



UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DE FEIRA DE SANTANA

EVELLY OLIVEIRA DOS ANJOS

JULIANA MOREIRA DOS SANTOS

TAMIRES ALVES DO EVANGELIO COSTA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA A3 PARA DIMINUIÇÃO DE DESPERDÍCIOS DE
TECIDO TÊXTIL E MELHORIA DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE PNEUS:
ESTUDO DE CASO DESENVOLVIDO EM UMA FÁBRICA LOCALIZADA EM FEIRA
DE SANTANA

Feira de Santana

2023

EVELLY OLIVEIRA DOS ANJOS
JULIANA MOREIRA DOS SANTOS
TAMIRES ALVES DO EVANGELIO COSTA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA A3 PARA DIMINUIÇÃO DE DESPERDÍCIOS DE
TECIDO TÊXTIL E MELHORIA DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE PNEUS:
ESTUDO DE CASO DESENVOLVIDO EM UMA FÁBRICA LOCALIZADA EM FEIRA
DE SANTANA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção, da Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana, como requisito avaliativo para obtenção do título de Bacharelo em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Aldi Rui Morais Silva

Feira de Santana
2023

EVELLY OLIVEIRA DOS ANJOS
JULIANA MOREIRA DOS SANTOS
TAMIRES ALVES DO EVANGELIO COSTA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA A3 PARA DIMINUIÇÃO DE DESPERDÍCIOS DE
TECIDO TÊXTIL E MELHORIA DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE PNEUS:
ESTUDO DE CASO DESENVOLVIDO EM UMA FÁBRICA LOCALIZADA EM FEIRA
DE SANTANA

Feira de Santana, / /2023

Banca Examinadora:

Prof. Titulação
Nome da Instituição
Orientador(a)

Prof. Titulação
Nome da Instituição
Examinador(a)

Prof. Titulação
Nome da Instituição
Examinador(a)

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA A3 PARA DIMINUIÇÃO DE DESPERDÍCIOS DE TECIDO TÊXTIL E MELHORIA DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA DE PNEUS: ESTUDO DE CASO DESENVOLVIDO EM UMA FÁBRICA LOCALIZADA EM FEIRA DE SANTANA

EVELLY OLIVEIRA DOS ANJOS¹

JULIANA MOREIRA DOS SANTOS²

TAMIRES ALVES DO EVANGELIO COSTA³

Resumo: A aplicação de projetos de melhoria é uma das principais estratégias para a excelência na produção e é considerada vital no ambiente competitivo de hoje. Com a alta concorrência e busca pelo aumento da produtividade no setor industrial, se faz necessário a melhoria dos seus processos e a redução dos desperdícios de materiais; visando diminuir os custos, aumentar a sua eficiência e atender as necessidades dos seus clientes. Nesse sentido, têm-se desenvolvido diversas metodologias e ferramentas da qualidade que possuem métodos e técnicas específicas para a análise do desempenho no geral, detectar problemas e desenvolver soluções que agregam valor para a empresa. Visto que, nas indústrias fabricantes de pneus ocorrem perdas de materiais nos processos por diversos desvios; o trabalho em questão demonstra a aplicação da metodologia A3, dos seus conceitos e práticas, para diminuição do desperdício do tecido têxtil utilizado na fabricação do pneu. Buscando definir e resolver o problema, foi analisado os dados, identificado a causa raiz do mesmo e aplicado algumas ferramentas da qualidade com o intuito de encontrar soluções para esse desvio. Como resultado, observou-se uma melhoria de aproximadamente 37% de diminuição do desperdício desses materiais, indicando a potencialidade dessa ferramenta para melhorias contínuas na empresa.

Palavras-chave: Metodologia A3, ferramenta da qualidade, melhoria contínua, melhoria de processos.

¹ Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana; Feira de Santana; Bahia; evellyanjos_13@hotmail.com

² Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana; Feira de Santana; Bahia; julianamoreira1999js@gmail.com

³ Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana; Feira de Santana; Bahia; tami10fsa@outlook.com

Abstract: The application of improvement projects is one of the main strategies for excellence in production and is considered vital in today's competitive environment. With the high competition and the search for increased productivity in the industrial sector, it is necessary to improve its processes and reduce material waste; aiming to reduce costs, increase efficiency and meet the needs of its customers. In this sense, several methodologies and quality tools have been developed that have specific methods and techniques for analyzing performance in general, detecting problems and developing solutions that add value to the company. Since, in the tire manufacturing industries, material losses occur in the processes due to several deviations; the work in question demonstrates the application of the A3 methodology, its concepts and practices, to reduce the waste of the textile fabric used in the manufacture of the tire. Seeking to define and solve the problem, the data was analyzed, the root cause of the same was identified and some quality tools were applied in order to find solutions for this deviation. As a result, there was an improvement of approximately 37% in the reduction of waste of these materials, indicating the potential of this tool for continuous improvements in the company.

Key words: A3 methodology, quality tool, continuous improvement, process improvement.

1. Introdução

Com a ascensão do mercado e o aumento da concorrência no setor industrial, as empresas têm buscado no seu cotidiano, reduzir o desperdício, diminuir os custos e aumentar a sua produtividade através da melhoria contínua dos seus processos. Para que esses objetivos sejam alcançados, as mesmas utilizam algumas ferramentas da qualidade que possuem métodos e técnicas específicas para a análise do desempenho no geral, detectar problemas e desenvolver soluções através de gráficos, diagramas, metodologias, filosofias e instrumentos com diferentes finalidades. (COSTA; CASELLI, 2018).

Na busca pela melhoria da capacidade produtiva, a metodologia A3 tem como objetivo identificar os problemas e propor soluções de forma resumida. Esta ferramenta foi desenvolvida pela Toyota criando um relatório em formato de papel A3,

assim chamado devido ao tamanho do papel utilizado na sua elaboração; uma ferramenta completa e poderosa, baseada na gestão PDCA (Plan, Do, Check e Act), que garante aos autores um melhor entendimento sobre a situação ou a oportunidade de melhoria. (PEREIRA et al., 2022)

Um dos setores industriais que se encontra em constante evolução são os produtores de pneus, com processos bastantes complexos e de alto custo. Deste modo, torna-se imprescindível o uso de ferramentas que garantam um melhor controle dos recursos usados, diminuição de desperdícios e melhoria nos resultados da empresa. O processo produtivo inicia-se desde a entrada da matéria-prima e produção dos componentes, até o produto final; e, cada etapa possui os seus desperdícios e resíduos diferentes. (BARRETO; WERNER, 2020)

Nas indústrias fabricantes de pneus a montagem dos mesmos se dá através da unificação de alguns componentes com funções específicas para atender a necessidade de cada veículo em particular. Dentre esses componentes temos: tecido têxtil e metálico (responsável pelo reforço interno do pneu, garantindo estabilidade em altas velocidades); cintura (controla a temperatura interna do pneu); rodagem (região de contato com o solo, responsável por proteger a estrutura do pneu), e assim por diante. (PEDRAZOLLI, 2021)

Durante o processo produtivo destes componentes, podem haver as perdas de materiais por diversos motivos de falha no sistema ou controle e processos. No que se refere a produção do tecido têxtil (utilizado como reforço interno do pneu) existem perdas por alguns desvios, como: dobras e rugas, defeito mecânico, falta de declaração, material irregular, entre outros. (SILVA, 2021)

Visando o fato de ser materiais que causam intenso impacto ambiental quando descartados incorretamente, a empresa foco deste estudo de caso, destina todos os materiais derivados dos desvios gerados na produção do tecido têxtil, que não possui mais utilidade após o processo, para o pátio de resíduos - área da fábrica onde esses materiais são descartados e tratados de acordo com sua propriedade. Logo após, os mesmos são encaminhados para uma empresa específica de reciclagem, chamada CBL (Comércio e Reciclagem de Borrachas); que tem como objetivo o corte e trituração de pneus inservíveis, incluindo os resíduos do seu

processo de fabricação, para destinação ambiental adequada. (COSTA; ARAÚJO, 2022).

Visto que, a melhoria dos processos é um grande desafio, principalmente quando se trata da indústria. A escolha deste tema tem como proposta analisar sobre a aplicação da metodologia A3, dos seus conceitos e práticas visando avaliar o desperdício do tecido têxtil usado na fabricação de pneus; como também, ampliar o conhecimento sobre o tema com o intuito de promover a melhoria contínua dos processos. (PASCOAL et al., 2021)

2. Referencial teórico

2.1 História da fabricação do pneu de borracha

A criação do pneu iniciou-se com a descoberta da roda por nossos ancestrais, devido a necessidade de facilitar o transporte de objetos, mercadorias e eles próprios de um local para outro. O registro mais antigo de uma roda veicular foi em 3.500 a.c, onde apareceu em um desenho feito por um morador da antiga Suméria no Oriente Médio. Essa roda era feita de pranchas arredondadas de madeira, presas por pedaços da mesma em forma de cruz e tinha cerca de 24 polegadas de diâmetro. (GABRIEL, 2021)

Muitas foram as tentativas para desenvolver o pneu de borracha, tendo diversos impeditivos como a alta temperatura que fazia com que a borracha colocada nas rodas ficasse mole e grudenta. (SANTOS, 2018)

Houve uma grande evolução dos pneus, após pesquisas para desenvolver novos métodos referente a criação de novos modelos. E, assim, muitas empresas iniciaram suas pesquisas a respeito da fabricação de pneus de borracha neste período e conseqüentemente vieram a estabelecer suas grandes marcas, que são reconhecidas até o presente momento. (PEREIRA; SILVEIRA, 2020)

A produção brasileira de pneus ocorreu em 1934, quando foi implantado o Plano Geral de Viação Nacional. O mesmo foi oficializado pelo governo Federal, onde inseriu a estrada de rodagem (órgão responsável por organizar, fiscalizar todos os serviços técnicos e administrativos no que se refere a estudos, projetos de melhoria,

construção e conservação) e o automóvel enquanto elementos essenciais para a comunicação, integração territorial e circulação de capital. (MASCARENHAS. 2020).

No entanto, a concretização desse plano aconteceu em 1936 com a instalação da Companhia Brasileira de Artefatos de Borracha – mais conhecida como Pneus Brasil – no Rio de Janeiro, que em seu primeiro ano de vida fabricou mais de 29 mil pneus. Desde então, o Brasil conta com a instalação de mais de 15 fábricas de pneus, das quais quatro internacionais: Bridgestone Firestone, Goodyear, Pirelli e Michelin. Hoje, da produção mundial, o Brasil é o sétimo na categoria de pneus para automóveis e o quinto em pneus para caminhões, ônibus e camionetes. (LOPES, 2019)

2.2 Processo de fabricação do pneu de borracha

De acordo com Leandro (2018), o pneu é responsável por suportar cargas, promover aderência para que o veículo trafegue com dirigibilidade, segurança e conforto; além de ter papel fundamental no sistema de frenagem e transmitir tração para que o veículo se mova, demonstrando ter um papel essencial no deslocamento de veículos.

Independente da sua composição, o pneu é o único elemento do carro que tem contato direto com o solo, influenciando o desempenho do mesmo. De acordo com Pedrazzoli (2021), a produção de pneus de borracha consiste em seis processos básicos:

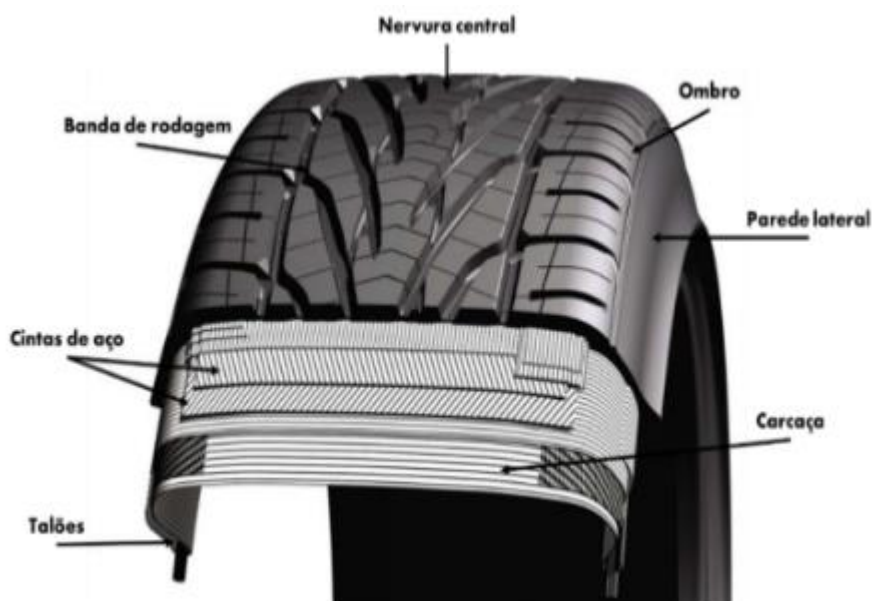
1. Mistura de polímeros, negro de fumo e outros componentes químicos utilizados na formulação do composto;
2. Construção de tecidos de engenharia e arames de aço com cobertura de borracha;
3. Extrusão de bandas de rodagem, costados e outros componentes de borracha;
4. Montagem dos componentes na máquina de construção de pneus;
5. Vulcanização dos pneus sob temperatura e pressão;
6. Finalização do processo com inspeção final, testes, estocagem e o embarque dos pneus.

As borrachas possuem uma estrutura química que lhe confere propriedades únicas como: elasticidade, flexibilidade, isolamento elétrico, resistência à abrasão e à corrosão, impermeabilidade e fácil adesão a tecidos e ao aço. (PRODÓSSIMO, 2021)

2.3 Estrutura básica do pneu

De acordo com Gomes (2022), seja qual for o tipo de veículo automotor, o pneu é uma das principais partes dele, em virtude da sua função de dar suporte para todo o peso da estrutura e da carga, além de ser responsável pelo contato do veículo com o solo. Ademais, são eles que transformam a força do motor em tração, o que gera eficiência da frenagem e da estabilidade. Ao adquirir conhecimento sobre as principais partes dos pneus, como mostra a figura 1, tem-se a capacidade de identificar quando problemas acontecem com essa peça e reconhecer quando o item está dentro ou fora dos padrões dos fabricantes.

Figura 1: Estrutura básica de um pneu



Fonte: Widmen (2015)

De acordo com Lima (2022), dentre algumas das partes do pneu, temos:

- Carcaça: parte interna resistente do pneu, que tem como objetivo reter o ar sob pressão que suporta o peso total do veículo, esforços gerados pelo torque do motor e aquecimento gerados por alta velocidade.
- Banda de Rodagem: uma parte única em contato com o solo, resistente ao desgaste, corte, penetração e projetada para dissipar o calor;
- Ombros: área de grandes esforços por receber força lateral em curvas;

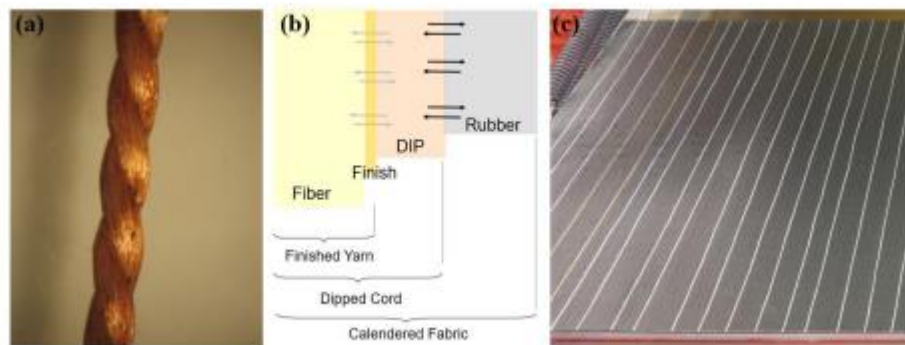
- Parede Lateral: borracha com propriedades específicas, resistência a fadiga gerada pela grande solicitação de flexão e extensão;
- Talão: fios de aço banhados por cobre e revestidos individualmente por borracha, para evitar a oxidação, facilitar a adesão e manter o pneu fixado ao aro da roda.
- Cintas de aço: lona formada por fios de aço de configurações específicas para determinadas aplicações, proporciona estabilidade na zona de rodagem e protege a carcaça de impactos e perfurações;
- Nervura central: região central da banda de rodagem. Sua função é proporcionar um contato "circunferencial" do pneu com o solo.

Cada parte do pneu de borracha é composta por alguns componentes específicos produzidos com materiais de diferentes finalidades. Dentre esses, temos o tecido têxtil, presente na carcaça do pneu, responsável pelo reforço interno do mesmo, flexibilidade e garantia de estabilidade em altas velocidades; que se destaca pelo seu alto índice de desperdícios de materiais durante a produção.

2.4 Produção do tecido têxtil para pneu de borracha

O tecido têxtil, também denominado como tecido calandrado ou emborrachado conforme figura 2, é constituído por uma camada de têxtil e duas camadas de composto de borracha, sendo aplicado na carcaça do pneu. O mesmo é formado por quatro tipos de filamentos, entre eles o poliéster, o rayon, o nylon e a aramida, como mostra na figura 2 - item (a). Os filamentos integrantes de fios são entrelaçados aos pares em espiral, formando uma corda com diâmetros entendidos entre 0,5mm a 0,9mm, esquematizando o tecido em corte, conforme item (b). Sendo assim, as cordas são tecidas de formas transversais com menor diâmetro, para manter o espaçamento entre elas; e, mergulhadas num banho de borracha para melhorar a ligação do próprio com o têxtil e proteger os filamentos, como mostra o item (c). (CASTRO, 2017)

Figura 2: Etapas do processo de emborrachamento do tecido



Fonte: Castro (2017)

De forma genérica, na calandragem, um determinado material é impregnado noutro. Como por exemplo, na produção do pneu, acontece a junção do tecido têtil ou metálico com a borracha, por intermédio de um conjunto de rolos que são dispostos de maneira a formar simultaneamente duas camadas de borracha – uma superior e outra inferior. (MAIA, 2017)

O processo de produção do têtil termina no corte do material em comprimentos, espessuras e larguras especificadas e deve ser dotado de um conjunto de propriedades de forma a garantir a qualidade do pneu e a não causar problemas noutras fases do sistema produtivo. (CASTRO, 2017)

Tais processos produtivos geram alguns resíduos de materiais, por diversos desvios, que não serão mais utilizados. Os mesmos são encaminhados para o pátio de resíduos, onde é realizado a coleta e destinados para empresas especializadas no descarte desses materiais de acordo com suas propriedades. Um exemplo importante dessas empresas, é a CBL (Comércio e Reciclagem de Borrachas), que trabalha diretamente com a reciclagem dos materiais derivados da produção dos pneus de borrachas. (COSTA; ARAÚJO, 2022)

2.5 Gestão e ferramentas da qualidade aplicadas ao processo de fabricação do pneu de borracha

Muitas são as definições e abordagens sobre gestão da qualidade; porém, vale ressaltar, que a mesma consiste em um conjunto de técnicas de gestão direcionados a toda empresa, com foco no cliente, melhoria contínua, apoio a tomada de decisões, objetivando fornecer produtos e/ou serviços que atendam aos requisitos

exigidos pelos clientes em termos de expectativa e funcionalidade. (SANTOS; SILVA, 2019)

As ferramentas da qualidade podem ser utilizadas em qualquer fase e tipo de processo produtivo, desde seu planejamento, até durante o serviço de atendimento ao cliente. E, de acordo com Lobo (2020), as ferramentas da qualidade são técnicas específicas e hábeis que necessitam ser aplicadas, uma vez que possibilitam a geração e coleta de dados e informações de forma clara e objetiva, promovendo um gerenciamento preciso.

Dentre algumas ferramentas para o gerenciamento da qualidade, temos:

1. Ciclo PDCA: é um método que promove o controle para fomentar resultados eficazes e confiáveis em qualquer setor de uma organização. O mesmo busca a padronização e controle da qualidade, além de evitar que falhas aconteçam; desenvolvendo assim, um processo de melhoria contínua e a resolução sistematizada de problemas. (DONATO et al., 2022)

Segundo Berti (2021), o PDCA é uma melhoria contínua e sua execução se faz a partir de etapas que se repetem em ciclos contínuos, sendo elas demonstrada na figura 3 a seguir.

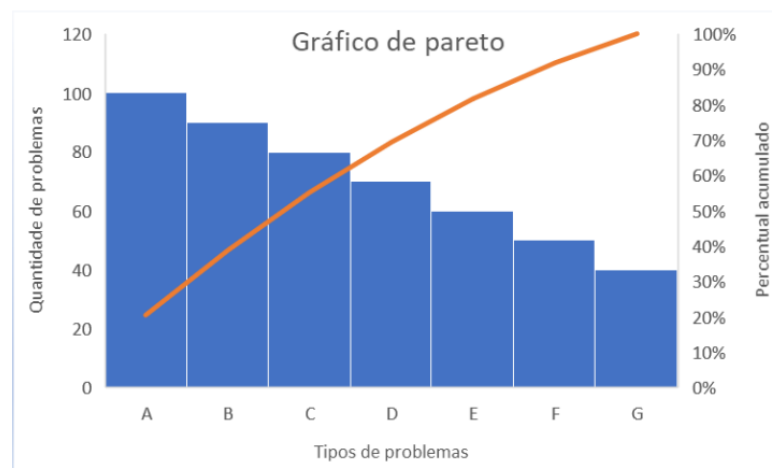
Figura 3: Fases do ciclo PDCA



Fonte: Soares et.al (2021)

2. Diagrama de Pareto: Conhecido como 80/20, o seu princípio diz que 80% das consequências são decorrentes de 20% das causas. O gráfico de Pareto é um diagrama que apresenta os itens e a classe na ordem do número de ocorrências, demonstrando a soma total acumulada, permitindo visualizar diversos problemas e auxiliar na determinação das suas prioridades, como mostra a figura 4. (LOBO, 2020)

Figura 4: Diagrama de Pareto



Fonte: Chiba e Almeida (2022)

3. Brainstorming: definido em português como “tempestade de ideias”, é utilizado para auxílio na resolução de problemas através das opiniões e ideias dos colaboradores de setores variados de uma mesma empresa. (GAYER, 2020).

Oliveira (2020), explica que, o Brainstorming pode ser realizado de duas formas: a estruturada, onde cada pessoa do grupo pode falar uma ideia por rodada, e a não estruturada, onde os integrantes do grupo falam suas ideias apenas quando elas surgem. As vantagens desse método são o incentivo, à livre associação, a participação equitativa e o rompimento de barreiras causadas pela inibição.

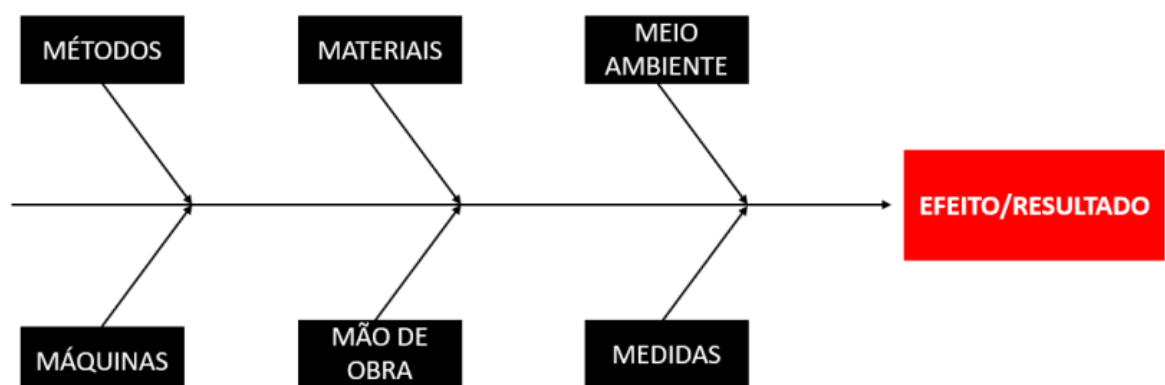
Segundo LIMA et al. (2020), os objetivos dessa ferramenta são:

- Aumentar a quantidade de ideias, com foco na criatividade e capacidade analítica dos participantes;
- Descobrir causas de anormalidades nos processos;
- Gerar maior volume de ideias;
- Assegurar que nenhum ponto será esquecido;
- Criar uma atmosfera mais livre.

4. Diagrama de causa e efeito: é uma ferramenta de gestão, conhecida também como gráfico de espinha de peixe ou Ishikawa, que esclarece a relação entre os seus fatores de causa e os efeitos como qualidade, custo e produtividade; permitindo a identificação e análise das potenciais causas de variação. Assim, tentam-se descobrir quais seriam os fatores de causa que impedem ou dificultam o funcionamento do processo, de forma a possibilitar agir de modo preventivo aos problemas e obter como resultado ou efeito o mínimo de custo com o máximo de qualidade e produtividade. (LANDIVA, 2021)

Como mostra a figura 5, o número de causas encontradas pode ser bastante extenso, sendo divididas em categorias ou famílias de causas, e são compostas por 6M: material, mão de obra, meio de medida, máquina, método e meio ambiente.

Figura 5: Estrutura do Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Chiba e Almeida (2022)

5. Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência): trabalha diretamente com a priorização e pode ser aplicada na análise de problemas e ações de correção. Como mostra a tabela 1, para cada um dos mencionados critérios é atribuída uma nota que pode variar de 1 a 5 e, ao final, esses valores são multiplicados, tendo como consequência a pontuação a ser registrada na GUT. (NOVAK et al., 2020)

Tabela 1: Matriz de priorização GUT

CLASSIFICAÇÃO DA MATRIZ				
GRAVIDADE	Extremamente grava	Muito grave	Grave	Pouco grave
	5	4	3	1
URGÊNCIA	Precisa de ação imediata	É urgente	O mais rápido possível	Pouco urgente
	5	4	3	2
TENDÊNCIA	Irá piorar rapidamente	Irá piorar em pouco tempo	Irá piorar	Irá piorar a longo prazo
	5	4	3	2

Fonte: Souza (2022)

6. Por quê: uma técnica de análise que parte da premissa que após perguntar 5 vezes o porquê de um problema está acontecendo, sempre relacionado a causa anterior, será determinada a causa raiz ao invés da fonte de problemas. Para análise dos 5 por quês, embora seja denominada assim, pode-se utilizar menos porquês (3 por exemplo), ou mais, de acordo com a necessidade para que se encontre a causa raiz. (PRADO et al., 2021)

7. 5W2H: (What, Why, Where, When, Who, How e How much) é um modelo de ferramenta com capacidade de eficácia no que se refere ao planejamento de ações futuras, conforme figura 6. Se funda em êxito devido a sua capacidade de detalhar as ações com descrições das atividades, quando serão realizadas, quem são os responsáveis, como realizará, onde serão executadas e os motivos para sua execução. (VENTURA; SUQUISAQUI, 2019)

Figura 6: Ferramenta de qualidade 5W2H



Fonte: Xavier (2019)

2.6 Metodologia A3

A Metodologia A3, também referenciada como pensamento A3 ou relatório A3, é uma ferramenta desenvolvida e utilizada pela Toyota para a solução de problemas, considerada chave para as melhorias na organização. Como mostra a figura 7, um dos objetivos é o de sistematizar, em apenas uma folha de papel em formato A3, todas as informações referentes a uma adversidade, substituindo longos relatórios gerenciais e com várias páginas. (VIANA, 2021)

Figura 7: Exemplo de Relatório A3

TÍTULO DO A3		Dono do A3:	Responsável do A3:	Status: ☐
1) Clarificar o problema		3) Meta		
		4) Estratégia		
2) Condição Atual (Estratificação)		5) Resultado		

Fonte: Amorim (2022)

Através da aplicação do relatório A3, os líderes têm a possibilidade de analisar a causa raiz do problema apresentado e junto com a sua equipe, buscar soluções para o mesmo. De acordo com PEREIRA et al. (2022), essa metodologia é baseada no PDCA e dividida em algumas etapas, sendo elas:

1. Definição do título e da equipe do projeto: de acordo com a metodologia, o líder do projeto deve definir os participantes do A3 e o título do projeto.
2. Apresentação da situação atual: realizar o gemba¹ para entender o estado atual do problema, analisar o processo, conversar com os envolvidos para compreender a gravidade da situação.
3. Identificar a causa fundamental: investigar qual é realmente a causa raiz do problema, através da análise de dados e uso de ferramentas da qualidade, como por exemplo, os 5 porquês.
4. Criar contramedidas: após identificar a causa raiz do problema, é possível realizar algumas contramedidas que foram sugeridas durante o gemba.
5. Criar o plano de ação: consiste nas tarefas necessárias para implementar as contramedidas propostas, responsáveis e prazos para realizar a atividade. Uma ferramenta utilizada na criação do plano de ação é o 5W2H, verificando se para cada item de implementação está claro, quem vai fazer o quê, onde, quando, por que e como.
6. Realizar o acompanhamento: incluir um plano de como os resultados reais serão verificados para alcançar os resultados previstos.

Sendo assim, ressaltando que a Metodologia A3 é uma ferramenta para estruturar processos de melhoria, buscando soluções de problemas e visando o aumento da qualidade, redução de custos e desperdício com o uso do ciclo PDCA. Torna-se relevante sua aplicação no estudo de caso da empresa em questão, contribuindo assim, para que os autores tenham uma compreensão mais profunda do problema e das oportunidades de melhoria para os desperdícios de tecido têxtil.

¹ Gemba: é o “real ou verdadeiro lugar”, em uma empresa o mesmo significa o local onde está ocorrendo as atividades da indústria, sendo o real chão de fábrica. Assim, quando se diz que foi feito um estudo no gemba ou foi necessário ir ao gemba, está querendo dizer que foi acompanhado de perto como o trabalho é realizado. (BACHETTI, 2021)

3. Metodologia da pesquisa

O estudo realizado neste trabalho teve início em uma pesquisa bibliográfica, para definir os meios necessários que seriam utilizados ao decorrer da produção do mesmo; e, logo após, foram feitos fichamentos e resumos para melhor compreensão. Tal estudo feito, foi de natureza exploratória (permitindo uma maior exploração ao tema), de pesquisa científica e bibliográfica; no qual foi realizada consultas a livros, teses e artigos científicos, selecionados através de busca nas seguintes bases de dados (livros- disponíveis na biblioteca UNEF- e sites de banco de dados), Google acadêmico, SciELO, etc.

Trata-se de uma pesquisa aplicada utilizando-se do emprego prático de conhecimentos, visando explorar o tema na literatura para compreender e familiarizar-se com a área de estudo e, descrever os trabalhos selecionados. Desta forma, o presente trabalho conta com a metodologia descritiva exploratória e exige do investigador uma série de informações sobre o que ele deseja pesquisar, podendo descrever os fatos de uma determinada realidade; como também, desenvolver, esclarecer conceitos, com vistas em resolução de problemas, como por exemplo os levantamentos bibliográficos, entrevistas não padronizadas, amostragem, coleta de dados e estudo de caso. (CARVALHO, 2021)

O objeto de pesquisa deste trabalho foi uma empresa do ramo da fabricação de pneus, situada na cidade de Feira de Santana, onde avaliou a aplicação dos princípios de qualidade para minimizar o desperdício do tecido que compõe os pneus. Vale ressaltar que para que ocorram melhorias no desempenho organizacional, uma série de técnicas, ferramentas ou métodos podem ser usadas, dentre as quais se encontram as ferramentas da qualidade, as quais foram abordadas na fundamentação teórica do presente trabalho.

Para tanto, os dados levantados foram tabulados no Microsoft Excel e apresentados os resultados graficamente. Com o objetivo de adquirir mais informações, realizou-se um brainstorming com toda a equipe de colaboradores, de diferentes áreas, que estão ligados ao processo; no intuito de aplicar as ferramentas da qualidade presentes na Metodologia A3 para diminuição do desperdício de tecido têxtil.

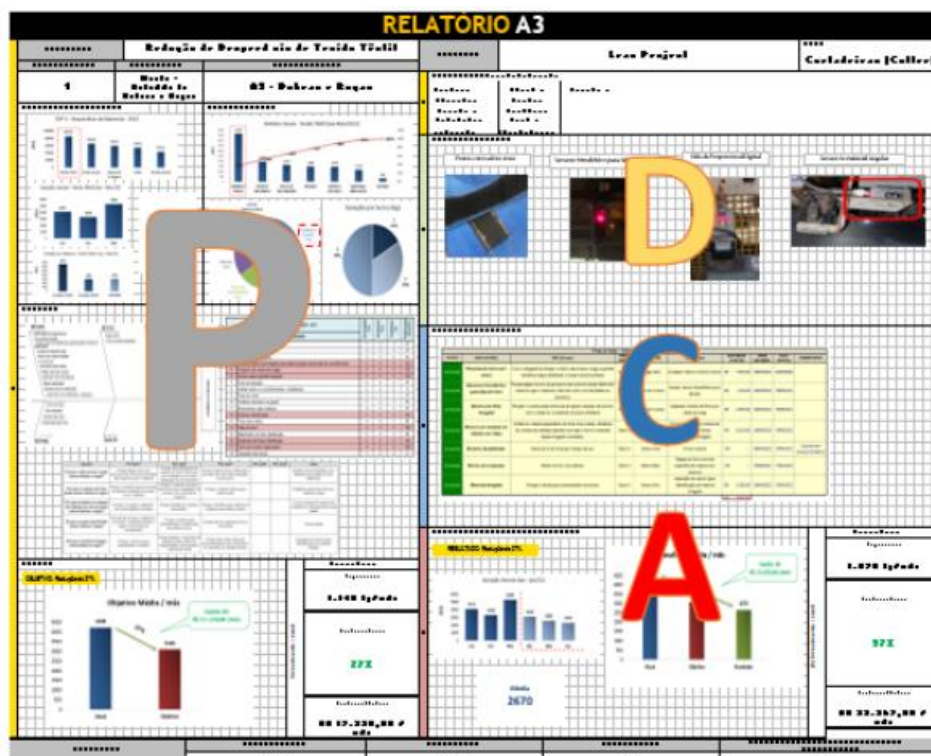
4. Resultados e discussões

Nesta seção serão apresentados os resultados da aplicação da Metodologia A3 no estudo de caso em questão. A empresa na qual foi desenvolvido e aplicado o projeto, realiza reuniões diárias e mensais para discutir os desperdícios gerados nos seus processos. Sendo assim, em uma dessas reuniões, realizada no início do mês de abril de 2022, levantou-se a necessidade de desenvolver tal projeto, para melhor compreensão dos problemas e desperdícios resultantes de alguns desvios.

4.1 Estudo de caso - Metodologia A3

Conforme demonstrado no referencial teórico, de forma simples e lógica, a metodologia A3 (uma poderosa ferramenta para melhorias no ambiente industrial), possui a capacidade de sintetizar as principais informações sobre o problema por meio do preenchimento sistemático de um relatório no tamanho de uma folha A3. Em alguns casos, seu layout segue o método da ferramenta PDCA, sendo esse utilizado para o projeto em questão, como mostra a figura 8.

Figura 8: Relatório A3 utilizado no estudo de caso



Fonte: Autores (2023)

Para desenvolvimento do relatório utilizado, seguiu-se 6 passos, conforme apresentados a seguir:

Passo 1 - Definição da equipe do projeto

Seguindo a metodologia, como mostra a tabela 2, o líder do projeto definiu o título e os participantes do A3; buscando colaboradores de diferentes funções que estejam ligados ao processo e possam contribuir para a solução do problema. Sendo eles:

Tabela 2: Título e equipe do projeto

Título do A3	Redução de Desperdício de Tecido Têxtil
Líder do Projeto	João Gabriel (Analista da Qualidade)
Equipe	
Nome	Função
Beatriz Oliveira*	Analista da Qualidade
Thiago Silva*	Analista de Melhoria Contínua
Breno do Carmo*	Manutentor
André Cardoso*	Eletrônico
Jose Reinaldo*	Supervisor de Produção
Edson Lima*	Eficiência Maquinário
Mario Neto*	Inspetor de Qualidade
David Souza*	Técnico de Segurança
Larissa Lima*	Analista da Qualidade
Eduardo Tavares*	Operador
Lucas Gomes*	Trainner

* Nomes fictícios

Fonte: Autores (2023)

Segundo Thiollent (2018) o primeiro passo da metodologia A3 define que a montagem da equipe se baseia na necessidade e importância de envolver pessoas de diferentes áreas, mas que são diretamente relacionadas com o problema, sejam responsáveis e se envolvam com visões distintas de acordo com a área de atuação.

Passo 2 - Análise do Histórico e Situação Atual

A segunda etapa do projeto apresentado, deu-se no levantamento dos dados referentes ao histórico e contextualização da situação atual. Para isto, foram coletados os dados dos desperdícios dos materiais no geral, utilizados na fabricação dos pneus durante o ano de 2021; e, assim, definido dentre os TOP 5 mostrados graficamente

na figura 9, qual material resultou no maior índice de desperdício durante o período analisado. Tendo como pioneiro, o Tecido Têxtil - também conhecido como tecido emborrachado têxtil, responsável pelo reforço interno do pneu, garantindo estabilidade em altas velocidades.

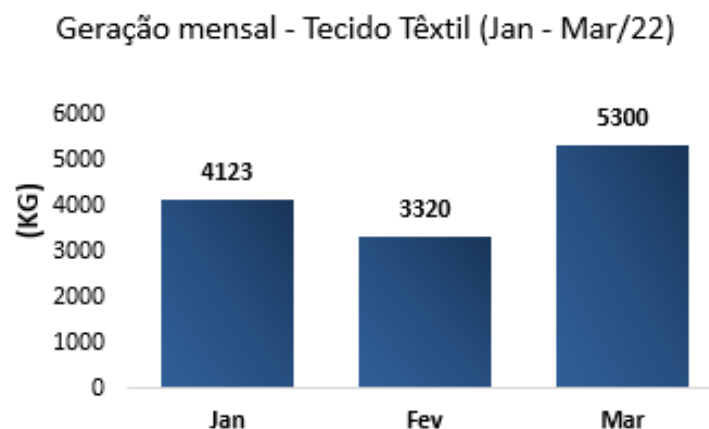
Figura 9: Gráfico referente ao desperdício por material



Fonte: Autores (2023)

Sabendo-se que o material com o maior índice de desperdício foi o Tecido Têxtil, realizou-se um levantamento dos dados referente aos três meses anteriores (janeiro, fevereiro e março) à data da última reunião em que definiu-se o projeto. Como mostra o gráfico da figura 10 a seguir:

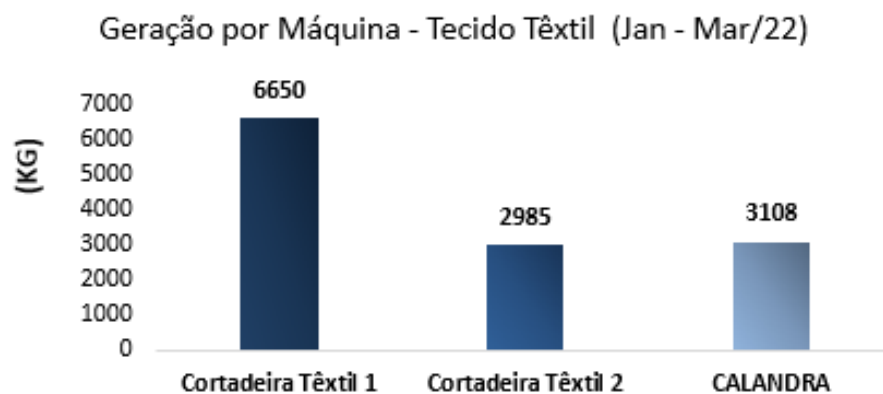
Figura 10: Gráfico referente ao desperdício mensal de tecido têxtil



Fonte: Autores (2023)

O material foco do projeto é desperdiçado na empresa em estudo através de 3 máquinas no processo, chamadas de Calandra (onde ocorre o processo de emborrachamento do tecido com o composto de borracha), e as cortadeiras têxteis 1 e 2 (onde esse tecido já emborrachado é cortado, de acordo com cada tipo de pneu, e recolhido em bobinas específicas para esse material). Sendo assim, como mostra graficamente na figura 11, levantou-se também, o desperdício gerado nessas máquinas envolvidas no processo durante os 3 meses analisados.

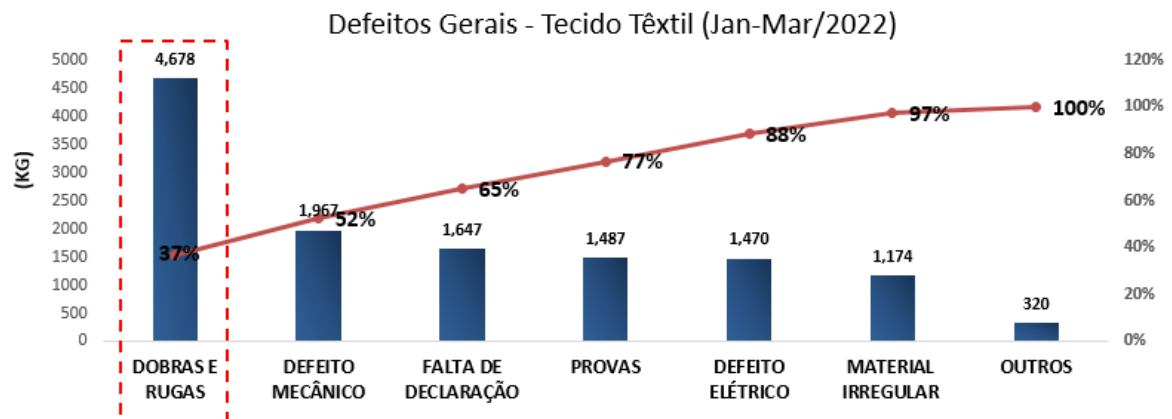
Figura 11: Gráfico referente ao desperdício de tecido têxtil por máquina



Fonte: Autores (2023)

Após coleta dos dados e definição do material com maior desperdício, utilizou-se o Diagrama de Pareto (que auxilia na priorização das causas a serem atacadas) para identificação dos principais causadores de problemas desses resíduos de tecido têxtil gerados. Observa-se no gráfico da figura 12, que o principal desvio na geração desses desperdícios é Dobras e Rugas (existentes por diversos problemas, como: falta de forro, sistema de recolhimento, cavaletes das máquinas, entre outros), representando 37% das causas no Pareto.

Figura 12: Pareto referente aos principais desvios



Fonte: Autores (2023)

Figura 13: Dobras e Rugas no Tecido Têxtil



Fonte: Autores (2023)

Segundo Thiollent (2018), a segunda etapa ocorre após definir o problema e dar início ao escopo. A mesma é importante pois realiza-se a análise do fenômeno, descrevendo o estado atual do problema e seus impactos a partir do levantamento e análise dos dados. Com o escopo definido é possível compreender a situação, aplicar as ferramentas e estabelecer a meta do projeto.

Passo 3 - Análise da causa raiz com a aplicação das ferramentas da qualidade

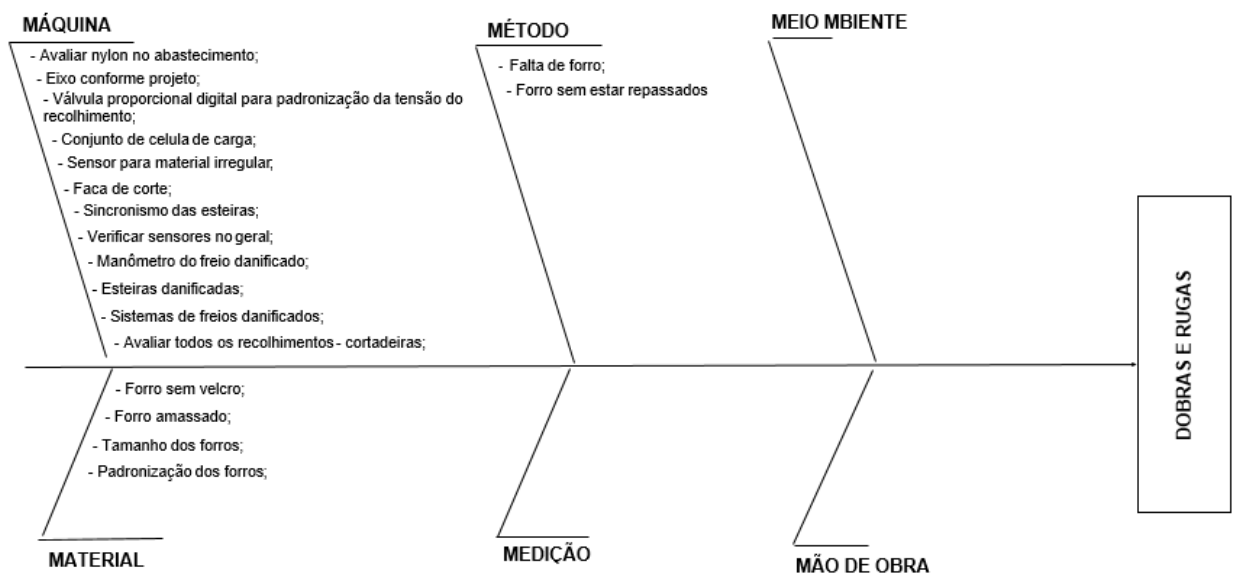
Após análise dos dados coletados dos últimos três meses e definição do problema, foi realizado o Gemba no chão de fábrica com toda a equipe dos

colaboradores envolvidos no processo, e levantados possíveis causas do problema através do Brainstorming - uma técnica, também conhecida como “tempestade de ideias”, que tem como objetivo auxiliar na busca por soluções para o desvio através de diferentes ideias, das mais simples às mais elaboradas.

A partir do Brainstorming com a equipe, levantou-se todas as possíveis causas para o desvio por Dobras e Rugas, e com o intuito de analisar o processo em diferentes perspectivas, essas ideias foram alocadas no diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha-de-peixe.

O diagrama citado é uma ferramenta que apresenta a relação entre os diversos fatores que podem contribuir para o problema apresentado, o que permite estruturar hierarquicamente as causas potenciais ou também uma oportunidade de melhoria. Como mostra na figura 14, as causas levantadas foram classificadas mediante os 6M's: máquina, método, meio ambiente, material, medição e mão de obra.

Figura 14: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autores (2023)

A partir das causas identificadas iniciou-se o mapeamento das ações para reduzir as Dobras e Rugas no tecido têxtil, definindo a ordem de prioridades através da análise por meio da Matriz GUT (uma ferramenta para auxiliar na priorização de resolução de problema, orientando a melhor sequência para solucioná-los). Conforme mostra a tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Matriz de Priorização - GUT

MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO - GUT		Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	Pontuação (GxUxT)
nº	CAUSAS				
1	Avaliar nylon no abastecimento	3	3	3	27
2	Padronização dos forros	3	3	3	27
3	Eixo conforme projeto	3	3	5	45
4	Válvula proporcional digital para padronização da tensão do recolhimento	5	5	5	125
5	Conjunto de célula de carga	5	5	5	125
6	Sensor para material irregular	5	5	5	125
7	Forro amassado	3	3	3	27
8	Avaliar todos os recolhimentos- cortadeiras	2	2	2	8
9	Faca de corte	3	3	3	27
10	Verificar sensores no geral	3	4	3	36
11	Sincronismo das esteiras	3	3	3	27
12	Esteiras danificadas	5	5	5	125
13	Forro sem velcro	4	4	5	80
14	Falta de forro	4	5	5	100
15	Manômetro do freio danificado	3	4	3	36
16	Sistemas de freios danificado	5	5	5	125
17	Forro sem estar repassados	4	5	5	100
18	Tamanho dos forros	1	2	2	4

Fonte: Autores (2023)

Com o objetivo de encontrar meios para resolução dos principais problemas apresentados na matriz GUT, utilizou-se o método do 5 Por quês (tabela 4). Essa ferramenta consiste em perguntar 5 vezes o porquê de um problema ter ocorrido, a fim de descobrir a sua real causa. Com a sua aplicação foi possível questionar as possíveis falhas do processo trazendo as ações necessárias para a resolução dos problemas relacionados ao desperdício por Dobras e Rugas.

Tabela 4: Os 5 Por Quês

Causas	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Ação
Porque a falta de forro pode causar dobras e rugas?	Porque alguns forros do processo de corte do tecido têxtil são menores que o material	Porque valor estipulado do material é maior, tendo que ser recolhido em um forro adequado ao seu tamanho	Porque existem forros danificados que não são vistos pelo operador no processo			Instalar sensor fotoelétrico por difusão para identificar forro danificado
Por que o sistema de freio pode causar dobras e rugas?	Porque o sistema atual necessita de ajustes manuais de acordo com o material	Porque o sistema mecânico não possui auto regulação de acordo com a receita do material	Porque o sistema não possui essa função			Implantar sistema de freio por célula de carga
Por que as falhas no sistema de medição de válvula pode causar dobras e rugas?	Porque o conjunto (material e forro) fica folgado na bobina	Porque há falha no sistema pneumático	Porque a eficiência do sistema de medição pneumática é baixa			Trocar conjunto de sistema de medição por válvula proporcional digital
Porque a esteira danificada causa dobras e rugas?	Porque ela enruga o material no processo, causando dobras e rugas no momento do recolhimento	Porque a esteira está desalinhada ou danificada por tempo de uso	Porque não foi realizado a troca da esteira			Trocar esteira
Porque o material irregular causa dobras e rugas?	Porque o tecido passa desalinhado na esteira	Porque quando o centrador de abastecimento detecta a irregularidade, tenta ajustar o material em linha	Porque não existe nada que possa bloquear esse movimento do centrador do abastecimento			Aquisição de sensor para identificação de material irregular

Fonte: Autores (2023)

Para Campos (2018), nessa etapa é de fundamental importância usar as ferramentas pois contribuir de forma significativa para compreender problemas e desenvolver soluções através de gráficos, diagramas, filosofias, instrumentos que

auxiliam na melhoria da qualidade dos processos, identificando gargalos, falhas e também antecipando problemas que podem ser evitados.

Passo 4 - Definição dos objetivos

Após identificada a causa raiz, levantadas as propostas de melhoria e elencadas as ações; foi mensurado e definido qual o objetivo que desejou-se alcançar na aplicação da metodologia A3 para resolução desse problema.

No caso do problema em questão, voltado para diminuição de desperdício, a definição do objetivo foi feita baseando-se em dados internos da empresa, que por motivos confidenciais da mesma, não foram detalhados. Como mostra a figura 15, o objetivo estabelecido foi diminuir o desperdício (com uma média por mês de 4.248kg referente aos 3 meses analisados) para o valor referente ao objetivo do desperdício por mês de tecido têxtil (com uma média mês de 3.100kg). Resultando em um ganho de R\$17.220,00/mês.

Figura 15: Gráfico referente ao objetivo que pretende-se alcançar



Fonte: Autores (2023)

De acordo com Barreto (2020), ao fazer a análise dos dados, aplicar as ferramentas para compreensão do problema e explorar o impacto das soluções, é fundamental realizar uma análise de viabilidade técnica e econômica para definir-se um objetivo a ser alcançado, informando qual o ganho com o projeto.

Pois, em qualquer sistema de gestão é preciso planejar, definir objetivos, metas e adotar métodos ou ferramentas que auxiliam a mensurar os resultados para buscarem a excelência como melhoria contínua e no sistema de gestão. (QUEVEDO, 2018)

Passo 5 - Desenvolvimento e execução do plano de ação elaborado

Após a definição do objetivo a ser alcançado com o projeto, criou-se o plano de ação de forma organizada e seguindo uma metodologia completa para que se possa atingir os melhores resultados. Como mostra a tabela 5, a ferramenta utilizada para criação desse plano de ação, foi a 5W2H - funciona como um checklist das atividades que precisam ser desenvolvidas dentro da empresa, organizada de forma prática, simples e clara.

Tabela 5: Plano de ação elaborado- 5W2H

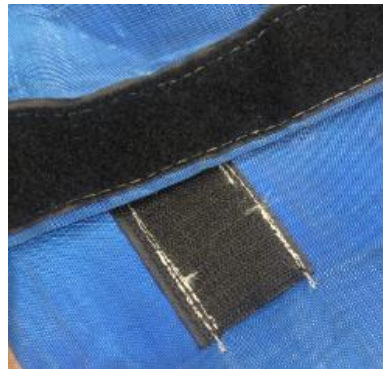
Plano de Ação - Dobras e Rugas no Tecido Têxtil									
STATUS	WHAT (O QUE)	WHY (Porque)	WHERE (ONDE)	WHO (QUEM)	HOW (Como)	HOW MUCH (CUSTO)	WHEN (QUANDO)	DATA EFETIVA	COMENTÁRIOS
Concluído	Ponteira de forro sem velcro	Com o desgaste do tempo o velcro descostura, rasga ou perde eficiência impossibilitando a tração inicial na bobina	Setor 2	Thiago Silva	Comprar velcros e forros novos	R\$ 7,000,00	30/05/2022	24/05/2022	
Concluído	Sensores fotoelétrico para falta de forro	Porque alguns forros do processo de corte do tecido têxtil são menores que o material e não são vistos com facilidade no processo	Setor 2	Breno do Carmo	Instalar sensor fotoelétrico por difusão	R\$ 1,418,00	20/05/2022	16/05/2022	
Concluído	Sistema de freio irregular	Porque o sistema atual necessita de ajustes manuais de acordo com o material, resultando em baixa eficiência	Setor 2	Breno do Carmo	Implantar sistema de freio por célula de carga	R\$ 2,085,00	20/05/2022	15/05/2022	
Concluído	Sistema de medição de válvula com falha	A falha no sistema pneumático do freio leva a baixa eficiência do sistema de medição fazendo com que o forro e material fiquem folgados na bobina.	Setor 2	André Cardoso	Trocar conjunto de sistema de medição por válvula proporcional digital	R\$ 5,232,00	20/05/2022	15/05/2022	
Concluído	Esteiras desalinhadas	Necessário de troca por tempo de uso	Setor 2	Edson Lima	Trocar esteira	R\$ -	30/04/2022	21/04/2022	Já existia em estoque da fábrica
Concluído	Forros sem repassar	Muitos forros com dobras	Setor 2	Mario Neto	Reapassar forro na area específica de repasse dos mesmos	R\$ -	18/04/2022	17/04/2022	
Concluído	Material irregular	Porque o tecido passa desalinhado na esteira	Setor 2	Edson Silva	Aquisição de sensor para identificação de material irregular	R\$ 2,358,00	30/04/2022	21/04/2022	
						R\$ 18,093,00			

Fonte: Autores (2023)

As ações definidas pela equipe do projeto visam atuar como contramedidas para as causas raízes encontradas. A seguir serão descritas algumas ações referentes ao projeto:

- **Comprar forros com velcros novos:** com o desgaste do tempo o velcro e forro descostura, rasga ou perde eficiência impossibilitando a tração inicial na bobina; sendo assim, foi necessário realizar a compra de mais velcros e forros novos (figura 16).

Figura 16: Forros com velcros novos



Fonte: Autores (2023)

- **Instalar sensor fotoelétrico por difusão:** alguns forros do processo de corte do tecido têxtil são menores que o material. Com isso, ao ser introduzida o tecido com o valor estipulado maior, ocorre de o material colar devido a irregularidade do forro. O intuito da instalação do sensor é evitar o desperdício do material por esse desvio parando a máquina quando identificado forro irregular e possibilitando o direcionamento desses forros para a área de repasse assim que identificados (figura 17).

Figura 17: Sensor fotoelétrico instalado



Fonte: Autores (2023)

- **Implantar sistema de freio por célula de carga:** o sistema atual necessitava de ajustes manuais conforme o tipo de material. Sendo assim, foi implementado um sistema de freio por célula de carga para controle da tensão do recolhimento conforme especificação do material.
- **Trocar conjunto de sistema de medição por válvula proporcional digital:** a falha no sistema pneumático do freio leva a baixa eficiência do sistema de medição fazendo com que o forro e material fiquem folgados na bobina. Sendo assim, a válvula proporcional digital foi instalada com o intuito de minimizar essas falhas, é comandado por sinais elétricos via PLC (controlador lógico programado) que possibilita uma melhor visualização do operador referente ao recolhimento do material na bobina (figura 18).

Figura 18: Válvula proporcional digital instalada



Fonte: Autores (2023)

- **Trocar esteira:** devido ao desalinhamento por tempo de uso, foi-se necessário realizar a troca das esteiras da máquina e incluir no controle das preventivas futuras da máquina para verificações mensais.
- **Repassar forros na área específica para repasse dos mesmos:** a utilização de forros irregulares (amassados ou rasgados), resultam em dobras e rugas no material após recolhê-lo nas cortadeiras. Portanto, todos os forros irregulares foram destinados para a área de repasse e assim retornar dentro dos padrões de conformidade.
- **Aquisição de sensor para identificação de material irregular:** quando o sensor detecta o material irregular na esteira, o sistema de alinhamento tenta ajustar o tecido em linha de produção causando dobras e rugas e gerando

desperdício. O sensor fotoelétrico instalado irá monitorar o centrador do tecido, se houver o desvio, será mandado um sinal para entrada digital do PLC (controlador lógico programado) e o mesmo bloqueia o movimento do centrador, evitando dobras e rugas (figura 19).

Figura 19: Sensor fotoelétrico instalado



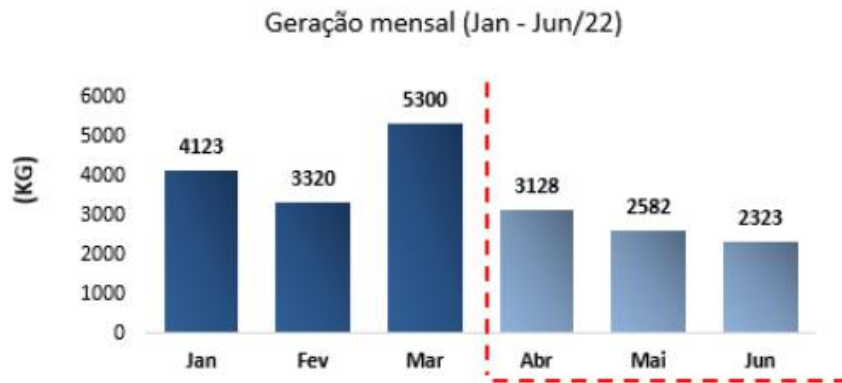
Fonte: Autores (2023)

Para Gil (2017), a partir das causas raízes identificadas e com o plano de ação já definido com o objetivo de solucionar o problema ou minimizar os seus impactos, é essencial também ter um acompanhamento das ações definidas, verificando se estão sendo executadas corretamente.

Passo 6 - Monitoria dos resultados

Após realizar todas as ações estabelecidas no projeto para a diminuição do desperdício de tecido têxtil no processo. Levantou-se os resultados obtidos de 3 meses após o início do projeto apresentado, como mostra a figura 20, demonstrando graficamente o quanto esse índice de desperdício de tecido têxtil veio diminuindo durante a execução das contramedidas e melhorias.

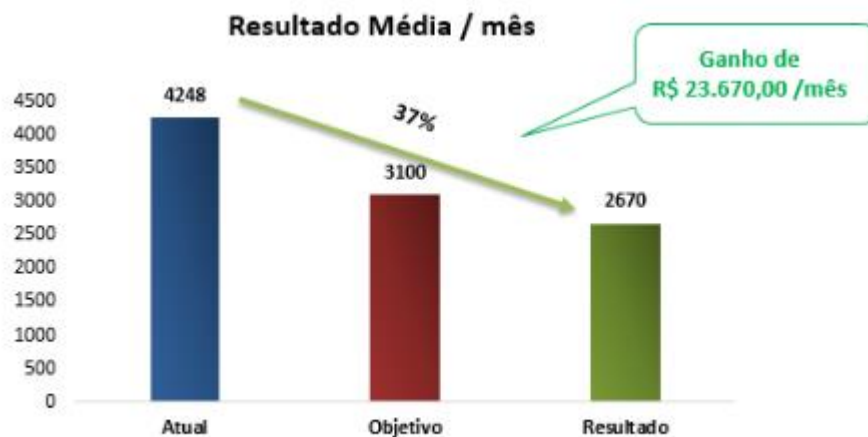
Figura 20: Gráfico referente ao resultado mensal com a execução das ações



Fonte: Autores (2023)

Na figura 21, observa-se também graficamente o resultado da média de desperdício final: a situação anterior ao projeto encontrava-se com a média de 4.248kg/mês, tendo como objetivo alcançar os 3.100kg/mês e chegando a um resultado de 37% com desperdício de 2.670kg/mês. Equivalente a um ganho de R\$23.670,00/mês.

Figura 21: Gráfico referente ao objetivo e resultado alcançado com o projeto



Fonte: Autores (2023)

Conforme tabela 6 abaixo, é importante analisar também, que os gastos citados na tabela 5 do plano de ação, referente a R\$18.093,00 se paga com os resultados do projeto já no primeiro mês. Ressaltando assim, que houve uma redução nos índices durante os meses subsequentes à implantação das ações, atingindo além do objetivo estabelecido no projeto.

Tabela 6: Análise de investimento do projeto

Análise de Investimento - Tecido Têxtil (2022)			
Redução de Desperdício - DOBRAS E RUGAS no TECIDO EMBORRACHADO TÊXTIL			
Situação inicial		Resultado	
Média desperdício de Tecido Têxtil/ mês (R\$):	R\$ 63.720,00	Média desperdício de Tecido Têxtil/ mês (R\$):	R\$ 40.050,00
Total ano:	R\$ 764.640,00	Total ano:	R\$ 480.600,00
Total do Investimento:	R\$ 18.093,00	Total do Investimento:	R\$ 18.093,00
Tempo Estimado de retorno (meses)	2	Tempo de retorno (meses)	1
Potencial de Ganho/mês (%)	27%	Ganho/mês (%)	37%
Potencial de Ganho/mês (R\$)	R\$ 17.220,00	Ganho/mês (R\$)	R\$ 23.670,00

Fonte: Autores (2023)

Conforme Donato (2022), após identificada a causa raiz, levantadas as propostas de melhoria e elencadas as ações, a próxima etapa prevista na metodologia A3 é a implementação dessas ações, a mensuração dos resultados e a padronização do novo processo, caso os resultados tenham sido positivos. Se a meta não for alcançada, a metodologia prevê reiniciar o ciclo PDCA.

5. Conclusão

O trabalho apresentado teve como objetivo demonstrar a utilização da Metodologia A3 com foco na diminuição do desperdício de tecido têxtil incluso no processo de fabricação de pneus na fábrica em estudo. Para alcançar esse objetivo foi utilizada a metodologia descritiva exploratória e como procedimento técnico o estudo de caso.

Com a aplicação das ferramentas de qualidade presentes no relatório A3, foi possível identificar o problema, sua causa raiz e elaborar um plano de ação na busca pelo melhor resultado. Seguindo todos os passos dessa metodologia, verificou-se uma melhoria de aproximadamente 37% no que se refere ao desperdício de tecido têxtil.

Dentre algumas ferramentas da qualidade utilizadas, temos: Brainstorming (conhecido como “tempestade de idéias”), Ishikawa (também conhecido como Diagrama de causa e efeito ou Espinha de Peixe), a Matriz de priorização GUT, os 5 Por quês, entre outras. As mesmas foram apresentadas de forma clara e objetiva, com o intuito de identificar os problemas mais recorrentes no processo e visando ações de melhorias.

Desse modo, os fatores aqui apresentados, ressaltam que o uso do método A3 é importante e eficaz para identificar, analisar e corrigir os problemas presentes na empresa. No estudo de caso desenvolvido foi possível apresentar os dados e os resultados positivos alcançados com o projeto, demonstrando a redução do desperdício do tecido têxtil, bem como o ganho em custos. Como sugestão para melhoria, propõe-se utilizar a metodologia A3 em outros setores da empresa visando que esta ferramenta possa melhorar os processos produtivos no geral.

Referências

- BACHETTI, Ana P. B. **Influência da comunicação entre o planejamento e controle da produção e expedição em um sistema produtivo.** MARINGÁ PR 2021. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/9105/1/TCC.pdf>. Acesso em: 15 jan.2023
- BARRETO, Victor Hugo Peixoto Moreira; WERNER, Steffan Macali. **Aplicação do Lean Manufacturing como Estratégia para mitigar problemas em uma Indústria Automotiva.** 2020. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/09252020_110917_5f6df8a58d0ef.pdf. Acesso em:10 jan. 2023.
- BERTI, Livia Licioli. **Processos de Certificação da Qualidade.** Editora Saraiva. São Paulo, 2021.Acesso em:19 mar.2023.
- CARVALHO, Maria Cecilia. **Construindo o saber: metodologia científica-fundamentos e técnicas.** Papirus Editora, 2021. Acesso em:14 fev.2023
- CASTRO, Telmo Rafael da Silva. **Otimização do processo de calandragem da tela têxtil.** 2017. Tese de Doutorado. Disponível em: <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/12779>. Acesso em:20 maio 2022.
- COSTA, João E. B. F.; ARAÚJO, Paulo S. R.. **Logística reversa de pneus pós-consumo na empresa brasileira de correios e telégrafos - SE-BA.** Investigação,

Sociedade e Desenvolvimento , [S. l.] , v. 11, 2022. Disponível em:
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/28018>. Acesso em: 20 maio 2022.

COBÊRO, C.; OLIVEIRA, M. C. F. PATUDO, P. H. **Implantação da ferramenta de qualidade 5S em uma fábrica de esquadilhas de alumínio**. Revista Científica da FAEX. v.6, n. 1, p. 1-30.2014. Disponível em:
<http://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucacao/article/view/50/35>. Acesso em 28 maio. 2023

CAMPOS, C. R. **Aplicação da metodologia A3 na implementação de sistemas de gestão integrado multisite**. 24f. TCC (Graduação) - Curso de Especialização em Engenharia da Qualidade, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/23213> . Acesso em: 28 maio. 2023.

COSTA, Jonathan B.; CASELLI, Francisco T. R. **Proposta de solução de problemas para uma empresa de varejo baseada no modelo Toyota A3**. Brazilian Journal of Development, v. 4, n. 7, p, 2018. Disponível em:
<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/4392>. Acesso em: 13 jun. 2022.

DONATO, J. S., Gomes, T. C., Schuster, M. A., & Junior, M. W. J. S. **Aplicação do método de solução de problemas A3 para o aumento de produtividade em um call center**. Brazilian Journal of Production Engineering, v. 8, n. 2, p. 116-125, 2022. Disponível em:
<https://scholar.archive.org/work/azaozj33vghbotu77iehyho4a/access/wayback/https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/download/37454/24847>. Acesso em: 20 fev. 2022.

GABRIEL, Braian et al. **Logística reversa na indústria de pneus**. Sul-Mineiro Business Management Journal, v. 2, n. 2, p. 36-55, 2020. Disponível em:
https://www.fadminas.org.br/novo_site/wp-content/uploads/2021/04/Artigo-3-LOGISTICA-REVERSA-NA-IND%C3%A9ASTRIA-DE-PNEUS.pdf. Acesso em :02 fev. 2023.

GAYER, JACA. **Gestão da qualidade total e melhoria contínua de processos**. Curitiba: Contentus, 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Disponível em:

<https://periodicos.uff.br/trabalhonecessario/article/download/10563/7358>. Acesso em 28 maio. 2023

LEANDRO, Rodrigo Xavier. **Influência da textura dos pavimentos e diferentes tipos de pneus na resistência ao rolamento**. Dissertação de Mestrado.

Universidade Federal de Pernambuco. 2018. Disponível em: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MEC NICA PROGRAMA DE PÓS-GRA. Acesso em: 10 jun. 2022

LANDIVA, Talita Helena. **Gestão da Qualidade Total**. 1º edição. Editora Saraiva.

São Paulo, 2021. Acesso em: 30/03/2023

LIMA, S. B. O. Oliveira, J. L. C. D., Silva, R. B. Z. D., Rosa, J. D. S., & Ribeiro, M. R. **R. Ferramentas da qualidade aplicadas à conferência do carro de emergência: pesquisa de métodos mistos**. Escola Anna Nery, v. 25, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ean/a/jSPp3VWGBWdk9NVjSrQcyQN/?format=html&lang=pt>.

Acesso em 12 fev. 2022.

LAURINTINO, Thaíris Karoline Silva. **Ferramenta da gestão da qualidade total: estudo de caso em uma indústria de laticínio**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 8, p. 12033-12072, 2019. Disponível em:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/2778/2754>.

Acesso em : 20 mar. 2023.

LIMA, Gabriel Penna Kramer. **Caracterização e avaliação do comportamento de combustibilidade de pneus inservíveis e suas misturas com carvão mineral em termobalança visando à injeção em altos-fornos**. 2022. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/251723/001153281.pdf?sequence=1>. Acesso em : 23 mar. 2022.

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da qualidade**. Saraiva Educação SA, 2º edição, 2020. Acesso em: 02.mai.2023

LOPES, Pedro Figueira. **Pneus aeronáuticos: inspeções e manutenções**. Ciências Aeronáuticas-Unisul Virtual , 2019. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8061/1/PETER_FIGUEIRA_LOPES-TCC.pdf. Acesso em : 05 maio. 2023.

MAIA, Hermano E. R. **Melhoria de qualidade nos processos da indústria dos pneus**. Porto, 2017. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/106683/2/202161.pdf>. Acesso em: 21 maio. 2023

MASCARENHAS, Fábio Sampaio. **A regulação jurídica da integração dos modais de transporte no Brasil: o Sistema Nacional de Viação como instrumento para a superação do subdesenvolvimento**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2020. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2133/tde-02052021-221224/publico/8704851_Dissertacao_Parcial.pdf. Acesso em: 27 maio. 2023

MENDES, Denis; VENCESLAU, Orlando. **Uma Análise do perfil de perdas de Pneus transbordos em uma usina Sucroalcooleira em Jataí Goiás**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/31825/1.pdf>. Acesso em: 11 abril. 2023

NUNES, E.A. **Aplicação das ferramentas do lean manufacturing na melhoria dos processos de fabricação de presilhas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica). Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Panambi, 2019. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6047/Everton%20Antonio%20Nunes.pdf?sequence=1>. Acesso em: 05 maio .2023.

NOVASKI, Vanessa; FREITAS, Jéssica Lopes; BILLIG, Osvaldo Alencar. **Aplicação de matriz gut e gráfico de pareto para priorização de perdas no processo produtivo de uma panificadora.** International Journal of Development Research, v. 10, n. 11, p. 42203- 42207, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Osvaldo-> Acesso em:17 maio. 2023

OLIVEIRA, Fênix Araújo de Duarte, Suelma Rodrigues. **Ferramentas básicas aplicadas à qualidade: uma revisão bibliográfica.** RAUEG – Revista de Administração da Universidade Estadual de Goiás, v. 11, n. 2, p. 91-110, 2020. Disponível em:https://www.revista.ueg.br/index.php/revista_administracao/article/view/10581/78 80. Acesso em:20 fev. 2023

PASCOAL, Erik Telles; IAMAGUTI, Bruna Hiroko; BERNARDES, Pedro Henrique Vilela. **Metodologia A3: aplicação, vantagens, desvantagens e dificuldades a partir do estudo em uma fábrica de papel.** Revista Produção Online, v. 21, n. 4, p. 2012-2032, 2021.Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/download/4392/2119> .Acesso em: 28 mar.2023

PEDRAZZOLI, Eduardo Nomura. **Reintegração da borracha de pneus inservíveis para construção civil.** 2021.Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/16104/TCC%20Eduardo%20Pedrazzoli%20.pdf?sequence=1>. Acesso em: 18 maio. 2023.

PRODÓSSIMO, Verônica. **Polímero de interesse industrial: um estudo sobre a borracha.** Scientia Naturalis, v. 3, n. 2, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/download/5685/3214>. Acesso em: 20 abril. 2023.

PEREIRA, Caio Clemente; SILVEIRA, Lucas William Lopes. **Importância da gestão de pneus: estudo de caso das práticas de manutenções em um operador logístico.** 2020. Disponível em:

https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/5464/1/Tecnologiaemlogistica_2021_1_Caioclementepereira_Importa%CC%82nciadagesta%CC%83o%20depneusEstudodecasodapra%CC%81ticasdemanutenc%CC%A7o%CC%83eseumoperadorlogi%C%81stico%20.pdf. Acesso em: 20 mar. 2023.

PASCOAL, Erik Telles et al. **Metodologia A3: prós e contras a partir da perspectiva de um estudo de caso**. Cadernos UniFOA, v. 17, n. 49, p. 49-60, 2022. Disponível em:

<https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/download/3921/2908>. Acesso em: 18 abril. 2023

PEREIRA, Felipe Cerchiareto; NETO, João Manoel Luiz; PANCRACIO, Leonardo. **Aplicação do método A3 para resolução de problemas em uma empresa de óleo e gás**. Revista Femass, v. 5, n. 2, p. 27-43, 2022. Disponível em:

<https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/download/3921/2908>. Acesso em: 18 abril. 2023

PRADO, Matheus Borges et al. **Determinação e gestão de causas raízes de falhas e proposta de melhoria por meio do 5W2H no setor de atendimento de uma pizzaria em de Minas Gerais**. Brazilian Journal of Business, v. 3, n. 4, p. 3295-3305, 2021. Disponível

em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJB/article/download/35843/27874>. Acesso em: 18 maio. 2022

PRODÓSSIMO, Verônica. **Polímero de interesse industrial: um estudo sobre a borracha**. Edição v. 3 n. 2: Edição Especial 20º ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química (I). Minas Gerais. 2021. Disponível em:

<https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/download/5685/3214>. Acesso em: 11 mar. 2023

QUEVEDO, V. C. S. P. **O Impacto da Nova ISO 9001:2015 no Planejamento Estratégico Organizacional**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 04, Vol. 04, pp. 60-72, Abril de 2018

RUI, Charles; SOUZA, Rafael L. F.; CASTRO, Luiz R. **Estudo de Caso: Proposta para Redução do Custo da Não Qualidade Através da Metodologia A3 em Uma Empresa Metalúrgica e Moveleira da Serra Gaúcha.** Revista Conectus: tecnologia, gestão e conhecimento, v. 1, n. 4, 2021. Disponível em: <https://revista.ftec.com.br/index.php/01/article/download/58/73>. Acesso em: 06 maio. 2022.

SILVA, Matheus Felipe Fragoso da et al. **Análise da Gestão dos resíduos sólidos em uma empresa têxtil de Campina Grande-PB.** 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/24971/MATHEUS%20FELIPE%20FRAGOSO%20DA%20SILVA%20-%20TCC%20ARTIGO%20ADMINISTRA%C3%87%C3%83O%20CH%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SILVA, Briany Campos do Carmo; TROMBINI, Jéssica de Castro; CORREA, Rafaela Saraiva. **APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DIAGRAMA DE ISHIKAWA E 5W2H: um estudo de caso em uma microempresa de móveis no Sul de Minas.** 2019. Disponível em: <http://192.100.247.84/bitstream/prefix/1199/1/BRIANY%20CAMPOS%20DO%20CARMO%20SILVA%202.0.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SANTOS, Pedro V. S. SILVA, Eduína C. **Gestão estratégica da qualidade aplicada à redução de devoluções.** Navus, Florianópolis. V. 9, p. 30-48. 2019. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/513a/b12efca9101d33676755e6536caad3a7f6a8.pdf>. Acesso em: 31 abril. 2023

SOUZA, G. M.; AMBONI, N.; ORSSATTO, J. H. C.. **Planejamento Estratégico no Agronegócio: proposta de aplicação em uma empresa de Santa Catarina.** Revista Espacios, Florianópolis, v. 38, n. 3, p.2-11.2022. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a17v38n03/a17v38n03p02.pdf> . Acesso em 05 maio.2023

SANTOS, Bervylly Lianne de Farias et al. **Avaliação das propriedades físicas, mecânicas e microestruturais do concreto incorporado com borracha de pneus**. 2018. Disponível em:

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/25119/BERVYLLY%20LIANNE%20DE%20FARIAS%20SANTOS%20->

[%20TCC%20ENG.%20CIVIL%20CTRN%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/25119/BERVYLLY%20LIANNE%20DE%20FARIAS%20SANTOS%20-%20TCC%20ENG.%20CIVIL%20CTRN%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Acesso em: 11 jun. 2022

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2018

VIANA, Camila Emanuelle. **Ações para reduzir não conformidades em um processo de produção de portas de refrigeradores com o auxílio de um relatório A3**. 2021. Disponível em:

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/20428/1/PDF%20Trabalho%20TCC.pdf>. Acesso em: 11 maio. 2023

VENTURA, Katia Sakihama; SUQUISAQUI, Ana Beatriz Valim. **Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos**. Ambiente construído, v. 20, p. 333-349, 2019.

Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/PjBPmYbmRGHktMHZFPzfV9t/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 11 mar. 2023

WILVERT, José Evandro et al. **Aplicação do relatório A3 para propor melhorias de redução do lead time de processo em uma indústria têxtil**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/232142/TCC.pdf?sequence=1> Acesso em: 20 abril. 2023.

WIDMEN. Widmen Autorizada. **Entenda a estrutura do pneu**, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/251723/001153281.pdf?sequence=1>. Acesso em: 13 abril 2023.

XAVIER, Leonardo. **A ferramenta de gestão 5W2H**. 2019. Jr. Engunesp. Disponível em: <https://www.jreng.net/post/2019/08/02/a-ferramenta-de-gest%C3%A3o-5w2h>. Acesso em: 24 mai. 2023

SOARES, Igor Nazareno; DE POTÊNCIA, Sistemas Elétricos; DE SOUSA, Felipe Schiavon Inocêncio. **Ferramentas da qualidade: uma revisão de diagrama de ishikawa, 5W2H, ciclo PDCA, DMAIC e suas interrelações**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/b7f13b16-0640-4823-9809-9f76cc7a7df8/3170-9459-2-PB.pdf>

SANTOS, Taynara de Pádua. KAWAKAME, Marcelo dos Santos. **Utilização do Diagrama de Pareto e outras ferramentas da qualidade para análise de não conformidades de uma indústria metalúrgica do sul de minas gerais**. 2019. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_293_1656_38514.pdf.

CHIBA, Alberto Kendi. ALMEIDA, Jade Baetriz Pereira. **Ferramentas da qualidade aplicada ao processo de suprimentos na construção civil**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/31>

AMORIM, Raquel Luisa Silva. **Aplicação da metodologia DMAIC para mapeamento e melhoria de fluxo rodoviário em uma mineradora**. 2022. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/3004/TCC_APLICA%C3%87%C3%83O_METODOLOGIA_DMAIC.pdf?sequence=3&isAllowed=

