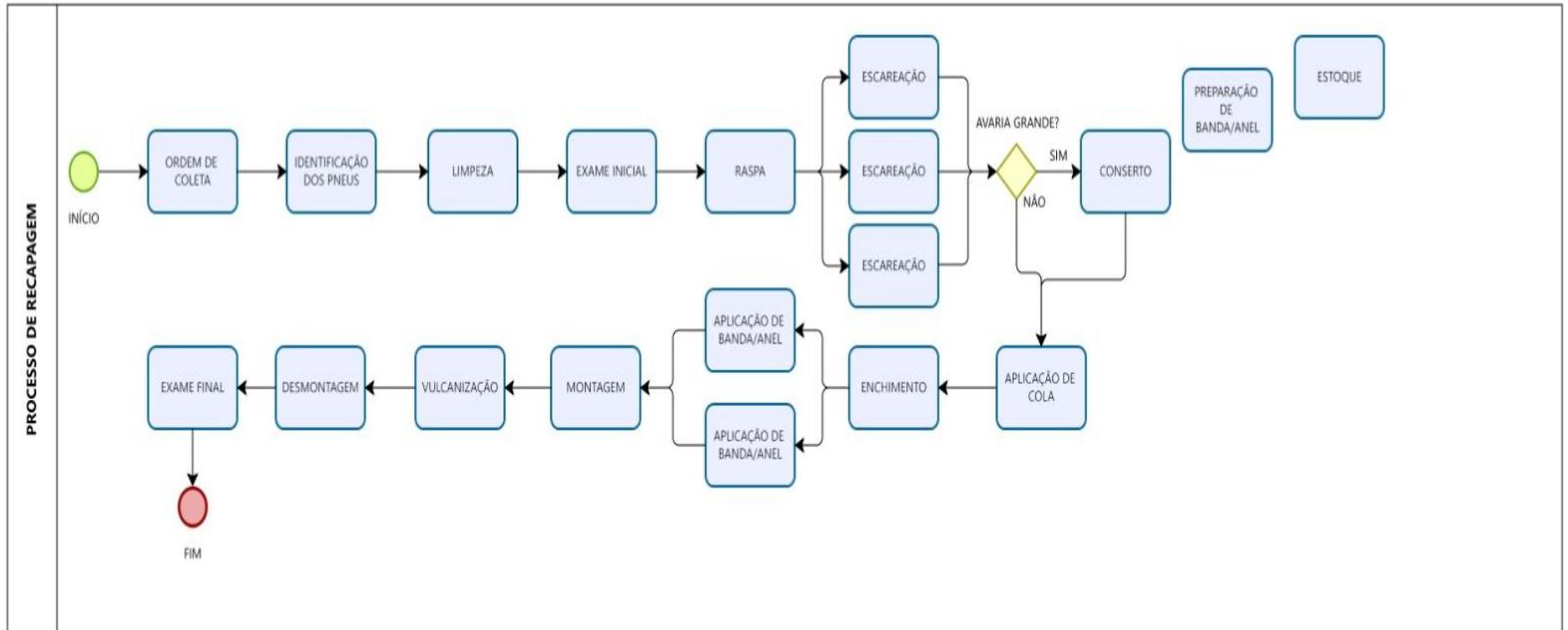
Obs:

08/02/2023 13:36 Nº Prot.:

Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

Imediatamente após isso, os pneus são encaminhados para uma monovia, que é o sistema de transporte utilizado para movê-los entre os diferentes setores durante o processo de recapagem. A visualização do processo está descrita na Figura 9.

Figura 9 - Fluxograma do Processo.



Fonte: Adaptado de Costa e Ribeiro (2022, pág. 28)

O primeiro setor após a limpeza é o de exame inicial ilustrado na Figura 10, onde é feita uma inspeção, que tem por objetivo verificar se a carcaça está apta ou não para ser reformada, caso esteja, a carcaça é transferida para a próxima etapa.

Figura 10 - Exame inicial



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

Na etapa de raspagem, o pneu é inflado no maquinário para se obter uma raspagem uniforme e simétrica. Feito isso, retira-se toda borracha velha existente na banda de rodagem, local onde a rodagem será desgastada um dia, assim como é demonstrado na Figura 11.

Figura 11 - Raspagem



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

A Figura 12 representa a continuação do processo, essa fase é chamada de escareação. A escareação é um tratamento de correção de todas as avarias existentes na banda de rodagem

e no flanco(lateral) do pneu. Os arames expostos são tratados para dar sequência no processo de recapagem.

Figura 12 - Escareação



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

Após a escareação, caso for necessário aplicar algum reparo (manchão) o pneu é destinado ao setor de conserto, exemplificado na Figura 13, onde se faz a preparação do local onde será colocado o manchão que pode variar de tamanho de acordo com o dano.

Figura 13 - Conserto



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

A Figura 14 é o setor de Aplicação de cola, neste setor é aplicado uma cola específica para que não haja contaminação e oxidação da carcaça. Essa cola tem características de ativação das propriedades da borracha.

Figura 14 - Aplicação de cola



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

Posteriormente, é realizada a etapa de enchimento, onde a cola é aplicada em uma borracha especial para que seja tampado todos aqueles buracos tratados na escareação, evitando assim de deixar espaço para ar após aplicação da banda ou anel. Este processo está elucidada na Figura 15

Figura 15 - Enchimento



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

Na etapa de separação de matéria-prima, de acordo com o pedido do cliente, a banda é preparada. A medida e o comprimento são selecionados segundo o tamanho da carcaça. Todas essas informações são repassadas pelo apontamento no setor de raspa.

A Figura 16 exemplifica a aplicação de banda/anel, o primeiro passo é aplicar uma borracha de ligação na carcaça, ela é responsável pela adesão da banda/anel com a carcaça

durante o processo de vulcanização. Após a aplicação a banda/anel é aplicada por cima e é roletada pela máquina para que todo ar entre a banda/anel e a carcaça seja expulso.

Figura 16 - Aplicação de banda/anel



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

No processo de Montagem descrito na Figura 17, o pneu recebe um envelope e um *innerlope*, ambos são uma capa protetora de borracha, que tem como objetivo realizar a pressão interna no pneu por meio da drenagem do ar a vácuo para ajudar na vulcanização.

Figura 17 - Montagem



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

Na sequência, para que a banda fique colada à carcaça, o pneu é submetido ao processo de vulcanização descrito na Figura 18, onde se trabalha com 3 grandezas, a pressão, temperatura e tempo determinado que varia de acordo com o tamanho dos pneus.

Figura 18 - Vulcanização



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

Após a vulcanização, os pneus são retirados da autoclave e é removido o envelope e o *innerlope*, na etapa de desmontagem como demonstrado na Figura 19.

Figura 19 - Desmontagem



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

Para a conclusão do processo, a Figura 20 ilustra o processo de Exame Final, onde realiza-se a última avaliação de qualidade do processo, este é o principal setor para o encontro de não conformidades existentes no processo. O exame final é responsável pela conferência da existência ou não de não conformidades. Caso haja, o pneu é voltado para a linha, onde se é corrigido o defeito.

Figura 20 - Exame final



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

4.1.3.2 Produtos fabricados

A empresa disponibiliza um catálogo diversificado e abrangente de desenhos para recapagem, oferecendo uma ampla variedade de opções aos clientes. Os desenhos podem variar de acordo com o segmento escolhido pelo cliente. As Figuras 21 e 22 demonstram o serviço acabado.

Figura 21 - Pneu reformado - Banda TR85.



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

Figura 22 - Pneus reformados - Bandas RBZH, MC95 e FG85 respectivamente.



Fonte: Acervo interno da empresa (2023).

Os resultados obtidos e as discussões em torno dos dados coletados serão apresentados a seguir.

4.2 Dados Coletados

Se tratando das não conformidades que são encontradas no processo, a coleta é feita durante as saídas de cada lote, sendo feita uma vistoria pelo examinador responsável pelo setor denominado exame final. As coletas foram realizadas juntamente com o responsável pelo setor, o mesmo tem como função verificar se há alguma não conformidade existente e caso ocorra, o pneu é voltado para o processo e retrabalhado conforme sua necessidade. Assim que é encontrada, a não conformidade é registrada no sistema de produção para que haja alimentação de um relatório que documenta e acompanha desvios ou falhas em processos ou nos produtos, facilitando a identificação e correção de problemas para melhorar a qualidade e eficiência. A empresa em estudo possui um levantamento de não conformidades encontradas no processo e o setor de sua origem como descrito no Quadro 4.

Quadro 4 - Não conformidades e seus respectivos setores responsáveis.

MOTIVO	SETOR RESPONSÁVEL
APLICAÇÃO DE BANDA COM DESENHO INCORRETO	COBERTURA
BANDA NÃO VULCANIZADA	VULCANIZAÇÃO

BLOCO DE BORRACHA NÃO VULCANIZADO	VULCANIZAÇÃO
BOLHA INTERNA NA CARÇAÇA	VULCANIZAÇÃO
BOLHA NO MANCHÃO	CONSERTO/ENCHIMENTO
DEFEITO DE ACABAMENTO	COBERTURA
DESLOCAMENTO DA BANDA DE RODAGEM	VULCANIZAÇÃO
DESLOCAMENTO NO LINER	VULCANIZAÇÃO
DESLOCAMENTO NO FLANCO	VULCANIZAÇÃO
ESCAREAÇÃO SEM ENCHIMENTO	CONSERTO/ENCHIMENTO
MANCHÃO NÃO APLICADO	CONSERTO/ENCHIMENTO
MANCHÃO VELHO NÃO TROCADO	CONSERTO/ENCHIMENTO
RACHADURAS NO MANCHÃO	CONSERTO/ENCHIMENTO
PANE NA AUTOCLAVE	DESCONSIDERAR DO PRÊMIO
SERVIÇO INCORRETO REALIZADO	TODOS SETORES
VAZAMENTO NO TALÃO	EXAME INICIAL
AVARIA NO TALÃO	EXAME INICIAL

Fonte: A organização estudada (2023).

No contexto da empresa sob investigação, foram identificadas um total de 218 anomalias relacionadas a retrabalhos, que os membros da organização se referem como "reprocessos". Durante o período de coleta, os autores utilizaram a Lista de Verificação diariamente, por meio de observação direta, para avaliar a frequência das não conformidades durante o processo de recapagem de pneus na empresa em estudo. Os registros tiveram variação de horário, os mesmos foram feitos na parte da manhã (entre 7 e 11 horas) em alguns dias e em outros foram feitos pela tarde (entre 13 e 17 horas), essa técnica é crucial para identificar padrões, avaliar desempenho nos turnos, implementar melhorias contínuas e gerenciar

eficientemente recursos e equipamentos. Essa prática possibilita uma abordagem proativa na gestão da qualidade, otimizando a produção e promovendo a excelência operacional.

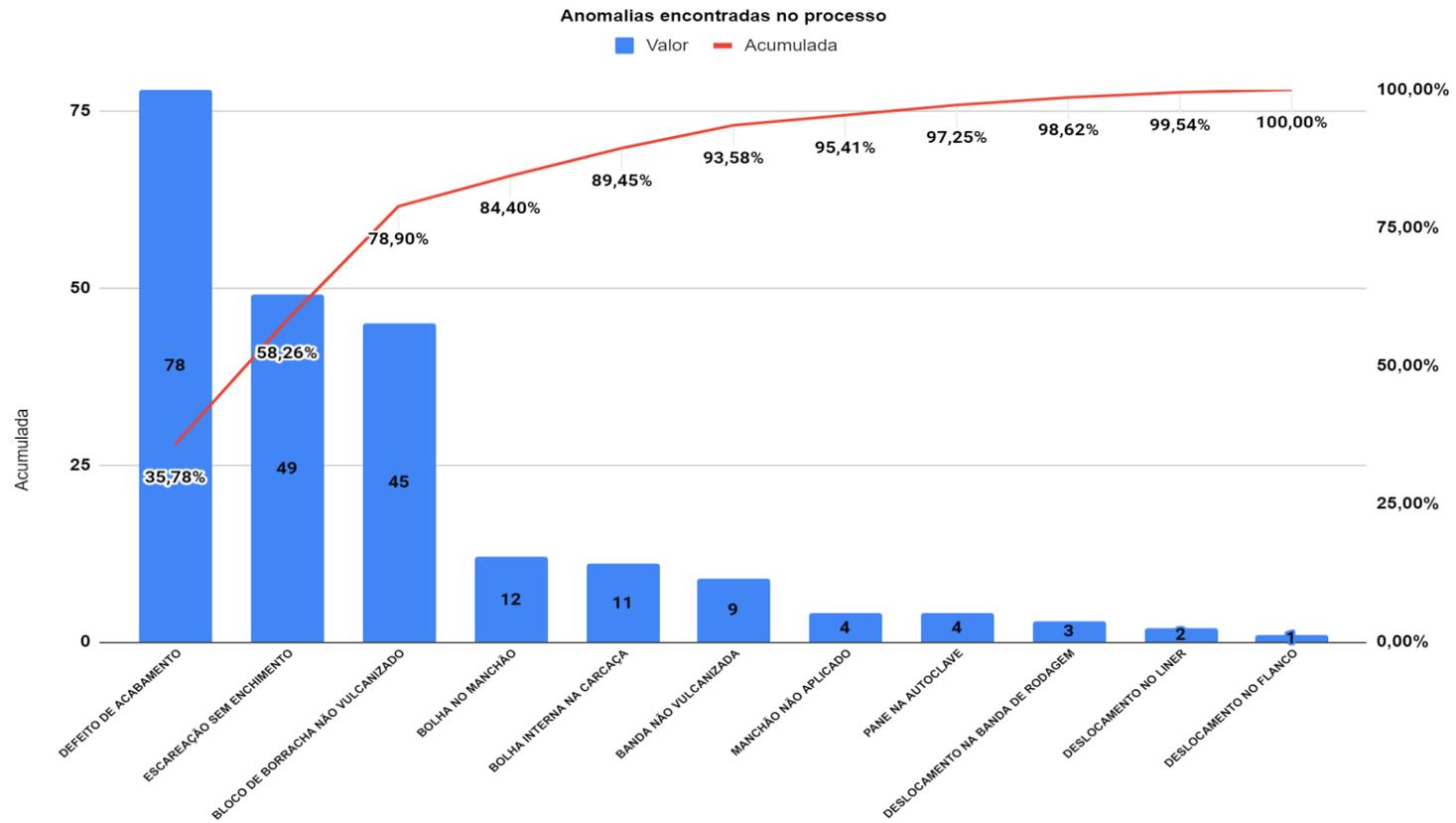
Ao identificar uma não conformidade, o inspetor de qualidade comunicava aos responsáveis a descrição do problema, que então registravam a não conformidade na Lista de Verificação.

Portanto, com base nesses dados, as principais causas das anomalias identificadas são os defeitos de acabamento, a escareação sem enchimento e os blocos de borracha não vulcanizados. Esses resultados destacam as anomalias mais presentes que requerem atenção e ação prioritária por parte da empresa a fim de minimizar retrabalhos.

4.3 Diagrama de Pareto

Posteriormente, após 45 dias, os dados coletados foram analisados utilizando o Diagrama de Pareto. Essa abordagem sistemática permitiu uma compreensão mais aprofundada das causas subjacentes às não conformidades, proporcionando uma base sólida para a implementação de ações corretivas e preventivas. A utilização do Diagrama de Pareto destacou as não conformidades mais críticas que demandam maior atenção e recursos, orientando efetivamente os esforços para a melhoria contínua da qualidade no contexto da reformadora de pneus conforme demonstrado no Gráfico 1. Essas anomalias foram classificadas em diferentes categorias, com as seguintes proporções: 35,8% correspondem a defeitos de acabamento, 22,5% estão relacionados à escareação sem enchimento, 20,6% envolvem blocos de borracha que não foram vulcanizados, 5,5% apresentam bolhas internas no manchão, 5% exibem bolhas internas na carcaça, 4,1% estão relacionadas a bandas não vulcanizadas, 1,8% referem-se a manchão não aplicado, 1,8% estão associadas a falhas na autoclave, 1,4% envolvem deslocamento na banda de rodagem, 0,92% deslocamento no liner e 0,46% deslocamento no flanco. Portanto, com base nesses dados, as principais causas das anomalias identificadas são os defeitos de acabamento, a escareação sem enchimento e os blocos de borracha não vulcanizados que juntos totalizam 78,90% das ocorrências. Esses resultados destacam as anomalias mais presentes que requerem atenção e ação prioritária por parte da empresa a fim de minimizar retrabalhos.

Gráfico 1 - Diagrama de pareto das anomalias encontradas no processo de recapagem.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Como evidenciado no Gráfico 1 é possível observar que os 3 (três) maiores índices de ocorrências, resultaram em aproximadamente 80% das anomalias. O gráfico de Pareto destaca, de maneira impactante, os três maiores defeitos que exercem uma influência significativa sobre a qualidade geral do produto. Os 3 (três) maiores defeitos são: "Defeito de Acabamento," "Escareação Sem Enchimento" e "Bloco de Borracha Não Vulcanizado".

Defeito de Acabamento é o principal protagonista do gráfico de Pareto, representando mais de um terço de todos os defeitos identificados. O "Defeito de Acabamento" sugere problemas na fase final do processo produtivo, onde a estética e integridade do produto são finalizadas. Este defeito pode ter implicações diretas na percepção do cliente em relação à qualidade do produto, afetando a reputação da empresa. O defeito mencionado, está exemplificado na Figura 23.

Figura 23 - Defeito de acabamento



Fonte: Fotografado pelos autores (2023).

Em segundo lugar, a "Escareação sem Enchimento" representa uma proporção significativa dos defeitos. Este defeito sugere que há uma lacuna na aplicação adequada de enchimento após a escareação. O enchimento desempenha um papel crítico na integridade e durabilidade do produto final. O defeito mencionado, está evidenciado na Figura 24.

Figura 24 - Escareação sem enchimento



Fonte: Fotografado pelos autores (2023).

O terceiro maior defeito, "Bloco de Borracha Não Vulcanizado," destaca questões na fase de vulcanização do processo de produção. A vulcanização é essencial para conferir ao material propriedades desejadas, como resistência e elasticidade. Problemas nessa etapa podem resultar em produtos finais com desempenho abaixo do padrão. A Figura 25 ilustra o defeito de bloco de borracha não vulcanizado.

Figura 25 - Bloco de borracha não vulcanizado



Fonte: Fotografado pelos autores (2023).

Ao direcionar esforços para a correção desses três maiores defeitos, a empresa pode esperar impactos positivos significativos na qualidade do produto. Além disso, a estratégia de abordagem desses problemas de forma proativa não apenas reduzirá os defeitos identificados, mas também pode gerar melhorias em áreas relacionadas. A análise do gráfico de Pareto fornece uma orientação valiosa para a alocação eficiente de recursos e esforços, permitindo que a

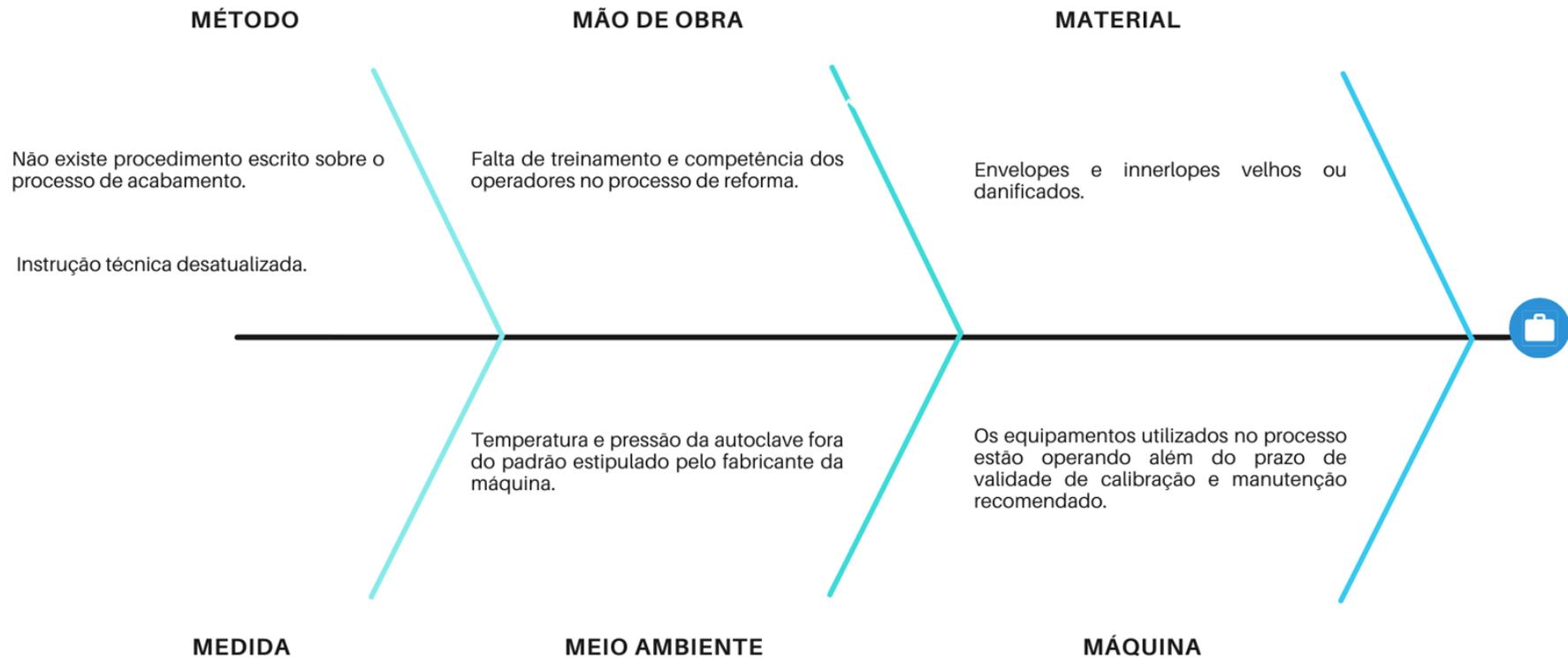
empresa se concentre nas questões mais críticas para alcançar uma melhoria substancial na qualidade de seus produtos.

4.4 Diagrama de *Ishikawa*

Após a aplicação do Diagrama de Pareto, para verificar as não conformidades que possuem maiores frequências de acontecimentos, foi desenvolvido um Diagrama de *Ishikawa* que explora minuciosamente cada aspecto relacionado à origem das causas dessas não conformidades. Através de reuniões via plataforma Google Meet, foram apresentados os maiores problemas para o Gerente e o Coordenador de Produção para que ambos contribuíssem nas análises das causas, uma vez que ambos possuem um conhecimento técnico elevado do processo. As causas identificadas estão listadas nas Figuras 26, 27 e 28 respectivamente.

Figura 26 - Diagrama de Ishikawa “Defeito de acabamento”.

DEFEITO DE ACABAMENTO



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

De acordo com a Figura 26, sobre as causas relacionadas ao meio ambiente, entende-se que é necessário entrar em contato com o fabricante e voltar com as configurações normais do maquinário, para que a temperatura e pressão sejam restabelecidas conforme o padrão estipulado.

Em relação à mão de obra, é de suma importância que haja treinamentos padronizados e adequados do processo e que os funcionários conheçam os procedimentos operacionais padrão da atividade, buscando evitar manuseio ou uso inadequado que podem incorrer não só em defeito em acabamentos mas também de outra natureza.

Na categoria de máquinas, a ausência de um plano de manutenção e calibração claramente definido é motivo de preocupação. Este é um aspecto que requer atenção imediata e uma resolução interna, a fim de assegurar que as manutenções anteriores foram realizadas de maneira apropriada.

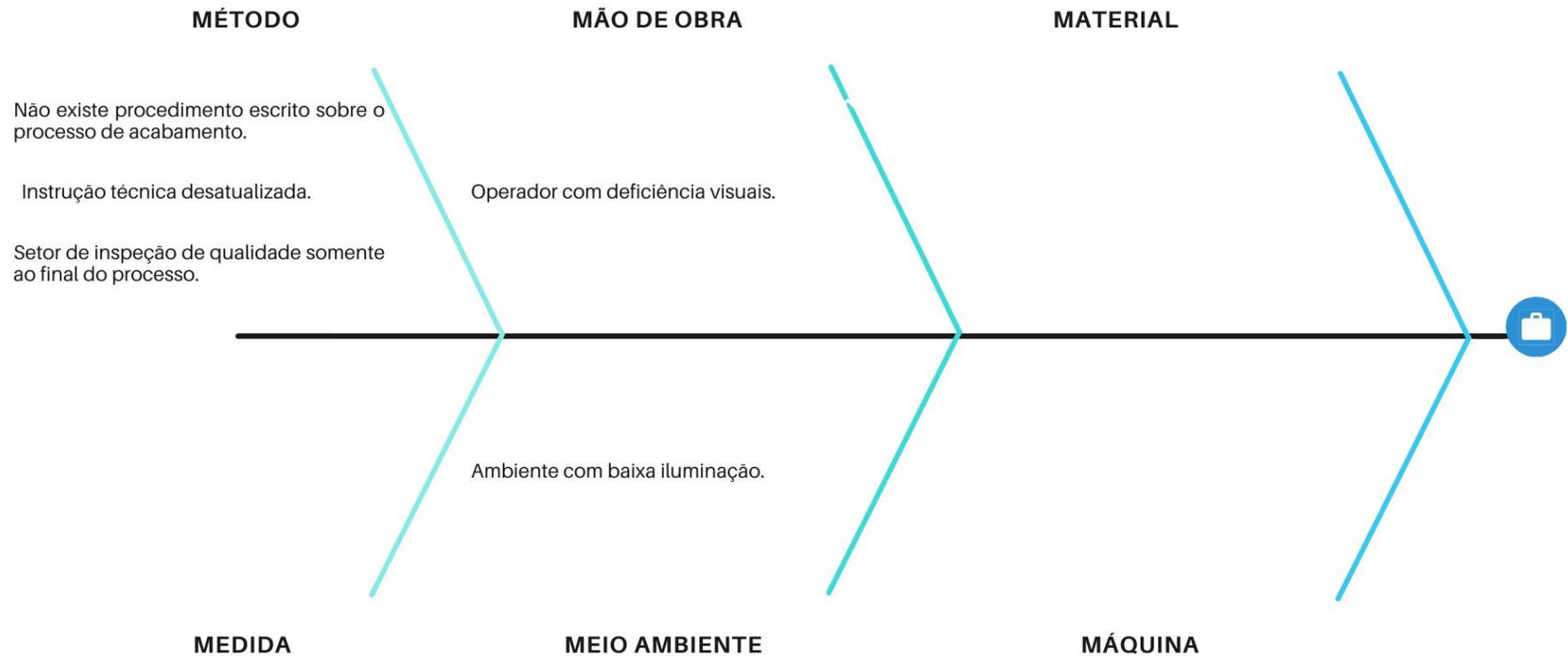
Quanto aos métodos empregados, não basta apenas familiarizar os operadores com os procedimentos operacionais e instruções técnicas, é crucial assegurar estejam atualizados conforme os órgãos regulamentadores exigem e que tais procedimentos estão sendo rigorosamente seguidos durante a execução. Conforme explicação de Slack, Chambers e Johnston (2002), sabe-se que a origem de todas as falhas está em algum tipo de erro humano. Concomitante a este pensamento, Silva (2021), afirma que por esta razão, a falha pode ser controlada até certo ponto e as organizações podem aprender com as falhas, modificando o comportamento a partir do fator humano.

O último “M” identificado foi o de material, que exhibe a falta de reposição, controle e cuidado com os envelopes e *innerlopes* utilizados no processo. A empresa em estudo possui o Software que contém módulos para controle, mas não é utilizado de forma correta e assídua.

O “M” de medida não foi identificado com tanta clareza como os demais já citados, com isso os autores decidiram priorizar os pontos já destacados pois já forneciam muitas reflexões a respeito da anomalia defeito de acabamento.

Figura 27 - Diagrama de Ishikawa “Escareação sem enchimento”.

ESCARAÇÃO SEM ENCHIMENTO



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Com base nas informações fornecidas pela Figura 27, as duas primeiras causas relacionadas aos métodos também foram identificadas no Diagrama de *Ishikawa* da primeira anomalia, consolidando a consistência das observações. Ao analisar em conjunto os dados, os autores, o coordenador e o gerente perceberam a ausência de uma verificação nos setores subsequentes ao setor de enchimento. Dessa forma, os erros só são detectados durante o exame final, o que implica em uma última vistoria após a conclusão de todo o processo e a inserção de todos os materiais de valor no pneu. Como resultado, o pneu precisa ser reprocessado para corrigir a imprecisão, porém, infelizmente, todo ou quase todo valor agregado nas etapas anteriores é perdido.

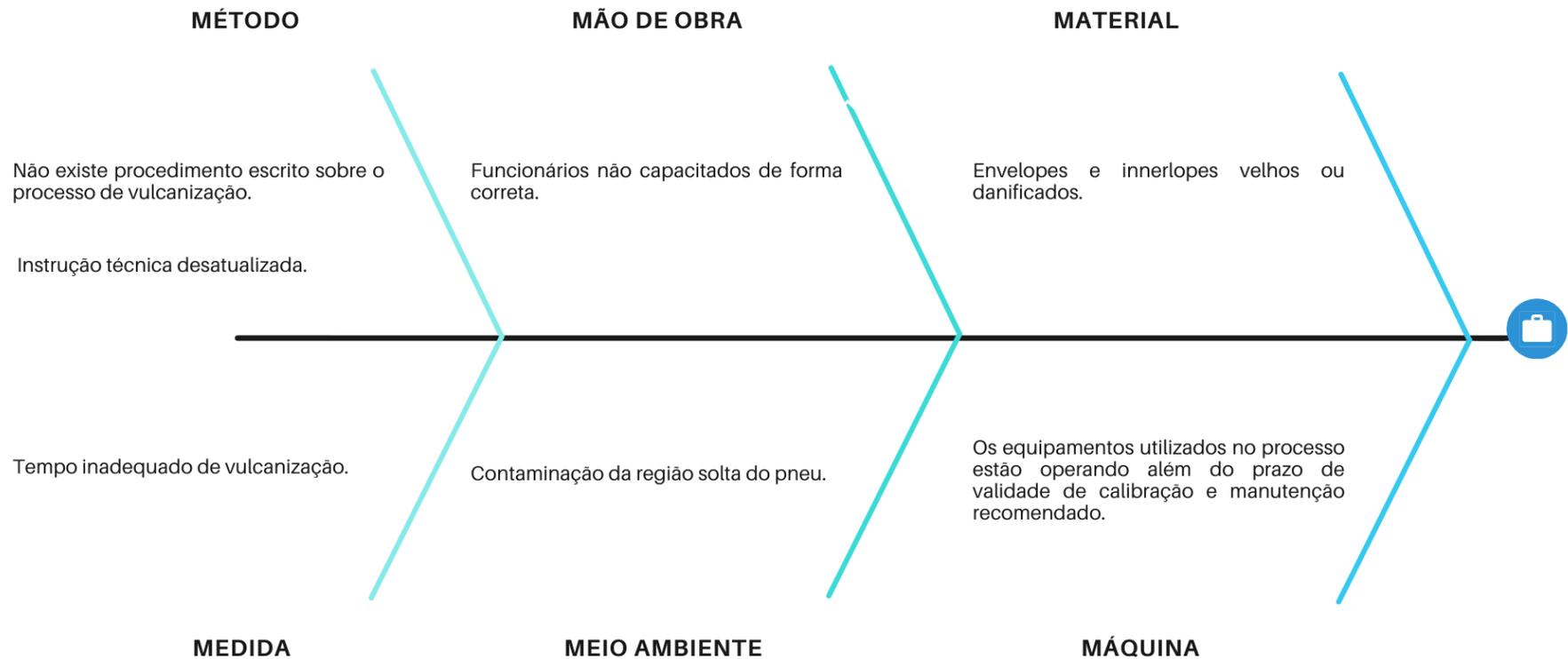
Em relação à mão de obra, constatou-se que um dos operadores responsáveis pelo setor de enchimento apresenta deficiência visual em um dos olhos. Essa condição pode comprometer a detecção de áreas com falta de enchimento no pneu, especialmente considerando que o produto utilizado para o enchimento possui a mesma cor que o pneu.

Quanto ao ambiente de trabalho, o problema se agrava quando relacionado ao ponto mencionado na categoria "M" de mão de obra. A combinação de iluminação inadequada no setor e a deficiência visual do funcionário intensifica consideravelmente a probabilidade de ocorrência de erros durante o processo.

Os "M's" de medida, material e máquina não foram explanados para essa anomalia, pois não existiam evidências tão claras quanto as encontradas em relação a método, mão de obra e meio ambiente. Com isso, os autores priorizam o que estava mais evidente e já havia sido identificado.

Figura 28 - Diagrama de Ishikawa “Defeito de acabamento”.

BLOCO DE BORRACHA NÃO VULCANIZADO



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O defeito agora analisado, foi o único entre os três que possui causas dos 6(seis) “M’s”. Com base nos dados apresentados pela Figura 28, ratificando ainda mais o que foi encontrado no “M” de método, também não há procedimento escrito e nem uma instrução técnica atualizada.

Pode-se fazer a mesma observação às máquinas, que não possuem um registro e controle de calibração e manutenção. Em relação a mão de obra, foi constatado que os funcionários não têm capacitação correta, pois são os próprios operadores que os ensinam de acordo com o seu próprio conhecimento, os mesmos não tem um treinamento realizado por um especialista da área.

Quanto aos materiais, a causa encontrada é a mesma da anomalia “Defeito de acabamento”, sendo assim mais uma vez é possível consolidar essa observação.

Já a medida, segundo o gerente e coordenador, técnicos do fornecedor da autoclave fizeram uma modificação no processo de vulcanização. Anteriormente o tempo de vulcanização era de três horas, segundo o gerente, eles aumentaram a temperatura e diminuíram o tempo para 2 horas e 30 minutos.

Na categoria de meio ambiente, foi encontrado uma causa de contaminação da região que apresenta soltura, conforme explicado pelo coordenador e gerente, a região da banda de rodagem não pode ter contato com nenhuma substância química, mão dos operadores, materiais contaminados, sujeira, óleos, graxas, solventes ou agentes poluentes. Sendo assim se torna imprescindível um cuidado maior ao manusear o pneu durante todo o processo.

4.5 5W2H

Por meio das análises conduzidas utilizando a ferramenta Diagrama de *Ishikawa*, foi viável elaborar planos de ação com o propósito efetivo de reduzir e/ou eliminar os erros decorrentes do processo em análise, conforme detalhado nas Figuras 26, 27 e 28. Importante ressaltar que esta ferramenta não aborda questões relacionadas a custos; os valores indicados nas figuras são fictícios, preservando assim a segurança das informações da empresa.

4.5.1 Anomalia 1 - Defeito de acabamento

Durante a análise, foram identificadas seis causas relacionadas a anomalia “Defeito de acabamento”. Essas causas incluem falta de treinamento, ausência de procedimento operacional, instrução técnica desatualizada, operação de equipamentos com prazo de validade de manutenção e calibração vencidos, desvio de temperatura e pressão em relação aos padrões

estabelecidos, além de envelopes e *innerlopes* antigos e/ou danificados.

Para abordar imediatamente esses problemas, a empresa dispõe de recursos para lidar com três deles sem incorrer em custos adicionais. Essas ações incluem a atualização das instruções técnicas que já fazem parte do escopo da função do estagiário, conforme recomendação do órgão regulamentador, a criação de procedimentos operacionais para que os operadores consigam trabalhar de forma eficiente e padronizada e a comunicação com o fornecedor da autoclave para restaurar as configurações normais da máquina, isso se torna crucial devido ao elevado índice de anomalias observadas após as mudanças implementadas. Essas iniciativas visam não apenas mitigar os problemas identificados, mas também estabelecer uma abordagem proativa para aprimorar continuamente os processos e a qualidade do acabamento, garantindo a conformidade com os padrões estabelecidos pela empresa.

No que concerne às demais ações, é importante ressaltar que a sua implementação requer um investimento financeiro. Nesse contexto, a empresa dispõe da opção de executá-las em conformidade com seu planejamento, reconhecendo a relevância dessas ações, que se equiparam em importância àquelas que não demandam recursos financeiros diretos.

A capacitação inadequada dos colaboradores pode reverberar em todo o processo operacional da empresa. É fundamental compreender que os conhecimentos adquiridos pelos funcionários são perpetuados, especialmente no contexto da formação de novos colaboradores. A ausência de um treinamento adequado pode resultar na continuidade de falhas e erros, afetando não apenas a eficiência atual, mas também comprometendo a qualidade a longo prazo. Além disso, a manutenção dos maquinários em perfeitas condições emerge como um fator crítico para a eficácia operacional. Garantir que esses equipamentos estejam operando em conformidade não apenas otimiza o desempenho do processo, mas também assegura um ambiente de trabalho seguro para os operadores. Desse modo, o investimento em manutenção preventiva e reparos é um componente estratégico para o êxito contínuo das operações. Outro ponto crucial diz respeito à integridade dos materiais utilizados no processo produtivo. Envelopes e *innerlopes* desgastados ou danificados podem invalidar todas as etapas subsequentes das operações. Mesmo que as demais operações sejam executadas de maneira impecável, a qualidade final do produto é comprometida se os materiais não estiverem em perfeito estado. Portanto, a atenção dedicada à condição dos materiais é imprescindível para a garantia da qualidade do produto final.

Ao ponderar sobre a implementação dessas ações, é necessário conduzir uma análise metódica, considerando não apenas o impacto imediato, mas também os desdobramentos a

longo prazo. Essa análise deve ser norteadada pela busca de equilíbrio entre as necessidades operacionais e a saúde financeira da empresa. Afinal, o objetivo não é apenas corrigir as anomalias identificadas, mas estabelecer práticas e padrões que contribuam para a eficiência contínua, a qualidade consistente e a sustentabilidade do negócio. As ações descritas estão mencionadas no Quadro 5.

Quadro 5 - 5W2H da anomalia “Defeito de acabamento”.

Anomalia	Causa	5W					2H	
		O quê?	Por que?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Defeito de acabamento	Falta de treinamento e competência dos operadores no processo de reforma.	Capacitar os funcionários novos e reciclar aqueles que possuem mais de 1 ano e meio	Para aprimorar habilidades referente ao processo de recapagem, aumentar a eficiência e manter a equipe alinhada com as melhores práticas.	Coordenador de Produção / Fornecedores parceiros	Sala de treinamento para parte teórica e na fábrica para a parte prática	01/01/2024	Será desenvolvido junto aos fornecedores parceiros um treinamento onde envolve parte prática e teórica	R\$ 500,00
	Não existe procedimento escrito sobre o processo de acabamento.	Criar procedimento relacionado a atividade de acabamento	Para estabelecer diretrizes claras, padronizar operações e garantir consistência nas práticas	Estagiário	Empresa X	01/01/24	Identificar o processo, analisar as atividades, fazer a documentação detalhada, padronizar o formato, revisar e validar com o Gerente de Produção	R\$ 0,00
	Instrução técnica desatualizada.	Atualizar IT conforma norma do INMETRO	Para estar atualizado quanto as normas, mudanças nas operações da empresa e/ou do órgão regulamentador, introdução de novas tecnologias ou qualquer outra modificação que afete a execução da tarefa descrita na IT	Estagiário	Empresa X	01/01/24	Consultar novas atualizações conforme o INMETRO propõe, revisar o documento e modificar	R\$ 0,00
	Os equipamentos utilizados no processo estão operando além do prazo de validade de calibração e manutenção recomendado.	Calibrar e fazer manutenção dos equipamentos utilizados no processo	Para garantir resultados precisos, atender regulamentações, evitar falhas operacionais, assegurar qualidade do produto e promover segurança do colaborador.	Estagiário	Fornecedor adequado	01/01/24	Levantar informações de fornecedores que fazem calibração, e mandar o equipamento	R\$ 1.000,00
	Temperatura e pressão da autoclave fora do padrão estipulado.	Ajustar temperatura e pressão conforme é estabelecido pelo fabricante da autoclave	Para evitar danos nos pneus	Fornecedor do maquinário	Autoclave	01/01/24	Verificar quais são os ajustes necessários conforme estabelecido pelo fabricante e ajustar	R\$ 0,00
	Envelopes e innerlopes velhos ou danificados.	Segregar e comprar novos produtos	Separar os envelopes e innerlopes que não estão avariados para não danificar o acabamento dos pneus reformados. Comprar novos para repor aqueles que estão sendo retirados da operação	Coordenador de Produção	Empresa X	01/01/24	Identificar, segregar e dar baixa no sistema todo aquele envelope e innerlope danificados. Realizar cotação e comprar a quantidade necessária	R\$ 10.000,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

4.5.2 Anomalia 2 - “Escareação sem enchimento”

Da mesma forma que foi constatado na primeira anomalia, observa-se a ausência de um procedimento formal para a operação de enchimento, além de uma instrução técnica desatualizada. A solução recomendada para esse cenário é a mesma adotada para a anomalia 1. Importante notar que, essas ações podem ser implementadas sem incorrer em custos financeiros expressivos, dependendo apenas da iniciativa do estagiário em buscar as informações estipuladas pelo órgão regulamentador.

Uma causa de destaque identificada é a deficiência visual apresentada por um dos operadores no setor de enchimento. Neste contexto, as responsabilidades desse setor vão além das habilidades necessárias para preencher os buracos nos pneus, exigindo também atenção às áreas que precisam ser preenchidas. Essa condição destaca a necessidade de um operador com visão clara e precisa para evitar a ocorrência dessa anomalia. Uma medida crucial é a substituição desse operador por alguém com melhor acuidade visual. A questão da iluminação no setor, independentemente do colaborador em serviço, contribui para potenciais erros, agravando-se ainda mais quando combinada com a deficiência visual do operador. Apesar de demandar investimento, a melhoria na iluminação não está atrelada ao operador em si, requerendo apenas a adição ou substituição imediata das lâmpadas existentes.

Dado que falhas humanas são inerentes ao processo, é possível que, eventualmente, algumas escareações não sejam preenchidas. No entanto, há a oportunidade de identificar essas lacunas antes mesmo da etapa de vulcanização dos pneus, porém o processo atual se limita a uma inspeção de qualidade realizada ao final. Portanto, a sugestão é que os colaboradores que sucedem o setor de escareação realizem uma verificação nos pneus para identificar possíveis áreas não preenchidas. Essa ação não implica custos adicionais, sendo apenas uma orientação aos colaboradores para fortalecer a qualidade do processo. É possível visualizar o que foi descrito por meio do quadro 6.

Quadro 6 - 5W2H da anomalia “Escareação sem enchimento”.

Anomalia	5W						2H	
	Causa	O quê?	Por que?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Escareação sem enchimento	Operador com deficiência visuais.	Mudar operador de setor	O operador tem dificuldade em enxergar e o setor precisa de um funcionário que tenha condições de enxergar anomalias visíveis	Gerente de Produção	Setor de enchimento	01/01/2024	Colocando outro operador no setor de enchimento	R\$ 0,00
	Não existe procedimento escrito sobre o processo de acabamento.	Criar procedimento relacionado a atividade de acabamento	Para estabelecer diretrizes claras, padronizar operações e garantir consistência nas práticas	Estagiário	Empresa X	01/01/24	Identificar o processo, analisar as atividades, fazer a documentação detalhada, padronizar o formato, revisar e validar com o Gerente de Produção	R\$ 0,00
	Instrução técnica desatualizada.	Atualizar IT conforma norma do INMETRO	Para estar atualizado quanto as normas, mudanças nas operações da empresa e/ou do órgão regulamentador, introdução de novas tecnologias ou qualquer outra modificação que afete a execução da tarefa descrita na IT	Estagiário	Empresa X	01/01/24	Consultar novas atualizações conforme o INMETRO propõe, revisar o documento e modicar	R\$ 0,00
	Setor de inspeção de qualidade somente ao final do processo.	Criar procedimento de inspeção, orientar e treinar funcionários que estão nos setores de enchimento, aplicação de banda e montagem para realizar a checagem.	Para evitar que o erro só seja descoberto após o final do processo, sendo descoberto anteriormente evitará de perder matéria-prima e tempo de processo e retrabalho	Estagiário	Empresa X	01/01/24	Identificar o processo, analisar as atividades, fazer a documentação detalhada, padronizar o formato, revisar e validar com o Gerente de Produção	R\$ 0,00
	Ambiente com baixa iluminação.	Trocar e adicionar caso seja necessário toda iluminação no setor de enchimento	Para que o operador tenha visão clara do pneu e consiga enxergar os lugares que estão sem preenchimento	Coordenador de Produção	Setor de enchimento	01/01/24	Fazer um levantamento da melhor iluminação para o local e a quantidade necessária para que se tenha condições de trabalho	R\$ 700,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

4.5.3 Anomalia 3 - “Bloco de borracha não vulcanizado”

Consolidando as observações das anomalias 1 e 2, verifica-se que procedimentos operacionais desatualizados, instruções técnicas obsoletas, envelopes e *innerlopes* danificados, maquinário operando com prazos de calibração e manutenção vencidos e falta de treinamento são causas recorrentes na aparição da anomalia 3. Nesse contexto, acredita-se ser crucial aplicar as mesmas abordagens para tratar essa nova instância.

No que concerne à soldura de mangueiras de pressão a vácuo dentro da autoclave, torna-se imperativo realizar a calibração, substituição e/ou reparo dos componentes a fim de prevenir o desprendimento das mangueiras. Como mencionado anteriormente, cabe à empresa analisar suas prioridades e condição financeira para efetivar a ação em questão.

Quanto à possível contaminação em regiões do pneu, é necessário implementar treinamento e orientação sobre a exposição do produto a agentes químicos, óleos, graxas, entre outros. Essa ação não demanda um investimento financeiro, permitindo, portanto, execução imediata.

É crucial destacar que essas ações recorrentes, quando abordadas, não apenas serão eficazes para lidar com uma única anomalia, mas contribuirão para a prevenção das três. Assim, torna-se uma consideração importante estudar a viabilidade de priorizar ações que se repetem para as diversas anomalias identificadas. Essa abordagem integrada pode proporcionar uma solução abrangente e eficiente para os desafios enfrentados pela empresa. É possível ter uma visão do que foi descrito através do quadro 7.

Quadro 7 - 5W2H da anomalia “Bloco de borracha não vulcanizado”.

Anomalia	Causa	5W					2H	
		O quê?	Por que?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Bloco de borracha não vulcanizado	Falta de treinamento e competência dos operadores no processo de reforma.	Capacitar os funcionários novos e reciclar aqueles que possuem mais de 1 ano e meio	Para aprimorar habilidades referente ao processo de recapagem, aumentar a eficiência e manter a equipe alinhada com as melhores práticas.	Coordenador de Produção / Fornecedores parceiros	Sala de treinamento para parte teórica e na fábrica para a parte prática	01/01/2024	Será desenvolvido junto aos fornecedores parceiros um treinamento onde envolve parte prática e teórica	R\$ 500,00
	Não existe procedimento escrito sobre o processo de acabamento.	Criar procedimento relacionado a atividade de acabamento	Para estabelecer diretrizes claras, padronizar operações e garantir consistência nas práticas	Estagiário	Empresa X	01/01/24	Identificar o processo, analisar as atividades, fazer a documentação detalhada, padronizar o formato, revisar e validar com o Gerente de Produção	R\$ 0,00
	Instrução técnica desatualizada.	Atualizar IT conforma norma do INMETRO	Para estar atualizado quanto as normas, mudanças nas operações da empresa e/ou do órgão regulamentador, introdução de novas tecnologias ou qualquer outra modificação que afete a execução da tarefa descrita na IT	Estagiário	Empresa X	01/01/24	Consultar novas atualizações conforme o INMETRO propõe, revisar o documento e modificar	R\$ 0,00
	Os equipamentos utilizados no processo estão operando além do prazo de validade de calibração e manutenção recomendado.	Calibrar e fazer manutenção dos equipamentos utilizados no processo	Para garantir resultados precisos, atender regulamentações, evitar falhas operacionais, assegurar qualidade do produto e promover segurança do colaborador.	Estagiário	Fornecedor adequado	01/01/24	Levantar informações de fornecedores que fazem calibração, e mandar o equipamento	R\$ 1.000,00
	Soltura de mangueiras de pressão a vácuo dentro da autoclave	Calibrar e /ou trocar mangueiras danificadas	Para envitar que soltem durante o processo de vulcanização	Coordenador de Produção / Fornecedores parceiros	Fornecedor adequado	01/01/24	Levantar informações de fornecedores que fazem calibração, e mandar o equipamento e caso necessário fazer a compra	R\$ 350,00
	Contaminação da região solta do pneu	Treinar e orientar aos funcionários quanto a importância de se manter a região da banda de rodagem limpa (sem contaminação)	Para evitar contaminação no pneu	Gerente e Coordenador de Produção	Empresa X	01/01/24	Treinamento teórico	R\$ 0,00
	Envelopes e innerlopes velhos ou danificados.	Segregar e comprar novos produtos	Separar os envelopes e innerlopes que não estão avariados para não danificar o acabamento dos pneus reformados. Comprar novos para repor aqueles que estão sendo retirados da operação	Coordenador de Produção	Empresa X	01/01/24	Identificar, segregar e dar baixa no sistema todo aquele envelope e innerlope danificados. Realizar cotação e comprar a quantidade necessária	R\$ 5.000,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Como apresentado na literatura, a ferramenta *5W2H*, foi utilizada para gerar planos de ações que foram discutidos entre os autores, coordenador e gerente de produção, a ferramenta norteará os colaboradores e a empresa a executar de forma eficaz ações corretivas para sanar as deficiências existentes no processo. E para que consigam elencar as ordens de execução das ações que mais geraram impactos, é sugerido utilizar ferramentas de priorização, um exemplo seria a ferramenta GUT (Gravidade, Urgência e Tendência).

5. CONCLUSÃO

No presente trabalho, é possível notar que é crucial estabelecer uma gestão eficaz de não conformidades. A identificação e tratamento adequado de situações que não atendem aos padrões são fundamentais para melhorar continuamente os processos. Ao adotar uma abordagem proativa nessa gestão, a organização não só reduzirá riscos, mas também impulsionará a eficiência operacional, a qualidade dos produtos ou serviços e, conseqüentemente, a satisfação do cliente. O presente estudo, teve como objetivo geral, analisar um estudo de gestão de anomalias numa reformadora situada em João Monlevade por meio da aplicação de 4 ferramentas da qualidade, sendo elas: *Checklist*, Diagrama de Pareto, Diagrama de *Ishikawa* e *5W2H*. Assim como o objetivo geral, todos os objetivos específicos foram atingidos com êxito, e isso fica evidenciado por meio das visitas técnicas realizadas na empresa e através de conversas informais estabelecidas com o Gerente de Produção, Coordenador de Produção e os demais colaboradores do setor específico. Além disso, as ferramentas da qualidade auxiliaram a identificar melhorias no processo de análise da qualidade e também a propor um plano para implementação das melhorias com intuito de reduzir as não conformidades e anomalias mais recorrentes.

Neste contexto, visando a redução do número de não conformidades, este estudo empreendeu uma investigação minuciosa sobre a recorrência de anomalias e as principais causas subjacentes a esses desvios. Para tanto, conduziu-se uma abrangente coleta de dados, permitindo a identificação das anomalias mais frequentes durante o período analisado. Destacam-se entre elas o "Defeito de acabamento", a "Escareação sem enchimento" e o "Bloco de borracha não vulcanizado".

Levando isso em consideração, pode ser respondida à pergunta norteadora realizada no início deste trabalho, sendo ela: *Quais os impactos um estudo de gestão de anomalias aplicando as ferramentas da qualidade pode prover para uma empresa de recapagem de pneus?* O estudo pode melhorar a qualidade do produto, reduzir o índice de não conformidades, reduzir custos operacionais, aumentar a eficiência, elevar a satisfação do cliente, garantir conformidade com padrões, reforçar a competitividade, fomentar a inovação e construir confiança.

Aprofundando ainda mais a análise, foram investigadas as causas associadas a cada uma dessas anomalias, resultando na elaboração de planos de ação específicos para abordar eficazmente cada situação. É crucial ressaltar que, algumas causas apresentaram recorrência em duas ou até mesmo nas três anomalias estudadas, sublinhando a ausência de uma gestão efetiva de não conformidades. Causas que se repetiram incluíram a falta de procedimentos, instruções

técnicas desatualizadas, carência de treinamento e competência dos operadores, além do uso de envelopes e *innerlopes* desgastados ou danificados, e a utilização de maquinários com prazos de manutenção e calibração expirados. Ao identificar essa repetição de causas, tornou-se evidente a necessidade de um enfoque mais abrangente na gestão de não conformidades, abordando não apenas cada anomalia individualmente, mas também suas interconexões e causas comuns. A implementação de planos de ação específicos para cada anomalia pode ser eficiente, contudo, a consolidação de medidas para abordar causas similares entre as anomalias revelou-se crucial para um gerenciamento efetivo. Destaca-se, ainda, que algumas das ações propostas não acarretarão custos adicionais para a empresa em estudo, o que permite sua implementação imediata. Essa abordagem proativa não apenas contribuirá para a resolução das anomalias identificadas, mas também sinaliza a importância de uma cultura organizacional voltada para a prevenção e correção contínua de não conformidades.

Em síntese, a análise das anomalias de processos identificadas internamente na recapagem proporcionou valiosas informações para otimizar as operações e garantir a qualidade durante as etapas iniciais do ciclo de vida do pneu. Contudo, visando uma abordagem abrangente e orientada para a satisfação do cliente, sugere-se que futuros estudos se concentrem nas anomalias encontradas após o uso do pneu pelos clientes. Investigar essas ocorrências após utilização não apenas aprimorará a compreensão dos desafios enfrentados pelos consumidores, mas também permitirá implementar melhorias direcionadas que contribuirão para a durabilidade, desempenho e segurança dos pneus ao longo de todo o seu ciclo de vida. Essa perspectiva integral não só fortalecerá a qualidade dos produtos, mas também reforçará o compromisso da empresa com a excelência e a satisfação do cliente. Em relação a limitação do trabalho, a empresa no momento não está disposta a fazer grandes investimentos para a execução de algumas ações. No que diz respeito ao que poderia ter sido feito caso os autores tivessem mais recursos para a realização da pesquisa, destaca-se fazer uma coleta de dados mais aprofundada, utilizando um maior tempo de coleta, com isso seria possível fazer uma análise sazonal comparando com períodos de anos anteriores. Ademais, poderia ser realizada uma análise mais detalhada de todas as anomalias encontradas descritas no Diagrama de Pareto. Por fim, aplicar o mesmo critério para analisar as não conformidades provenientes de reclamações do cliente.

Este estudo proporcionou aos autores uma compreensão prática da atuação da Engenharia de Produção no contexto real, através da combinação de estudo teórico e análises gerenciais. Adicionalmente, promoveu avaliações críticas dos processos equivocados da

organização, possibilitando a sugestão de melhorias para um gerenciamento mais eficiente, incorporando elementos como redução de custos e aprimoramento dos processos.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA REFORMA DE PNEUS. Página eletrônica da Associação Brasileira da Reforma de Pneus. São Paulo. Disponível em: <https://abr.org.br/>. Acesso em: 01 fev. 2023.

BEZERRA, F. **Diagrama de Pareto: O que é e como fazer.** [s.l.] 2014. Disponível em: <https://www.portal-administracao.com/2014/04/diagrama-de-pareto-passo-a-passo.html>. Acesso em: 23 nov. 2023.

CARPINETTI, L. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas.** 3ª Edição. São Paulo: Atlas, 2016.

CARVALHO, M. M. de; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e casos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

COELHO, J. T. **Proposta de Melhoria do Processo Produtivo Aplicando a Metodologia Lean Manufacturing em uma Empresa de Médio Porte.** 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. **Anuário CNT do Transporte - Estatísticas Consolidadas.** 2021. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2021/Inicial>. Acesso em: 22 fev. 2023.

CROSBY, P. B. **Quality Is. The art of making quality certain.** New York: New American Library, v. 17, p. 174-83, 1979

DANIEL, E. A.; MURBACK, F. G. R. **Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade.** Gestão & conhecimento, v. 8, n. 2014, p. 1-43, 2014.

DE ALENCAR, J. F. **Utilização do ciclo PDCA para análise de não conformidades em um processo logístico.** 2008. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA.

DEMING, E. W. **Out of the Crisis.** Cambridge, MA: Center for Advanced Engineering Study. Massachusetts Institute of Technology, 1986.

FIGUEIRÓ, P. S. *et al.* **Logística reversa de pós-consumo: explorando motivações e superando limitações.** Revista Gestão Industrial, v. 10, n. 2, 2014.

GALVÃO, M. C. B.; PLUYE, P.; RICARTE, I. L. M. **Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceitos, construção e critérios de avaliação.** InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação, v. 8, n. 2, p. 4-24, 2017.

GAWANDE, A. **The Checklist Manifesto: How to Get Things Right.** New York: Metropolitan Books, 2007.

GOMES, A. C. N.; FERREIRA, A.; SILVA, E. B.. **A aplicação das ferramentas da qualidade em estabelecimentos de food service.** Anais do XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2018.

GOZZI, M. P. **Gestão da qualidade em bens e serviços.** São Paulo: Person, 2015.

GUARNIERI, P.; OLIVEIRA, I. L. **A caracterização da logística reversa no ambiente empresarial em suas áreas de atuação: pós-venda e pós-consumo agregando valor econômico e legal.** Revista Tecnologia & Humanismo, v. 19, n. 29, p. 120-131, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 48: Rubber, raw natural - Vocabulary.** 2010.

ISHIKAWA, K. **What is Total Quality Control?** 3. ed. New York: Prentice Hall, 1985.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. J.: **Controle de Qualidade Handbook.** São Paulo: Makron. McGraw-Hill, v. 1, 1991.

KERZNER, H. **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling.** 11. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2013.

KIM, Y.; KIM, D.; LEE, J. **An empirical study of the effect of statistical process control on firm performance.** International Journal of Production Economics, v. 219, p. 567-576, 2020.

LAGARINHOS, C.; NOGUEIRA, J.; GOMES, J. A. **Sustentabilidade empresarial: estudo de caso da logística reversa de pneus.** Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 6, n. 2, p. 34-45, 2012.

LAGARINHOS, C.; RIBEIRO, F.; DI SERIO, L.; PACHECO, R. **Logística reversa de pós-consumo: uma revisão bibliográfica.** Revista Brasileira de Logística, v. 5, n. 1, p. 19-36, 2012.

LEITE, P. R.; MACHADO JR., C. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LI, Y.; XIAO, Y.; CHEN, X. **The impact of integrating quality management and production management on firm performance: Evidence from China.** Journal of Cleaner Production, v. 171, p. 858-867, 2018.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Tradução Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman Editora, 2005.

LIMA, S. B. O. *et al.* **Ferramentas da qualidade aplicadas à conferência do carro de emergência: pesquisa de métodos mistos.** Escola Anna Nery, v. 25, 2020.

LOBO, R. N. **Gestão da qualidade.** Saraiva Educação SA, 2019.

MACHADO, S. **Gestão da Qualidade.** Inhumas/GO: e-Tec Brasil, 2012.

MELLO, J. A. V. B.; CARVALHO, N. G. de S. **Redução da não conformidade como planejamento para a melhoria de desempenho em uma fábrica no estado do Rio de Janeiro.** Journal of Globalization, Competitiveness & Governability/Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad/Revista de Globalização, Competitividade e Governabilidade, v. 11, n. 3, p. 38-57, 2017.

NAKAGAWA, M. **FERRAMENTA: 5W2H – Plano de Ação para Empreendedores.** 2014. Disponível em: . Acesso em: 26 Dez. 2023.

NASCIMENTO, F. L. **ASPECTOS FÍSICOS E DE INFRAESTRUTURA DA MALHA RODOVIÁRIA: ENTRAVES AO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA EM RORAIMA.** Boletim de Conjuntura (BOCA), v. 1, n. 1, p. 33-41, 2020.

OAKLAND, J. S. **Total Quality Management: Text with Cases.** 3. ed. Butterworth-Heinemann, 2003.

OHNO, T. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production.** Productivity Press, 1988.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba: UnicenP, 2007.

PONCIANO, K. R. *et al.* **APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE PARETO E A METODOLOGIA TPM COMO FORMA DE MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO E REDUÇÃO DONWTIME.** South American Development Society Journal, v. 7, n. 21, p. 173, 2021.

RIBEIRO, M. J. da S.; COSTA, M. A. **Aplicação da curva ABC no controle e planejamento de estoque: um estudo de caso em uma empresa de recapagem de pneus no interior de Minas Gerais.** 2022.

SANTOS, A. R. R.; Santos, L. D.; Scalco, D.; Servat, M. E.; Polacinski, E. (2014), **Sistemas de Gestão da Qualidade: Diretrizes para a implementação ISO 9001,** Anais. IV SIEEF-Semana Internacional de Engenharia e Economia da FAHOR, Horizontina.

SANTOS, A. P. *et al.* **Utilização da ferramenta Diagrama de Pareto para auxiliar na identificação dos principais problemas nas empresas.** 2020.

SANTOS, A. L. L. dos. **Aplicação de ferramentas da qualidade em um processo de recapagem de pneus em uma organização do Médio Piracicaba de Minas Gerais.** 2020.

SHINGO, S. **Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke System.** Routledge, 2021.

SILVA, D. C.; COSTA, P. H. **Estratégias de logística reversa aplicadas à recapagem de pneus.** Revista Brasileira de Logística, v. 14, n. 1, p. 63-81, 2021.

SILVA, J. L. G. da. **Gestão de resíduos sólidos e logística reversa: O caso dos pneus inservíveis.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 3, n. 3, p. 63-79, 2018.

SILVA, G. G. M. P. da. **Implantando a manufatura enxuta: um método estruturado.** 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93389>. Acesso em: 26 Dez. 2023.

SILVA, D. C. S.; CORREIA, A. M. M. **Análise das falhas no serviço de manutenção de uma petroquímica por meio das ferramentas da qualidade.** Exacta, v. 19, n. 4, p. 817-842, 2021.

TOLEDO, J.C. *et al.* **Qualidade:** gestão e métodos. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção:** estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Itajubá: Unifei, 2012.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade.** Elsevier Brasil, 2017.

YIN, R. K. **Case study research:** Design and methods. Sage, 2002.