



## Uma Análise do perfil de perdas de Pneus transbordos em uma usina Sucroalcooleira em Jataí Goiás

Denis Diones Fidelis Mendes<sup>1</sup>, Orlando Venceslau da Silva Neto<sup>2</sup>  
denysmendes@gmail.com; orlandovenceslau2529@gmail.com

Professora orientadora: Janaina Martins Gouveia

Coordenação de curso de Engenharia Mecânica

### Resumo

O investimento em ferramentas se destaca como uma solução eficaz para melhorar o gerenciamento de atividades, principalmente em indústrias que fazem a manutenção de pneus. Cada vez mais as indústrias buscam identificar em seus processos causas que impactam negativamente no desempenho dos pneus. Diante disto, o presente estudo tem como objetivo identificar as possíveis causas das falhas que levam ao sucateamento e perda prematura dos pneus de transbordos em uma empresa do setor sucroenergético no Município de Jataí-GO, para propor medidas de melhoria de gestão da manutenção dos pneus, a fim de melhorar o processo e gerar uma redução nos custos para a organização. Para tanto, utilizou-se, em conjunto, as ferramentas de qualidade diagrama de Ishikawa, método 5W2H e Gráfico de Pareto. Tais ferramentas se mostraram eficientes para a análise das falhas que ocorrem na manutenção de pneus, alcançando benefícios para melhor controlar e eliminar os riscos, de forma a garantir melhores resultados para o setor. Todas estas estratégias adotadas possibilitaram uma identificação mais clara das principais causas das falhas nos pneus, que foram: ausência de padronização da calibração, o excesso de cargas dos transbordos, velocidade incompatível, despadronização de medidas das rodas, perda prematura das rodas e pneus e falhas na calibração. Sendo assim, realizou-se um levantamento de dados e elaborou-se um plano de ação eficaz para a eliminação de perdas e redução dos custos indesejáveis. A pesquisa e coleta dos dados em campo reforçou a importância de se obter melhorias no processo de manutenção dos pneus. Os problemas recorrentes foram apresentados no Gráfico de Pareto, o que possibilitou rever os processos realizados na empresa. Com isto, percebeu-se que a adoção de um plano de ação gerou a redução dos problemas com perdas dos pneus, porque as falhas passaram a ser solucionados e, conseqüentemente, diminuiu-se os custos finais.

**Palavras-chave:** Manutenção de pneus. Análise de falhas. Diagrama de Ishikawa. Método 5W2H. Gráfico de Pareto. Ferramentas de qualidade.

### 1 INTRODUÇÃO

O mercado atual da agroindústria brasileira, em especial as indústrias sucroenergéticas, caracterizado pelas inúmeras e constantes mudanças, requer que as empresas estejam sempre se adequando e investindo em melhores tecnologias e inovação a serem implementadas nos seus processos, com vistas a gerar soluções mais céleres e eficazes para os problemas enfrentados.

Neste contexto, a indústria 4.0 surgiu com a proposta de revolucionar e otimizar os processos empresariais, em especial no segmento automotivo (SANTOS; RUGGERO; SILVA, 2021). Sabe-se que as indústrias automotivas veem diante de si desafios que se avolumam, pois

<sup>1</sup> Graduação em Engenharia Mecânica – Centro Universitário UNA.

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia Mecânica – Centro Universitário UNA.

é um setor que passa por dificuldades nos dias atuais, em especial por ocasião da pandemia e com os reflexos da guerra entre a Rússia e Ucrânia (MATSUBARA, 2022). Frente a isto, as tecnologias não são mais uma opção, e sim uma imposição, em virtude de terem se tornado indispensáveis para as empresas conseguirem inovar nos seus produtos e, assim, se manterem competitivas no mercado.

Diante do exposto, o presente projeto tem como objetivo identificar as possíveis causas das falhas que levam ao sucateamento e perda prematura dos pneus de transbordos em uma empresa do setor sucroenergético no Município de Jataí-GO, para, assim, propor medidas de melhoria de gestão da manutenção dos pneus, a fim de otimizar o processo e gerar uma redução nos custos para a organização.

## **2 GERENCIAMENTO DE PNEUS**

Com o advento do desenvolvimento dos pneus de borracha, que apresentam resistência, durabilidade e conforto para transporte de cargas e pessoas, houve um crescimento muito grande no volume de fabricação e venda de pneus a nível mundial, de modo que este mercado se torna a cada dia mais competitivo. Diante disto, buscar estratégias e políticas que visem a favorecer uma redução de custos e aumento da competitividade tem se destacado como o principal objetivo das empresas (RAMOS FILHO, 2005).

No setor de transportes, produtos como os pneus, são de suma importância para a administração das empresas. Deste modo, a forma como se gerencia tais itens difere bastante e depende de vários critérios de performance. No entanto, é preciso ressaltar que a gestão neste segmento tem por base o estudo das variações que influenciam, direta ou indiretamente, o comportamento e desempenho dos pneus, pois isto pode levar à redução significativa do custo por quilometro para a empresa, que faz a aquisição de melhores pneus, por intermédio da equação preço x benefício e da promoção de uma maior vida útil do veículo em geral (DARIO, 2012).

É possível classificar a gestão de pneus em três fases, que são: analisar e processar as informações que existirem; observação e avaliação técnica dos itens; e análise e controle dos resultados. Estas etapas objetivam facilitar o gerenciamento de pneus, a fim de diminuir as manutenções em veículos, reduzir os custos administrativos e técnicos e minimizar estoques e seus custos. Também faz parte do gerenciamento o controle e análise da quilometragem que a frota rodou, monitoramento de pneus em recapeamento, calibragem, rodízio e o sucateamento deles quando finda sua vida útil (DARIO, 2012).

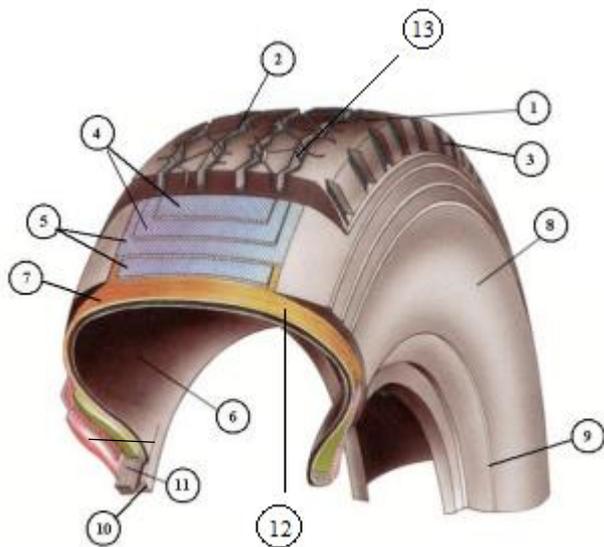
Quando se fala em custos e eficiência da unidade em empresas que trabalham com pneus, as falhas se destacam como um dos principais problemas enfrentados pelas organizações deste segmento.

### **2.1 Partes e construção dos pneus**

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 (GOMES, 2022).

A Figura 1 dispõe das características que compõem os pneus, na qual cada numeração destacam as partes e aplicações em sua estrutura.

**Figura 1. Nomenclatura básica dos pneus.**



Fonte: Haviaras (2005).

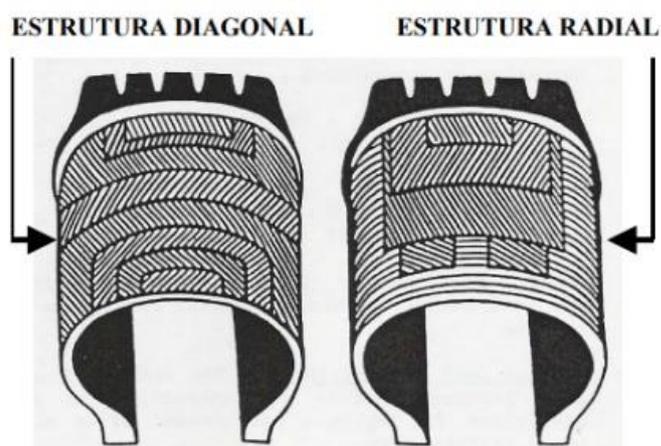
De acordo com a norma ABNT NBR 224, por meio da qual criou-se a nomenclatura básica dos pneus, eles são compostos por:

- 1) Banda de rodagem: parte do pneu que entra em contato com o solo.
- 2) Sulcos: cavidades que recortam a superfície da banda de rodagem longitudinal e/ou transversalmente, definindo o seu desenho.
- 3) Ombros: partes do pneu entre a banda de rodagem e os flancos.
- 4) Lona(s) ou cinta(s) de proteção: parte exterior da estrutura resistente do pneu, que tem a finalidade de proteger as lonas/cintas de trabalho.
- 5) Lonas ou cintas de trabalho: parte exterior da estrutura resistente do pneu radial que tem a finalidade de estabilizar o pneu.
- 6) Revestimento interno: toda a superfície interna do pneu, constituída de componentes de borracha que tem a função de proteção.
- 7) Lona carcaça: parte interior da estrutura resistente do pneu cujos cordonéis estendem-se de um talão a outro.
- 8) Flancos ou costados: partes: parte do pneu compreendida entre os limites da banda de rodagem e os talões.
- 9) Cordão ou Filete de Centragem: linha em relevo próximo da área dos talões que serve para indicar visualmente a correta centralização do pneu no aro.
- 10) Talões: partes do pneu que entram em contato com o aro, garantindo a fixação do mesmo.
- 11) Carcaça: estrutura resistente formada por lonas e eventuais cintas de proteção ou de trabalho.
- 12) Cordonéis: elementos metálicos ou têxteis retorcidos que constituem a carcaça e dão resistência às lonas e/ou cintas.
- 13) Indicadores de Desgaste da Banda de Rodagem: saliências ou ressaltos dispostos no fundo dos sulcos que indicam visualmente o limite máximo de uso da banda de rodagem do pneu (Figura 1) (ABNT, 2000).

Ao adquirir conhecimento sobre as principais partes dos pneus, tem-se a capacidade de identificar quando problemas acontecem com essa peça e reconhece quando o item está dentro ou fora dos padrões dos fabricantes (GOMES, 2022).

Percebe-se que o pneu é uma estrutura mecânica, a qual funciona sobre tensão, ocasionada pela ação da pressão interna de um fluido, geralmente o ar atmosférico. Os materiais empregados no projeto e manufatura de pneus de veículos de carga pertencem a duas categorias distintas, que são: materiais de reforço e compostos (HAVIARAS, 2005). Como materiais de reforço tem-se, principalmente, os cordonéis usados na carcaça e cintas e os arames de aço dispostos nos frisos dos talões. A carcaça é a parte principal do pneu, a qual é formada por uma ou mais camadas de cordonéis emborrachados, denominadas de lona, em que frequentemente se utiliza nylon para pneus diagonais e aço para pneus radiais de carga, consoante se vê na Figura 2.

Figura 2. Estrutura diagonal e radial do pneu.



Fonte: Ford e Charles (1988, citado por HAVIARAS, 2005).

Os pneus diagonais são comumente caracterizados por uma estrutura rígida com propriedades mecânicas parecidas, seja na banda de rodagem, seja na lateral (flanco). Tal estrutura é formada por camadas de fios de nylon revestidos de borracha, sobrepostas uma sobre a outra, de talão a talão. Estas as camadas têm fios paralelos na diagonal e são colocadas em sentidos diversos, de modo que os fios se cruzem tendo um formato em x (SILVA; CASTRO, 2022).

Já os pneus radiais são formados por fios de nylon ou aço, paralelos uns aos outros, revestidos de borracha, situados em sentido radial (dirigidos ao centro), de talão a talão. A banda de rodagem dos pneus radiais tem outras camadas de fios sobrepostas umas nas outras em sentido diagonal, de ombro a ombro, fato que implica em menos deformação na área de contato com o solo e maior proteção a possíveis perfurações (SILVA; CASTRO, 2022).

Cada modelo de veículo requer a utilização de um tipo de pneu adequado a ele. Em meios aos tipos de pneus, destacam-se: on-road ou convencional, destinados para asfalto, em virtude de sua capacidade de resistir a terrenos irregulares; pneu misto, adequado para solos asfaltados e estradas de terra; pneus verdes, mais leves e de maior duração, os quais geram menos ruídos; pneus radiais, têm banda de rodagem mais duradoura, ideais para altas velocidades; e pneus para carga, para carros de passeio, marcados com o código C logo após a medida, e para caminhonetes maiores, furgões e utilitários esportivos, marcados com a sigla LT (TECFIL, 2022).

No caso dos pneus diagonais, as lonas cruzam o pneu de talão a talão, com ângulo diagonal dos cordonéis relacionado à linha de centro do pneu (geralmente ângulos de 25° a 40°) em direções diversas para cada lona, o que resulta numa estrutura de cordonéis cruzados. Já os pneus radiais, têm a carcaça posicionada perpendicularmente aos aros dos talões, a banda de

rodagem é reforçada em sua circunferência por cintas de aço, que diminuem os defeitos dela na área de contato com o solo e possibilitam maior proteção com relação às perfurações (PIRELLI, 2022).

## 2.2 Capacidade de carga

A maior parte da segurança de um veículo tem relação direta com o material rodante, formado por pneus e rodas, onde o primeiro realiza a ligação física entre carro e solo. Todavia, é importante considerar os requisitos operacionais do automóvel, entre eles tem-se a capacidade de carga, pois se não levar em consideração este quesito pode ocasionar consequências muito danosas (OLIVEIRA, 2021).

Os pneus são desenvolvidos no intuito de manter sua temperatura de equilíbrio. No que diz respeito aos pneus radiais de carga esta temperatura é de, no máximo, de 90°C. Temperaturas maiores que esta, por curtos períodos de tempo, não costuma causar problemas, porém, quando é por longos períodos gera a perda da resistência dos materiais componentes e pode chegar a ocorrer separações na estrutura do pneu (FORD; CHARLES, 1988, citado por HAVIARAS, 2005).

Os pneus não são todos iguais, pois cada um deles possui uma medida específica. Em virtude disto, é importante o conhecimento acerca dos requisitos para cada tipo de pneu. Geralmente os manuais do proprietário trazem especificações claras sobre as medidas como 185/60 R15 ou 195/50 R16, neles constam as cargas de calibragem, seja no caso de veículo vazio, seja no carregado. Todavia, a velocidade limite do pneu, precisa ser observada também pelo proprietário do veículo (OLIVEIRA, 2021).

A limitação tem relação direta com a capacidade estrutural do pneu de suportar uma velocidade com carga máxima, ou um pneu com o máximo de peso suportado na velocidade especificada. O próprio pneu indica qual é a velocidade limite. Assim sendo, cada unidade apresenta várias informações, diversas das medidas, mais comumente conhecidas. A indicação do limite de velocidade fica disposta no pneu por meio de letras, que variam de J a Y, acompanhada de outra, com algumas exceções e reposicionamentos, que se refere ao tipo de pneu (OLIVEIRA, 2021).

Neste contexto, a letra R significa radial, porém, na nomenclatura completa de um pneu moderno, a designação geral é a seguinte: um pneu 185/65 R15 87 S tem o número “185” referente à largura do pneu em mm, já 65 é a altura em %. R é radial e 15 é o tamanho da roda em polegada. Assim sendo, quando o pneu apresenta a descrição 87 e S, o primeiro dado tem relação com o limite de carga do pneu, que nesse caso é de 545 kg e o segundo com o limite de velocidade (180 km/h). Ressalta-se que a letra “H” identifica pneus com máxima limite de 210 km/h em plena carga ao invés de ser a letra “U”, por exemplo (OLIVEIRA, 2021). A Tabela 1 expressa os limites de velocidade dos pneus:

Tabela 1. Limites de velocidade com carga máxima dos pneus

<b>Identificação no pneu</b>	<b>Limite de velocidade com carga máxima</b>
A	40km/h
B	50 km/h
E	60 km/h
D	65 km/h
E	70 km/h
F	80 km/h
G	90 km/h
J	100 km/h
K	110 km/h
L	120 km/h
M	130 km/h
N	140 km/h
P	150 km/h
Q	160 km/h
R	170 km/h
S	180 km/h
T	190 km/h
H	210 km/h
V	240 km/h
W	270 km/h
Y	300 km/h
(Y)	> 300 km/h

Fonte: Oliveira (2022).

Nota-se, assim, que cada pneu tem um limite de carga que ele suporta, o que vem indicado pelos números, mas não implica obrigatoriamente no peso suportado, razão pela qual é preciso conhecer a tabela de carga de pneus (Tabela 2).

Tabela 2. Limites de carga do pneu (individual)

<b>Identificação no pneu</b>	<b>Limite de carga do pneu (individual)</b>
30	106 kg
40	136 kg
50	190 kg
60	250 kg
70	335 kg
80	450 kg
90	600 kg
100	800 kg
110	1060 kg
120	1400 kg

Fonte: Oliveira (2022).

No caso de veículos comerciais leves, médios e pesados, o índice de capacidade de carga limite de um pneu vai de 100 a 191, onde tem-se de 800 kg a 10.900 kg, o que representa capacidades maiores do que dos carros comuns. Quando há respeito aos limites e a necessária

atenção aos outros elementos limítrofes dos pneus, o proprietário adquire o pneu adequado para seu carro, e, assim, evita que o preço seja o determinante na compra (OLIVEIRA, 2021).

A temperatura de equilíbrio se desenvolve no decorrer da operação contínua do pneu de carga e representa uma função da pressão, carga e velocidade, a que o pneu se expõe. A temperatura aumenta de forma rápida no início e depois vai subindo aos poucos até chegar a um valor equilíbrio. Na temperatura equilíbrio, o calor no interior dentro da estrutura do pneu é semelhante à dissipada pelas superfícies externas a ele (HAVIARAS, 2005).

O motivo primordial para o aumento da temperatura no pneu é a transformação de energia cinética em calor, ocorrida em função da alta histerese dos compostos de borracha. Assim, quanto mais significativas forem os danos sofridos pela borracha (maior deflexão do pneu) e maior a quantidade de ciclos no tempo (maior velocidade implica em maior transformação de energia em calor e, assim, também aumentará a temperatura de equilíbrio. Sobrecarga e sub-inflação levam à deflexão, esta que consiste num dos fatores no desenvolvimento de calor em um pneu de carga (FORD; CHARLES, 1988).

### **2.3 Tamanhos utilizados para pneus**

No contexto do mercado brasileiro, as variações em tamanhos dos pneus são mais comuns no que diz respeito aos pneus de caminhões e ônibus, cujas medidas tem relação com o tipo de aplicação. Quanto à destinação para utilização no perímetro urbano, os pneus destinados a caminhões de percurso urbano ou de curta distância e ônibus urbanos, evoluíram, de modo que foram das medidas 9.00R20 para 10.00R20, por conta do maior peso dos veículos usados neste segmento, de modo que se adotam as medidas 275/80R22, com vistas a obter as vantagens do uso de pneus sem câmara. Todavia, existem outros nichos onde se verifica a utilização da medida 295/80R22.5. No caso do transporte rodoviário, os ônibus interurbanos e caminhões de percurso longo geralmente equipados com reboques, utiliza-se a medida 11.00R22 para 295/80R22.5 em função do uso do pneu sem câmara.

### **2.4 Práticas de manutenção de pneus**

A relação existente entre manutenção e desempenho tem se destacada em vários estudos. As práticas de manutenção mais adequadas, de acordo com Kardech e Nascif (2013), têm se revelado superiores aos resultados, de acordo com conclusão de um processo sistemático e julgadas como exemplares, boas ou de sucesso demonstrado.

Quando se pretende otimizar a organização de um modo geral, pode-se contar com diversas. Todavia, elas apenas acarretarão resultados eficazes à medida que os colaboradores que fazem parte da manutenção adotarem uma nova cultura, sua missão estratégica, seus novos paradigmas, os tipos mais eficientes de manutenção, o trabalho em equipe, a multifuncionalidade ou polivalência, a manutenção precisa ocorrer de modo planejado no ambiente empresarial. Cita-se a existência de seis tipos principais de manutenção, estes que envolvem:

- a) corretiva não planejada;
- b) corretiva planejada;
- c) preventiva;
- d) preditiva;
- e) detectiva;
- f) engenharia de manutenção.

A gestão da manutenção de pneus é responsável pelo controle de todos os parâmetros que têm relação com os pneus, a exemplo de: acompanhamento de sua vida útil, análise de

quilometragem, controle de calibragem, rodízio, processos de sucateamento e compra dos pneus, entre outros (GOODYEAR, 2022). Como afirma Pinto e Xavier (2001), para realizar o transporte com segurança, a manutenção e os pneus precisa ter uma atividade estruturada da empresa, integrada com todos os setores operacionais, que gerem meios de maximizar os resultados almejados.

Ademais, o pneu precisa ter uma durabilidade satisfatória, bem como oferecer segurança para o desempenho dos veículos e gerar a satisfação dos profissionais de transporte. Para tanto, o pneu precisa apresentar: a) baixa resistência ao rolamento e economia de combustível, baixo nível de ruído, possibilidade de ressulcagem e consertos, possibilidade de recauchutagens e capacidade de velocidade alta dentro dos padrões técnicos e legais (GOODYEAR, 2022).

De acordo com a (Bridgestone, 2018), os fatores responsáveis por reduzir a vida útil dos pneus, em razão da inadequação, estão baseados nos cinco ladrões de quilometragem:

a) Alinhamento incorreto: Reduz a quilometragem em até 25%. O alinhamento do eixo dianteiro é uma condição existente pela legislação de trânsito, segundo o Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN (558/80), sob pena de multa e apreensão do veículo, onde determinar o uso exclusivo de pneu novo.

b) Balanceamento incorreto: Reduz a quilometragem em até 20%. Os balanceamentos podem ser de três tipos: - desequilíbrio estático; - desequilíbrio dinâmico; e - ambos; estáticos e dinâmicos juntos. Os desbalanceamentos, além de ser desconfortável ao volante, causa um desgaste irregular e prematuro dos pneus, dos rolamentos do cubo e dos amortecedores;

c) Controle de pressão inadequado: Reduz a quilometragem em até 30%. O controle de pressão de forma inadequada conduz a uma perda média de 50% na sua vida útil dos pneus. Já com excesso de 30% de peso, perde-se 15% da vida útil. Os pneus devem ser calibrados quinzenalmente, sempre frios, utilizando a pressão adequada ao tipo de pneu e peso transportado, estipulado pelos fabricantes. Existe uma tabela de pressão recomendada para os pneus relacionados a cargas, que é a base correta para a calibragem dos pneus.

d) Desenho de banda de rodagem inadequado: Reduz a quilometragem em até 40%. Os diferentes desenhos de bandas de rodagem devem ser respeitados, devido à grande variedade encontrada no mercado. Não se deve misturar em um mesmo eixo pneus com desenhos e marcas diferentes, pois as matrizes originais destes pneus não são iguais, mesmo sendo da mesma medida.

e) Emparelhamento inadequado: Reduz a quilometragem em até 25%. O emparelhamento incorreto ou inadequado dos pneus, os pneus desemparelhados resultam na distribuição desigual da carga, devido à variação de diâmetro dos pneus, pois rodam com a mesma velocidade, como resultado será um desgaste rápido e irregular do desenho e sobrecarga num dos pneus, pois fatores como: diferença de pressão, os abaulamentos das estradas impedem o correto emparelhamento das rodas duplas.

Além disto, há hábitos que se mostram de total relevância quando se pretende prolongar a vida do pneu e ofertar maior segurança, os quais devem fazer parte do cotidiano do condutor do veículo, porém, geralmente são ignorados. Estas práticas são:

- Calibragem periódica dos pneus: pequenos vazamentos e murchar com o tempo é normal, por isso devemos calibrar constantemente os pneus do veículo com a pressão adequada para cada modelo.

- Colocar tampinhas nas válvulas: as tampinhas não permitem o acúmulo de sujeira no núcleo da válvula impedindo vazamentos de ar pelo canal.

- Alinhamento e balanceamento: deve ser feito periodicamente (aproximadamente a cada seis meses), impede o desgaste irregular do pneu.

- Respeitar os limites técnicos de velocidade e peso para cada modelo: cargas e velocidades excessivas podem ocasionar desgaste prematuro nos pneus (SILVA; CASTRO, 2022).

## **2.5 Gestão da qualidade na manutenção de pneus**

Quando se fala em qualidade, pode-se estar referindo tanto a produtos, quanto a serviços. Este conceito envolve a satisfação dos clientes, melhoria contínua, controle de processos e padronização. O mercado moderno, caracterizado por um alto nível de competitividade, requer das organizações a busca por vantagens competitivas, que não somente lhes possibilitem maior concorrência no mercado, mas, ainda, que gerem um desenvolvimento que assegure a sustentação e a segurança da empresa neste mercado, mas não implique em custos elevados para manterem-se competitivas (MELO; JERONIMO; AQUINO, 2016).

A obtenção de vantagem competitiva tem relação direta com uma gestão que aumente a capacidade da organização potencializar seus lucros e gerar valor a custos iguais ou menores que os dos seus concorrentes. Aliado a isto, tem-se que o diferencial competitivo depende da satisfação do consumidor. O enfoque nas necessidades do cliente com relação ao produto precisa ser um dos principais pontos de uma estratégia de longo prazo para as empresas em meio a um ambiente socioeconômico altamente desafiador (SOUSA; CLAUDINO; MELO, 2016).

Conforme explanado por (Slack, Chambers e Johnston 2009), “a importância da qualidade como um dos critérios de desempenho de um sistema de produção de maior influência na satisfação ou insatisfação dos consumidores diante da percepção de valores intrínsecos à produção”.

Gonçalves (2002) explica que a qualidade é própria do produto. Porém, quem aprova ou não ele é o cliente, motivo pelo qual é imprescindível conhecer e ouvir as necessidades e desejos do consumidor, com vistas a alcançar um grau de excelência na empresa. A busca por qualidade se justifica pela necessidade de satisfazer aos requisitos de projetos e de clientes, os quais têm como parâmetro a adequação do uso, preço competitivo, valor compensador e conformidade com especificações técnicas estabelecidas.

A gestão da qualidade envolve duas áreas de atuação, quais sejam o domínio operacional, responsável pelo desenvolvimento, implantação e avaliação dos programas que objetivam angariar maior qualidade; e o domínio global, que consiste na área da qualidade relacionada à realização de ações em conformidade com a alta administração da empresa e definição das políticas de qualidade de toda a organização (PALADINI, 2011). De acordo com Carpinetti (2012) a gestão de qualidade como estratégia competitiva tem como ponto de partida a constatação de que a conquista e manutenção de mercados tem relação direta com o foco no cliente, a fim de identificar os requisitos e expectativas destes e conseguir oferecer valor ao mercado. Deve-se ter como base, ainda, o fato de que o ciclo do produto, a começar pela pesquisa de mercado focada no cliente, conduz a uma constante identificação de novos requisitos e necessidades. Ao mesmo tempo, as empresas concorrentes também se esforçarão para atender mais as expectativas do mercado. Frente a isto, tem-se o princípio de melhoria contínua de produtos e processos, no intuito de conseguir ofertar maior valor ao mercado.

A melhoria dos processos produtivos pode ser alcançada pelo uso de ferramentas de qualidade, que são abordadas a seguir.

### **2.5.1 Ferramentas de qualidade**

As ferramentas da qualidade se apresentam como métodos estruturados, que visam garantir a implementação de melhorias no processo produtivo. Elas podem ser: dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação. Geralmente cada ferramenta tem características peculiares, por conta das pessoas que a utilizarão ou da finalidade a que se destina (PALADINI, 2011).

Salienta-se que as ferramentas da qualidade são instrumentos usados no intuito de se atentar para as possibilidades de melhoria, ajudar na avaliação e apresentação de resultados, de forma a gerar apoio à tomada de decisão por parte do gestor (BEHR; MORO; ESTABEL, 2008). Carvalho e Paladini (2012) comentam que Kaoru Ishikawa criou a difusão do conjunto de ferramentas conhecido como As Sete Ferramentas da Qualidade, sendo elas: Fluxograma, Análise de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Dispersão ou Correlação, Histograma, Gráfico de Controle e Folha de Verificação, os quais será apresentado nos tópicos seguintes.

### **2.5.2 Fluxograma**

Trata-se de uma ferramenta básica que visa a melhoria dos processos, ao favorecer uma imagem visual daquilo que se estuda. Tal imagem é desenvolvida através de uma representação gráfica de diversas atividades que fazem parte do processo e a sequência entre elas. Com a utilização do fluxograma faz-se o mapeamento de processo, o que é de fundamental importância para a realização do diagnóstico e elaboração de projetos de melhoria, sendo peça imprescindível para uma equipe conseguir entender melhor como funcionam os processos (DANTAS, 2007).

### **2.5.3 Folhas de verificação**

A ferramenta denominada folha de verificação se apresenta como uma ficha na qual as constam impressas as informações que serão examinadas. As folhas de verificação classificam-se em dois tipos: para a distribuição de itens de controle do processo, com os limites superiores e inferiores já conhecidos e para a classificação de defeitos (CARPINETTI, 2012).

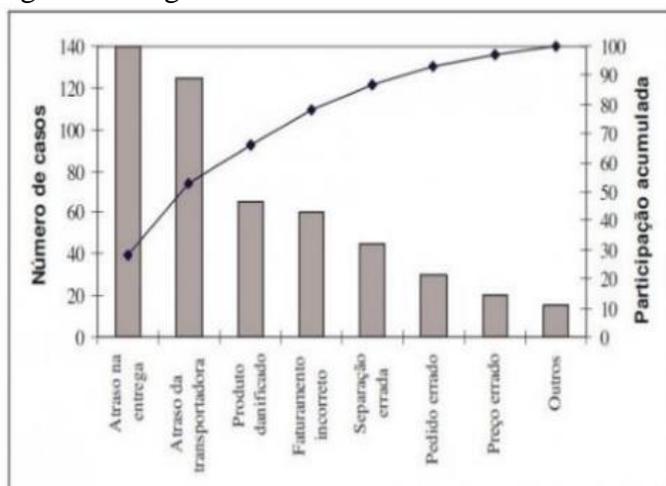
Complementando, Corrêa e Corrêa (2012) explicam que para evitar repetições dos problemas ou dúvidas aos procedimentos a serem realizados, as folhas de verificação precisam conter de maneira simples, clara e objetiva as observações realizadas no processo.

### **2.5.4 Diagrama de Pareto**

O Diagrama de Pareto se define como uma representação gráfica construída de acordo com as informações dadas. Caso o estrato acuse um valor muito elevado, é sinal de que a operação (em sua estratificação) foi malconduzida e deve ser reavaliada. Dois ou três estratos serão escolhidos como prioritários, para serem considerados com problemas e sofrerem novo desdobramento. A coleta de dados e a visualização gráfica apresentada no diagrama de Pareto permitem priorizar quantitativamente os itens mais importantes (QUAGGIO; SERAFIN; PENA, 2010).

O Diagrama de Pareto (Figura 3) é um recurso gráfico bastante usado no intuito de estabelecer uma ordenação das causas de perdas a serem resolvidas. Tal ferramenta é composta por barras verticais tendo como objetivo determinar quais problemas priorizar primeiro com base em seu valor de escala.

Figura 3. Diagrama de Pareto.



Fonte: Carpinette (2012).

Arruda et al. (2017, *apud* PEINADO; GRAEML, 2007) explicam que o gráfico é utilizado para separar por ocorrência mais frequente. Em razão disto, a ferramenta ajuda na tomada de decisão nas empresas, especialmente por possibilitar a identificação dos entraves que geram um grande impacto às suas estratégias (MONARO; RODRIGUES; SATOLO, 2017).

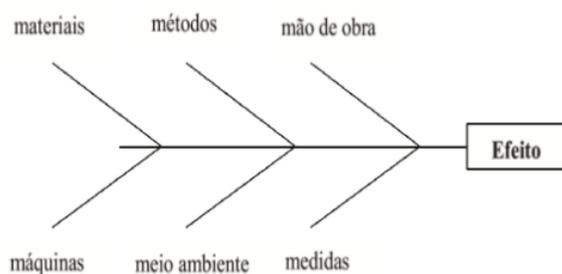
### 2.5.5 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Causa e Efeito é também conhecido como Diagrama de Ishikawa, ou espinha de peixe. Esta ferramenta tem por objetivo, identificar as causas e efeitos, atuando como instrução a fim de determinar qual seja a causa primordial de um efeito que pode acontecer em algum processo, ou seja, quando há a verificação de um efeito no produto ou em qualquer fase do processo, é necessário investigar qual seja a fase geradora do problema ou o efeito detectado (MARSHALL JUNIOR, 2008).

Trata-se de uma ferramenta que permite a identificação e diagnóstico de possíveis circunstâncias que levaram a uma discrepância no processo ou o acometimento de uma situação, e ainda permite a análise de tais causas quanto a sua interação umas com as outras. Permite, ainda, a sua utilização quanto a investigação dos problemas organizacionais. Trata-se de análise de processo a análise que busca tornar transparente a relação estabelecida entre os fatores causais relacionados ao processo e os efeitos como qualidade, custos, produtividade ademais, no momento em que é feito o gerenciamento de processo. Já o controle de processo, é responsável por tentar encontrar quais sejam os motivos de causa que travam o perfeito funcionamento dos processos. Sendo assim, busca uma tecnologia que tenha a capacidade de prever e prevenir o problema antes de seu acontecimento. Efeitos de qualidade, custo e produtividade se mostram como o resultado do controle de processo (ISHIKAWA, 1993).

Campos (2004) traz uma ilustração bastante clara desta ferramenta na figura 4:

Figura 4. Diagrama de causa e efeito.



Fonte: Campos (2004).

Na figura 4 está exposta uma ferramenta utilizada pela administração para o gerenciamento e o controle de qualidade em processos diversos. Em suma, o uso da ferramenta pode aumentar a compreensão dos processos, priorizando atividades e recursos, o que facilita as ações de controle.

### 2.5.6 Plano de ação 5W2H

O 5W2H é uma ferramenta desenvolvida para sanar problemas que são detectados nos processos metodológicos das organizações. É um checklist de atividades específicas que precisam ser desenvolvidas com clareza por parte dos envolvidos na resolução da atividade, e funciona quando realizada em um projeto (LUCINDA, 2016). Para Araújo (2017) o 5W2h é um *check list* usado para reduzir a ocorrência de dúvidas com relação a uma operação que será desenvolvida.

A ferramenta auxilia nas decisões a serem tomadas para quem deseja implantar um plano de ação de melhorias (ARAÚJO, 2017). Lucinda (2016) esclarece que 5W2H são as iniciais de sete perguntas a serem respondidas, com objetivo de que sejam descartadas dúvidas com referência do que deve ser feito. 5W e 2H são iniciais de perguntas em inglês. A ferramenta tem a capacidade de identificar quem serão os responsáveis pelas atividades, o que se deve fazer, quanto tempo têm para realizá-las, quanto vai custar, o porquê de se fazê-las e quando vão ser realizadas. A seguir tem-se a especificação a maneira mais didática para cada uma das perguntas, segundo Lucinda (2016):

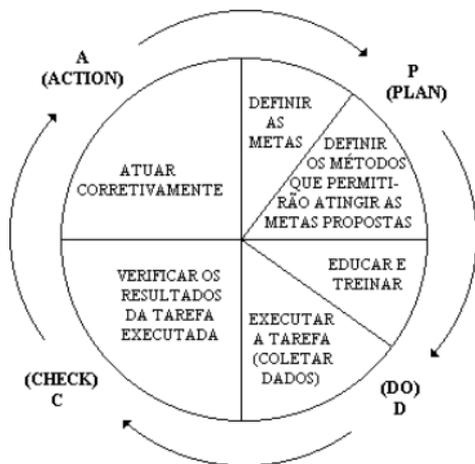
- O quê (what) será feito: definem-se a(s) tarefa(s) que será(ão) feita(s), mediante um plano de execução (o que vai ser realizado?).
- Quando (When) será feito: é feito um planejamento que descreve com precisão o(s) prazo(s) de efetivação da(s) atividade(s) (Quando essa ação será realizada?).
- Por quê (why) será feito: significa o(s) motivo(s) que resultam na execução da(s) tarefa(s) (Por quê isso será realizado?).
- Onde (where) será feito: determina-se o(s) local(is) onde a(s) tarefa(s) deverá(ão) ser executada(s) (Onde essa ação será desenvolvida?).
- Quem (who) fará: são determinados os nomes daquele(s) que será(ão) responsável(is) pela(s) tarefa(s) (Quem essa ação será feita?).
- Como (how) será feito: estabelece-se a forma mais coerente e econômica a ser feita para que a(s) tarefa(s) seja(m) executada(s) (Como essa ação será feita?).
- Quanto (How Much) (Quanto custará para se fazer essa atividade?).

A ferramenta consiste basicamente em fazer perguntas com objetivo de obter as informações que servirão de apoio ao planejamento de uma forma geral.

### 2.5.7 Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action) tem sido uma ferramenta bastante utilizada nas empresas, principalmente por conta da sua eficácia no que diz respeito à análise e solução de problemas. Ao ser aplicado nas organizações, este método possibilita a identificação, avaliação e resolução dos problemas que comumente ocorrem nos seus processos e, via de consequência, a adoção de ações de melhorias. Marshall Junior et al. (2010) explica que se trata de um método gerencial que visa ao alcance de melhoria contínua. Já Vale, Bruno e Borges (2017) discorrem que a aplicação do Ciclo PDCA é feita em quatro etapas básicas: Planejamento, Execução, Verificação e Atuação Corretiva (Figura 5).

Figura 5. Fase do ciclo PDCA.



Fonte: Silva (2006).

Sobre as fases do PDCA, Santos et al. (2017) explicam que a primeira etapa (Planejamento) consiste na identificação do problema, observação, análise e plano de ação, o que culmina com o estabelecimento das metas e meios para se alcançar os objetivos propostos. Na sequência, têm-se a Execução, na qual passa-se à realização das tarefas seguindo o planejamento.

### 2.5.8 Brainstorming

Brainstorming, em inglês, significa tempestade de ideias. Os indivíduos se reúnem em um grupo e dão ideias de maneira livre, e não existem críticas ou interrupções. Geralmente a participação é voluntária e com prazo determinado. O propósito dessa ferramenta é lançar ideias e detalhá-las, sem inibições, busca-se a diversidade de opiniões e contribui para o desenvolvimento das equipes (MAGRI, 2009).

Trata-se da abertura para novas ideias, com objetivo na procura por propostas feitas pelo grupo, a fim de solucionar quais sejam as causas e efeitos dos problemas encontrados, bem como relacionados a condução de decisões a serem tomadas (COSTA, 1991).

Conhecido como “chuva de ideias”, o Brainstorming tem a capacidade de ser levado de duas formas. De acordo com Reyes (2000): a) Brainstorming estruturado: é proposto um trabalho de rodadas sequenciais, onde cada um deve expressar qual seja sua solução ou pode

“passar”, o que significa que este vai aguardar as ideias surgirem até a próxima rodada. Esta maneira de trabalhar é bem aceita por dar oportunidade de ouvir a todos. b) Brainstorming não estruturado: neste estilo os participantes da reunião ou rodada, devem falar de maneira livre quais sejam as suas propostas. Tem por vantagem propiciar um ambiente de menor tensão e maior descontração, o que facilita o surgimento de novas ideias, todavia, corre sérios riscos de que a conversa seja limitada apenas àqueles que são mais participativos, não ouvindo o que os mais retraídos têm a dizer.

São três as etapas para realização do *brainstorming*, as quais estão representadas no quadro 1.

Quadro 1. Etapas para execução do *brainstorming*

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>
1. Descrição do problema	- Apresentar do assunto ou problema a ser abordado. Expressando perguntas como: “o quê?”, “como?”, ou “por quê?”, dependendo do problema escolhido.
2. Fase criativa	- Conceder um tempo para que os integrantes pensem sobre o assunto; - Apresentar suas ideias, expondo de forma verbal ou por escrito. Devendo apresentar o maior número de ideias possíveis; - Registrar ideias
3. Fase crítica	- Analisar as ideias, comparando e eliminando as que são iguais ou que têm o mesmo sentido, as inadequadas e selecionando as melhores; - Analisar as melhores ideias geradas para chegar a uma decisão bem fundamentada para a solução do problema.

Fonte: Lobo (2010).

Resumidamente, o *brainstorming* é uma ferramenta que se presta à geração de ideias, conceitos e soluções para qualquer seguimento, e que deve ser utilizado quando deseja gerar em curto prazo uma quantidade de ideias sobre um assunto a ser resolvido.

### **3 METODOLOGIA**

O presente estudo tem como objetivo evidenciar os processos e propor medidas de melhoria de gestão na manutenção de pneus em uma empresa do setor sucroenergético no Município de Jataí-GO. Assim, os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa foram delineados pela pesquisa bibliográfica, que buscou o embasamento conceitual em revistas, livros e artigos acadêmicos sobre o tema.

Neste contexto, adotou-se também, a pesquisa exploratório descritiva e estudo de caso, partindo de um caso específico, em busca generalizações quanto às falhas e causas ligadas ao sucateamento de pneus da medida 600/50x22.5 utilizados em implementos transbordos de cana de açúcar.

Na etapa que envolveu a coleta de dados, utilizou-se a técnica de documentação indireta, particularmente dados de fontes secundárias, em razão da opção pela pesquisa bibliográfica. Para tanto, analisou-se as informações disponibilizadas na web, sites de órgãos reguladores ambientais; de associações ligadas ao segmento de pneus e ferramentas de gestão de qualidade.

Para efetivação do estudo, desenvolveu-se na indústria do setor sucroenergético no Município de Jataí-GO a coleta de informações. A referida indústria disponibilizou o acesso aos dados do processo de manutenção dos pneus, bem como acompanhamento das atividades, cujos dados foram levantados desde o momento que inicia o processo até o fim do transporte da matéria-prima, a cana de açúcar, por ser a etapa que direciona o subproduto, etanol e bagaço, materiais estes que são aproveitados no processo industrial na queima das caldeiras, que gera gases e vapores para a geração do seu principal produto a energia elétrica.

A coleta das informações ocorreu durante o mês de setembro de 2022. Neste processo acompanhou-se o uso da ferramenta ‘Diagrama de Ishikawa’, em que foram levantadas as principais causas que levam ao sucateamento de pneus de transbordos e, em sequência, discorreu-se sobre a ferramenta que evidencia soluções e melhorias para a manutenção de pneus.

Por fim, após a coleta de informações, desenvolveu-se a análise dos dados, o que é uma etapa de fundamental importância, embora bastante difícil, em virtude de requerer do pesquisador muita atenção para apresentar seu estudo de modo bem delineado e claro. Ademais, a análise das evidências obtidas é um dos aspectos menos explorados na realização de estudos de caso. Portanto, o estudo de caso contou com a coleta de informações, observação e anotações. Em seguida, foram discutidas e avaliadas as informações encontradas.

Com as informações coletadas na pesquisa de campo, apresentou-se as análises dos resultados, com foco nas ferramentas que promovem uma gestão de qualidade. No primeiro momento, observou-se que as equipes estavam investigando junto à manutenção o que ocasionou maiores custos no processo de atividades.

A indústria não realizava alguns procedimentos de controle de manutenção dos pneus, como: disseminação de treinamento dos colaboradores, fornecimento de tabelas com padrões de calibragem, falta de aplicação dos processos preventivos no dia-a-dia, sendo eles causa raiz de algumas falhas encontradas durante a pesquisa.

Quanto ao processo que era realizado pela indústria envolvida na pesquisa, destacam-se as seguintes tarefas:

- Estoque e cadastro de pneus (registro de marcação de n. de fogo do pneu, lote, dot, modelo, sulco);
- Aplicação: uso de pasta de lubrificante do talão do pneu, ferramentas (espátulas para assentamento do pneu na roda, chave pneumática para desaperto das porcas de roda);
- Calibragem mensais dos pneus – na qual os técnicos de pneus se deslocavam até as frentes de trabalho para realização da calibragem, medição do sulco e levantamento de possíveis avarias em todos os pneus dos equipamentos da frente de trabalho.
- Montagem e desmontagem dos pneus exercendo o controle de fichas de montagens e desmontagens para lançamento e gestão no sistema de controle de pneus a fim de acompanhar as movimentações dos pneus e controlar sua vida útil.

Com as reuniões realizadas pelos gestores e colaboradores, percebeu-se que a origem do problema é o sucateamento excessivo dos pneus. Com a intenção de sanar os problemas, nas reuniões semanais discutiram o planejamento das manutenções para as próximas semanas, com o destaque para os custos levantados na semana anterior. Ademais, pontuaram sobre os planos de ações, com base nos desvios de manutenção, que retrataram a falha em pneus como principal ofensor dos equipamentos agrícolas, em relação ao custo e eficiência dos equipamentos.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Com aplicabilidade da ferramenta e identificação do problema, os gestores da empresa adotaram dois planos de ação, o que possibilitou realizar um levantamento para tratar as falhas,

haja vista que as falhas em pneus são um dos maiores ofensores em termos de custos de manutenção na empresa. Observou-se que não havia um controle que avaliasse a vida média dos pneus de acordo com a medida e operação, o que direcionava as equipes de manutenção e engenharia para atuação nos principais desvios.

Para compreender as falhas, a gestão de manutenção criou um perfil de perdas de pneus, no intuito de controlar e identificar os principais desvios. Partindo desta necessidade, a indústria, representada pelos gestores, a empresa desenvolveu dois planos de ações, os quais passaram a ser executados. De início, utilizaram a ferramenta 5W2H, conforme disposto na tabela 3.

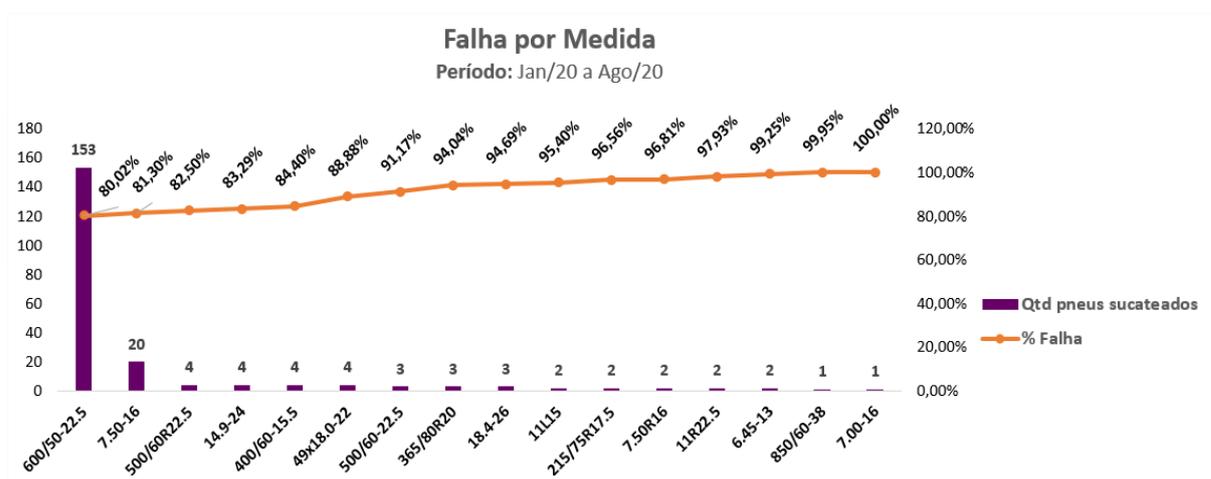
Tabela 3. Informações caracterizada a partir da ferramenta 5W2H

O que?	Como?	Quem?	Quando?
Alto índice de falhas em pneus.	Elaborar Pareto para a realização do perfil de perdas dos pneus.	Analista de PCM	15/08/2022
Reduzir falhas	Realizar análise de causa raiz das falhas	Engenheiro/Gestor de Pneus	20/12/2022

Fonte: Autores.

Ao desenvolver o primeiro plano de ação, conforme discorrido na Tabela 1, criou-se um gráfico de Pareto de perfil de perda (Gráfico 1), o qual identificou o índice de falhas por medidas de pneus, a ponto de ter conhecimento de qual medida é o maior ofensor de custo de pneus.

Gráfico 1. Gráfico de Pareto de perfil.



Fonte: Autores.

No gráfico 1 identificou que todos os pneus com desvios e que apresentaram maior índice de falhas tinham medida 600/50x22,5. Em virtude disto, adotou-se o segundo plano de ação, que teve como objetivo realizar uma análise das perdas dos pneus da medida que obteve maior índice de sucateamento e perda, qual seja o pneu da medida 600/50x22.5, que são utilizados em implementos transbordo, conforme ilustrado no gráfico 1.

Após identificar a medida de pneu que representa maior ofensor de custo de manutenção, montou-se uma equipe composta pelo técnico de manutenção de pneus, gestor de

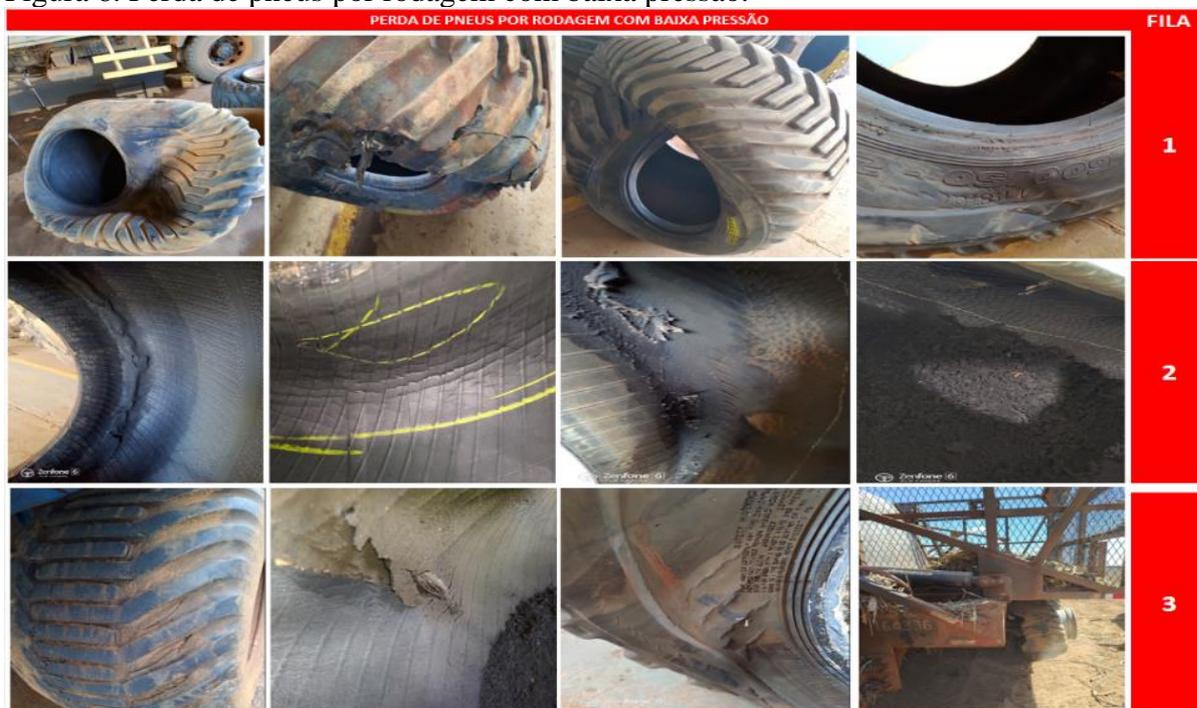
pneus e engenharia, que ficou responsável por acompanhar e levantar as principais falhas e possíveis causas que levam ao sucateamento dos pneus da medida 600/50x22.5.

#### 4.1 Análise das principais falhas dos pneus sucateados

Ao realizar as visitas em campo, observou-se nas frentes de trabalho uma série de possíveis causas para o sucateamento dos pneus, dentre as quais destacam-se:

- Perda de pneus por rodagem com baixa pressão: a perda de pressão, quando está baixa, é um indicativo de falta de ar nos pneus, a perda da pressão de inflação pode ser perdida através de vazamentos pela válvula do bico e ausência da tampinha do bico ou até mesmo através de perfurações através de objetos cortantes ou perfurantes, que consiste em pneus murchos, com calibragem desregulada. Dentre os prejuízos ocasionados por esta condição estão o aumento no consumo de combustível e a perda de peças e componentes do pneu (Figura 6).

Figura 6. Perda de pneus por rodagem com baixa pressão.



Fonte: Autores.

Nos pneus sucateados foram observadas, também, evidências de fadiga, em forma de estrias, tanto na parte interna, quanto na parte externa dos pneus. Ademais, percebeu-se a presença de borracha soltando na parte interna do pneu, o que indica que houve um aumento excessivo de temperatura na parte interna do pneu, em função da rodagem com baixa pressão, o que gera danos irreversíveis ao pneu, devido a sua deformação.

- Perda de pneus devido à despadronização de medidas de rodas: um bom atrito entre o veículo e o solo é feito por meio das rodas e dos pneus. Este conjunto está relacionado com a segurança, razão pela qual é imprescindível respeitar o que é padronizado na normativa. Na figura 7, verifica-se perda de pneus devido à falta de padronização. A troca de rodas, com o uso do que não é predeterminado nas normas pode aumentar o consumo de combustível, além de alterar as características do sistema de freio, o que afeta seu funcionamento. Ademais, é capaz

de comprometer a retomada de velocidade, redução da velocidade máxima e, principalmente, a garantia do assentamento seguro do pneu no aro.

Figura 7. Perda de pneus despadronização de roda.



Fonte: Autores.

Nas desmontagens dos pneus em campo e após recolhimento para o setor da borracharia, realizaram-se as medidas das rodas, ao que se constatou que estavam montadas nos pneus sucateados. Com esta avaliação, foram identificadas, entre todas as rodas desmontadas, a existência de três (03) modelos diferentes de roda. No entanto, somente um dos modelos é compatível com as medidas exigidas pela Norma Alapa conforme figura 8, que demonstra a tabela padrão de aros e rodas.

Figura 8. Pneus milimétricos de secção baixa para implementos agrícolas.

Aro	Largura	Número	Novo		Número	Serviço		Aros aprovados
			I-1	I-3		I-1	I-3	
			600/50-22.5	457.2 (18.00)		591	-	

Fonte: ALAPA (2003).

- Perda de pneus devido à deformação e infiltração: a deformação no pneu ocasiona a separação ou ruptura dos cabos da estrutura, causada por impacto. As bolhas nas faixas laterais do pneu também podem levar à infiltração entre a estrutura do pneu. Em suma, o dano por infiltração provoca rodagem com perfuração não reparada por longos períodos (Figura 9). Ainda neste tipo de perda foi observado que os Pneus de marca Pirelli possuem o talão mais macio tendo maior facilidade em obter infiltração na região do talão do pneu e consequentemente gerando perda de pressão no pneu.

Figura 9. Pneus sucateados com deformação no talão e flanco e presença de infiltração.



Fonte: Autores.

Na figura 10 abaixo, observamos nas recomendações do fabricante da Marca do pneu em estudo a Pirelli, os pneus de aro AG20.00 possuem recomendação do fabricante para uso de 40psi para a carga máxima de 5150kg e velocidade média de trabalho de 40km/h.

Figura 10. Tabela de recomendação de pressão x carga Pneus Pirelli.

HF75™		CONVENCIONAL										CLASSIFICAÇÃO I3																									
Diâmetro do Aro	Hueida	TT / TL	Índice de Carga / Carga de Velocidade	Código IP	Pressão Nominal (kPa)	Carga Nominal (kg)	Aros	Profundidade do Sulco (mm)	Largura da Seção (mm)	Diâmetro Estático (mm)	Solo Estático Sobre Carga (mm)	Hueida	Aplicação em Boboines, Implemento e Plantadire																								
													psi	24	28	32	36	40	44	48	50	52	60	70	80	90											
22.5"	600/50-22.5	TL	152 AB	18378	40	3550	AG20.00	30	615	765	512	600/50-22.5	1.6	1.9	2.1	2.4	2.7	2.9	3.2	3.3	3.4	4.0	4.7	5.3	6.0												
													24	28	32	36	40	44	48	50	52	60	70	80	90												
													20	2300	3374	3586	3901	4344	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
													15	3252	3771	4008	4360	4855	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
													40	3450	4000	4252	4625	5150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
													30	3854	4480	4762	5180	5765	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	600/50-22.5	TL	165 AB	18378	40	5150	AG20.00	30	615	765	512	600/50-22.5	1.6	1.9	2.1	2.4	2.7	2.9	3.2	3.3	3.4	4.0	4.7	5.3	6.0												
													24	28	32	36	40	44	48	50	52	60	70	80	90												
													20	4006	4760	5060	5504	6026	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
													15	4589	5320	5655	6151	6850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
													40	4850	5650	5950	6450	7150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
													30	5350	6250	6650	7250	8050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Prometeon (2022).

Comparando a recomendação com a Figura 11 abaixo, evidenciamos a despadronização de pressão inflada nos pneus em estudo nos transbordos, na qual foi observado além de pressões acima do recomendado, irregularidades de pressão no mesmo eixo de um implemento. Todos os pneus apresentam fadiga em sua carcaça causadas pela irregularidade da área de contato dos pneus, causados pela diferença de pressão distribuída entre os pneus dos transbordos.

Em contra partida foi observado também que seguindo a recomendação de calibragem do fabricante do pneu (Pirelli), em testes realizados em campo os pneus inflados com 40psi não suportam a operação com esta pressão aumentando as ocorrências de deslocamento do pneu da roda e consequentemente trazendo a perda prematura do pneu devido a fadiga e deformação que é gerada no pneu quando perde pressão e desloca da roda absorvendo todo impacto da carga principalmente em manobras em L e no momento de transferir a matéria prima para as carretas de transporte.

Figura 11. Tabela de Inspeção de calibragem de pneus de transbordo em campo.

INSPEÇÃO DE CALIBRAÇÃO			
<b>Frota Trator</b>	<b>A</b>		
<b>Frota Transbordo</b>	<b>A1</b>		
1º Eixo L.E	50	1º Eixo L.D	60
2º Eixo L.E	danificado	2º Eixo L.D	60
<b>Frota Transbordo</b>	<b>A2</b>		
1º Eixo L.E	61	1º Eixo L.D	65
2º Eixo L.E	50	2º Eixo L.D	52
<b>Frota Trator</b>	<b>B</b>		
<b>Frota Transbordo</b>	<b>B1</b>		
1º Eixo L.E	61	1º Eixo L.D	61
2º Eixo L.E	61	2º Eixo L.D	62
<b>Frota Transbordo</b>	<b>B2</b>		
1º Eixo L.E	65	1º Eixo L.D	61
2º Eixo L.E	65	2º Eixo L.D	65
<b>Frota Trator</b>	<b>C</b>		
<b>Frota Transbordo</b>	<b>C1</b>		
1º Eixo L.E	61	1º Eixo L.D	51
2º Eixo L.E	60	2º Eixo L.D	56
<b>Frota Transbordo</b>	<b>C2</b>		
1º Eixo L.E	61	1º Eixo L.D	61
2º Eixo L.E	61	2º Eixo L.D	56
<b>Frota Trator</b>	<b>D</b>		
<b>Frota Transbordo</b>	<b>D1</b>		
1º Eixo L.E	60	1º Eixo L.D	60
2º Eixo L.E	56	2º Eixo L.D	60
<b>Frota Transbordo</b>	<b>D2</b>		
1º Eixo L.E	61	1º Eixo L.D	60
2º Eixo L.E	61	2º Eixo L.D	52
<b>Frota Trator</b>	<b>E</b>		
<b>Frota Transbordo</b>	<b>E1</b>		
1º Eixo L.E	61	1º Eixo L.D	59
2º Eixo L.E	60	2º Eixo L.D	51
<b>Frota Transbordo</b>	<b>E2</b>		
1º Eixo L.E	62	1º Eixo L.D	61
2º Eixo L.E	56	2º Eixo L.D	61
<b>Frota Trator</b>	<b>F</b>		
<b>Frota Transbordo</b>	<b>F1</b>		
1º Eixo L.E	60	1º Eixo L.D	55
2º Eixo L.E	58	2º Eixo L.D	53
<b>Frota Transbordo</b>	<b>F2</b>		
1º Eixo L.E	58	1º Eixo L.D	61
2º Eixo L.E	59	2º Eixo L.D	54

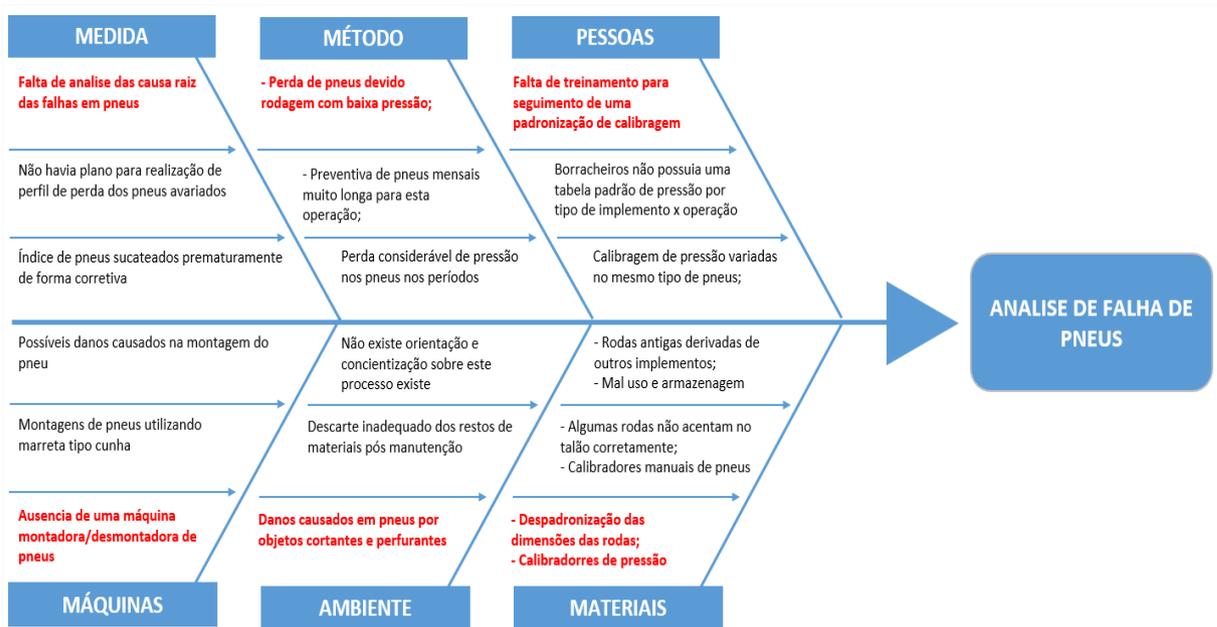
Fonte: Autores.

Para evitar os problemas identificados nas figuras 6, 7 e 9, é necessário inspecionar diariamente os pneus dos veículos. Este processo permite detectar furo e recuperar o pneu, haja vista que a manutenção dos pneus evita superaquecimento. Também se mostra de suma importância a seleção da roda com as dimensões apropriadas para a medida do pneu conforme exigidas na norma ALAPA.

Para auxiliar na identificação dos principais problemas presentes no processo e também das possíveis causas das falhas no processo produtivo da organização, desenvolveu-se uma análise dos gráficos, em que se percebeu as falhas por medida de pneus.

Ao descobrir os principais problemas que estão ocasionando os altos valores, elaborou-se o Diagrama de Causa e Efeito, conforme Figura 12.

Figura 12. Diagrama de Causa e Efeito com as análises de falhas de pneus.



Fonte: Autores.

Com a análise do Gráfico acima, percebe-se que a falta de avaliação da causa raiz das falhas em pneus se deve à ausência de um plano para a realização de perfil de perda dos pneus; alto índice de pneus sucateados prematuramente de forma corretiva; possíveis danos causados na montagem do pneu e uso de marreta tipo cunha na montagem de pneus contribuindo a danos na parte interna do pneu.

Outro ponto apresentado no gráfico foi a perda de pneus devido à rodagem com baixa pressão. Neste enfoque, percebeu-se que a preventiva é realizada uma vez por mês, período este que é longo demais para este tipo de operação, de modo que deveria ser feita semanalmente. Ademais, a perda de pressão nos pneus também foi considerável. Não se percebeu nenhuma orientação e conscientização sobre este processo. Constatou-se, também, o descarte inadequado dos restos de materiais após a manutenção.

Para além disto, verificou-se a falta de treinamento para a equipe sobre padronização de calibragem, bem como não existir uma tabela padrão de pressão para os colaboradores verificarem a pressão por tipo de implemento x operação. Notou-se que a calibragem de pressão ocorria de forma variada para todo tipo de pneus, bem como que as rodas antigas, derivadas de outros implementos, eram utilizadas e armazenadas de forma inadequada. Outro fator verificado foi que algumas rodas não assentavam no talão de forma correta e os calibradores dos pneus eram manuais sujeitos a uma maior desregulagem e falhas (Figura 9).

Resumidamente, todas as causas observadas foram responsáveis pelos efeitos indesejados. Entretanto, quando identificadas as causas vitais dos problemas com os quais a organização precisa lidar, é possível acabar com quase todas as perdas com a adoção de poucas ações.

Em ambos os processos, percebeu a ausência de uma máquina montadora/desmontadora de pneus que permite o manuseio do pneu sem que cause danos ao mesmo na hora da montagem ou desmontagem, bem como a existência de danos causados em pneus por objetos cortantes e perfurantes encontrados na banda de rodagem dos pneus danificados, verificou-se que objetos perfurantes como estes encontrados nos pneus foram encontrados nos solo em locais que tiveram manutenção de equipamentos na qual é o mesmo local de transição das máquinas,

avaliou-se também a falta de padronização das dimensões das rodas e da calibragem de pressão dos pneus danificados e dos demais presentes no mesmo eixo do implemento que pontuou a ocorrência.

## 4.2 Sugestões de melhorias

Depois de registrar as possíveis causas de não conformidades mais frequentes, é possível sugerir algumas melhorias no processo, a fim de reduzir a ocorrência de não conformidades nos pneus.

As sugestões de melhorias foram separadas de acordo com a origem das possíveis causas, em seguimentos:

- **Material:** proceder ao controle de inspeção dos materiais, a fim de analisar a qualidade. Diante da constatação de uma quantidade maior de feitos, avaliar a origem do material adquirido, no intuito de analisar se existe relação do defeito com o material comprado. É necessário a todo momento ter à disposição todos os materiais necessários, em todas as suas medidas e especificações.

- **Mão de obra:** periodicamente e de acordo com a necessidade da organização, realizar o treinamento dos operadores, de modo a ensinar-lhes novas técnicas de operação, como manusear novas ferramentas, como utilizar novos materiais, disponibilizar tarefas padronizadas de calibragem por medida de pneu x operação. Realizar a contratação de operadores específicos e em número suficiente para cada fase do processo, de forma a possibilitar a cada colaborador manter-se focado apenas em seu trabalho e, assim, evitar que eles precisem dividir tempo e atenção em mais de uma função;

- **Meio ambiente:** atentar-se para a iluminação necessária para cada ambiente, com lâmpadas adequadas aos locais. Cuidados necessários quanto a armazenagem adequada dos pneus em estoque evitando a exposição do material ao sol e chuva no período que estiver estocável. Armazena-los em pilhas na horizontal mantendo-os em empilhamento de até cinco pneus na qual não exceda os 1,80 metros e garantindo que os locais estejam limpos e livre de contato com superfícies cortantes ou, armazená-los em estrados na posição vertical mantendo-os em prateleiras a um distancia de no mínimo 10cm do piso. Devem ser armazenados a fim de evitar que aja tensão ou compressão sobre o pneu assim evitando possíveis deformações;

- **Método:** adotar um método e a todo tempo buscar conscientizar os operadores quanto à importância de realizar os procedimentos de acordo com as instruções de trabalho desenvolvidas para cada etapa do processo, bem como adotar medidas de controle e verificação quanto ao cumprimento de tais determinações. Fazer adequações e atualizações periódicas nas instruções de trabalho, de acordo com a necessidade do setor, assim como possibilitar que os operadores façam sugestões de melhorias e adequações dos métodos de trabalho;

- **Máquinas:** no tocante à manutenção das máquinas utilizadas no processo, é importante implementar um cronograma de manutenção da reformadora, onde se deve realizar periodicamente a revisão das máquinas e equipamentos, de modo a assegurar que estejam sempre em perfeitas condições de uso e funcionamento.

Para efetivação de melhorias, foram adotados alguns planos de ações, os quais estão especificados na figura 13.

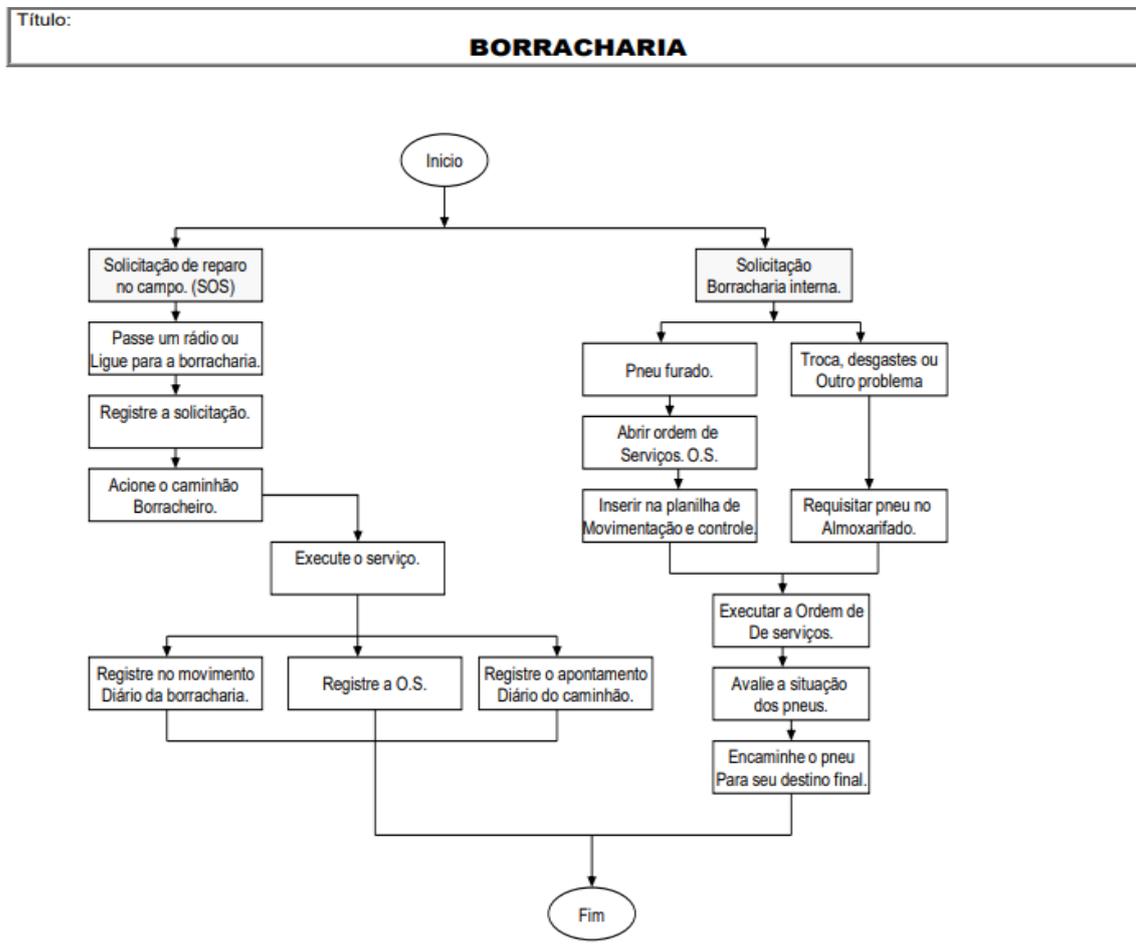
Figura 13. Pano de ação na indústria.

5W					2H	
What (O que?)	Why (Por que?)	Where (Onde?)	Who (Quem?)	When (Quando?)	How (Como?)	How much (Quanto? Qual a frequência?)
Definição da atividade que será realizada	Motivo que originou a atividade / Que problema essa ação resolve	Definição de onde será realizada a atividade	Quem irá realizar ou quem será o responsável pela ação	Prazo para realização ou data da realização da atividade	Como a atividade será realizada	Qual a frequência de realização ou a quantidade de vezes
Dimensão inadequada das rodas	Assentamento incorreto dos pneus nas rodas	Fornecedor de rodas novas (Empresa A)	Gestor de pneus	Comprar 8 rodas por mês	Fazer envio das rodas com medidas irregulares para fornecedor substituir por rodas com medidas padrão conforme exigidas por norma	Verificação semanal das rodas reservas e desmontadas de pneus com danos
Objetos Cortantes	Devido o sucateamento de pneus por perfuração de objetos cortantes	Todas as frentes de colheita	Gestor de Processos de Manutenção	Imediato	Orientar os técnicos de manutenção a descartarem restos de materiais nos recipientes de descarte	Diariamente
Objetos Cortantes	Devido o sucateamento de pneus por perfuração de objetos cortantes	Todas as frentes de colheita	Gestor de Processos de Manutenção	Imediato	Utilização do eletroímã nos locais de estacionamento dos caminhões oficinas antes da mudança de local	Sempre que houver manutenção/intervenção em campo
Pressão inadequada	Devido a falta de linearidade de pressão entre pneus do mesmo implemento	Todas as frentes de colheita	Gestor de Pneus	Imediato	Acompanhamento e validação das calibrações em campo	Semanal
Pressão inadequada	Devido a falta de linearidade de pressão entre pneus do mesmo implemento	Borracharia interna	Gestor de Pneus	Imediato	Validação da calibração dos medidores de pressão dos técnicos de pneus	Semanal
Desgaste da bucha do tandem e desalinhamento dos eixos	Devido ao desalinhamento dos eixos tandem vindo a gerar desgaste prematuro da banda de rodagem	Oficina de implementos	Supervisor da Oficina interna	Imediato	Reformas dos equipamentos conforme cronograma e prioridades	R\$ 1.400,00
Montagem Inadequada	Devido a danos no talão do pneu causados por golpes de marreta para assentamento do pneu na roda de forma manual	Borracharia interna	Gestor de Pneus	Orçar Capex para a próxima Safra 21/22	Aquisição de montadora de pneus	R\$ 75.500
Vazamentos nas válvulas, infiltração na banda de rodagem, infiltração no talão	Devido ao índice de sucateamento por rodagem com baixa pressão deformando e deslocando os pneus da roda	Borracharia interna	Gestor de Pneus	Imediato	Verificação, mapeamento e solução das falhas durante calibração Semanal	Semanal
Divergências entre velocidade, manobra e carga	Devido a anomalias e danos causados em pneus vindo a acelerar o desgaste prematuro	Todas as frentes de colheita	Supervisor da Oficina interna/instrutor de operações	Imediato	Acompanhamento do instrutor de operações junto a operação para padronizar melhores praticas de operação	Diariamente

Fonte: Autores.

Ao implantar as sugestões de melhorias, criou-se um fluxograma no intuito de auxiliar o processo de manutenção dos pneus em campo e na borracharia, além de reduzir as desconformidades mais ou menos recorrentes identificadas (Figura 14).

Figura 14. Fluxograma da instrução de trabalho para o processo de manutenção de pneus em campo e na borracharia interna

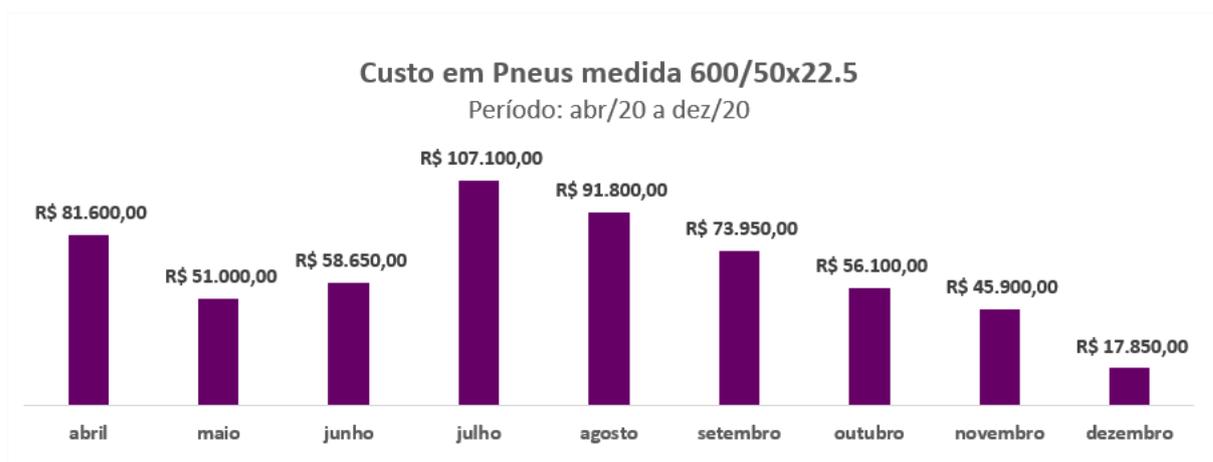


Fonte: Autores.

As sugestões foram implantadas pelos autores na prática, o que contribuiu significativamente para a identificação dos principais problemas do processo e, principalmente, do componente, o que facilitou a determinação dos gaps no processo e o direcionamento de ações para tratamento dos desvios.

A análise das ações possibilitou a identificação da causa raiz das perdas, o que possibilitou uma redução no custo e consumo de R\$ 107.100,00 (equivalente a 42 pneus) no mês de julho de 2020 para apenas R\$ 17.850,00 (equivalente a 7 pneus) consumidos no mês de dezembro de 2020, ou seja, entre os meses de julho na qual se obteve maior custo e consumo mensal em pneus da medida 600/50x22.5 em estudo, foi observado que mensalmente até o mês de dezembro obtivemos de forma positiva a regressão nos custos e consequentemente no consumo mensal (Figura 15).

Figura 15. Informações expressivas referente a redução em custos dos pneus, entre os meses de abril a dezembro de 2020.



Fonte: Autores.

De igual forma, a implantação do perfil de perdas de pneus permitiu a identificação dos principais problemas do componente, facilitando a determinação dos gaps no processo e o direcionamento de ações para tratamento dos desvios.

As causas dos problemas foram relacionadas com categorias já citadas na análise daquelas que não estavam em conformidades e, também, podem ser mitigadas de forma gradativa com as melhorias sugeridas.

## CONCLUSÕES

A pesquisa propôs-se evidenciar os processos e sugerir medidas de melhoria de gestão na manutenção de pneus em uma empresa do setor sucroenergético no Município de Jataí-GO. Para tanto, utilizou-se uma ferramenta da qualidade a fim de analisar o processo de manutenção de pneus em uma indústria do setor sucroenergético no município de Jataí-GO. Na sequência, foram realizadas análises do processo e das não conformidades encontradas.

Para a análise dos dados, aplicou-se a ferramenta denominada Gráfico de Pareto, com o objetivo de avaliar o comportamento do processo de manutenção da borracharia, ao que se verificou que há pneus com desvios, bem como que o maior índice de falhas verificadas foi nos pneus de medida 600/50x22,5. Ademais, constatou-se que a falta de conformidade nestes pneus gera uma série de prejuízos. Com isto, foi possível observar todo o processo de gestão na manutenção dos pneus na empresa.

Em sequência, retratou-se a importância de se obter melhorias no processo, posto que os problemas recorrentes identificados foram extraídos do Gráfico de Pareto, os quais auxiliaram no reparo do processo.

Diante disto, infere-se que a pesquisa atingiu os objetivos propostos, pois, quando aplicada a ferramenta as falhas foram identificadas e percebeu-se que havia perdas prematuras dos pneus de transbordos. A ação preventiva foi adotada em razão do plano de ação escolhido, o que minimizou os problemas com perdas dos pneus, com foco na causa raiz, e, assim, levou à diminuição dos custos finais.

Na pesquisa, verificou-se que a adoção do processo foi eficaz, por auxiliar na redução dos custos e dos problemas diários, o que prejudicava o andamento das atividades rotineiras e preventivas do setor de manutenção.

## AGRADECIMENTOS

Denis: Agradeço, primeiramente a Deus, pela vida e a oportunidade de vencer a cada dia, a minha esposa e toda minha família que sempre esteve ao meu lado desde o início dessa jornada me incentivando e apoiando em dias difíceis.

Aos professores do curso, que muito contribuíram para o meu crescimento profissional.

Aos colegas de curso pelo apoio e cumplicidade no decorrer desta trajetória.

E a meu filho, que ainda nem nasceu e já me traz tanta força e vontade de querer vencer.

Orlando: Agradeço aos meus pais que sempre me acompanharam em todo esse percurso, e ao meu árduo esforço de cada dia em ir mais além, para alcançar meus objetivos.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma Mercosul NBR NM 224:2000 - Conjunto pneumático - Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

ALAPA. **Manual de normas técnicas**. 2003. Disponível em: <<https://www.strongestpneus.com.br/Manual%20ALAPA.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2022.

ANJOS, J. do S. dos. **Falhas na manutenção de pneus em uma frota de caminhões: uma análise das causas aplicando a ferramenta FMEA**. 2018. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial) – Universidade Federal do Pará, Abaetetuba, 2018.

ARAÚJO, André Luiz Santos de. **Gestão da Qualidade: implantação das ferramentas 5S's e 5W2H como plano de ação no setor de oficina em uma empresa de automóveis na cidade de João Pessoa-PB**. 2017. 102f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

BEHR, A.; MORO, E. L. S.; ESTABEL, L. B. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. **Revista da Ciência da Informação**, Brasília/DF, v.37, n.2, p. 32-42, mar. 2008.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Otoni, 2004.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARVALHO, M. M. de; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

CATÁLOGO AGRO. **Convencional**. Disponível em: <<https://prometeon-website-assets.s3-eu-west-1.amazonaws.com/uploads/181cddaa-4243-446f-9a58-51e56cdc7b9b.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2022.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços, uma abordagem estratégica**. 3. ed. São Paula: Atlas, 2012

COSTA, M. L. **Como imitar os japoneses e crescer**. Florianópolis: EDEME, 1991.

DANTAS, A. C. **Organização, sistemas e métodos: notas de aula**. Faculdades Integradas Einstein de Limeira. Limeira/SP, 2007.

DARIO, M. et al. Indicadores de desempenho, práticas e custos da manutenção na gestão de pneus de uma empresa de transportes. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.14, n. 4, p.1235-1269, out./dez. 2014.

DARIO, M. **Práticas, indicadores e custos na gestão de pneus: estudo em uma empresa de transportes**. 2012. 104f. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração) - Faculdade de Gestão e Negócios, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2012.

DAYCHOUM, M. **40 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.

GOMES, J. **Conheça as partes do pneu de caminhão e suas características**. Disponível em: <<https://ecoflexpneus.com.br/conheca-as-partes-do-pneu-de-caminhao-e-suas-caracteristicas/>>. Acesso em: 23 out. 2022.

GONÇALVES, E. M. Serviço de atendimento ao cidadão: modelo organizacional para melhoria na prestação de serviço público. In: CONGRESO INTERNACIONAL DEL CLAD SOBRE LA REFORMA DEL ESTADO Y DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, outubro de 2002, Lisboa. **Resumos...** Lisboa, Portugal, 2002.

GOODYEAR. **Guia de cuidados e manutenção de pneus**. Disponível em: <<https://goodyear.com.br/pneu-cuidados-guia>>. Acesso em: 08 out. 2022.

HAVIARAS, G. J. **Metodologia para análise de confiabilidade de pneus radiais em frotas de caminhões de longa distância**. 2005. 129f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia Automotiva) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa.** Rio de Janeiro: Campos, 1993.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

LOBO, R. N. **Gestão da Qualidade.** São Paulo: Érica, 2010.

LUCINDA, Marco Antônio. **Análise e Melhoria de Processos: uma Abordagem Prática para Micro e Pequenas Empresas.** Simplíssimo Livros Ltda, 2016. (*e-book*).

MAGRI, J. M. **Aplicação do método QFD no setor de serviços: estudo de caso em um restaurante.** 2009. 44f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

MARSHALL JUNIOR, I. **Gestão da qualidade.** 9.ed. São Paulo: FGV, 2008.

MARSHALL JUNIOR, I. et al. **Gestão da qualidade.** 10. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

MATSUBARA, Vitor. **Como a guerra entre Rússia e Ucrânia afeta o setor automotivo na região e no Brasil.** out. 2022. Disponível em: <<https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/setor-automotivo/guerra-russia-ucrania-industria-automotiva-brasil/>>. Acesso em: 23 set. 2022.

MELO, F. J. C.; JERONIMO, T. B.; AQUINO, J. T. Avaliação multicriterial da qualidade em serviços: um estudo de caso em um hotel. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração (UFF)**, v. 10, n. 3 p. 117-133, 2016.

MONARO, R. L. G.; RODRIGUES, J. H. O.; SATOLO, E. G. **Proposta de criação de manual de defeitos na fabricação de tubos soldados: um estudo de caso utilizando o método PDCA e ferramentas da qualidade.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2017. Disponível em: <[https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_239\\_388\\_34688.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_388_34688.pdf)>. Acesso em: 13 nov. 2022.

OLIVEIRA, R. **Tabela de capacidade de carga de pneus.** dez. 2021. Disponível em: <<https://www.noticiasautomotivas.com.br/tabela-de-capacidade-de-carga-de-pneus/>>. Acesso em: 23 set. 2022.

PALADINI, E. P. **Avaliação Estratégica da Qualidade.** 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2011.

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

PINTO, A. K.; XAVIER, J. N. **Manutenção: função estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PIRELLI. **Conhecendo os pneus**. Disponível em: <<https://www.pirelli.com/tyres/pt-br/car/about-tyre>>. Acesso em: 11 out. 2022.

QUAGGIO, A. M.; SERAFIN, D. P. C.; PENA, K. A. **Gerenciamento matricial de resultados**. 2010. 89f. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis) – Centro Universitário Católico Salesiano *Auxilium*, Lins, 2010.

RAMOS FILHO, L. S. N. **A Logística Reversa de Pneus Inservíveis: O Problema da Localização dos Pontos de Coleta**. 2005. 99f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

REYES A. E. L. **Implantação de um sistema de qualidade**. São Paulo: USP, 2000.

SANTOS, Nilza Aparecida dos; RUGGERO, Sergio Miele; SILVA, Marcia Terra da. Indústria 4.0 no Brasil: desafios do segmento automotivo para integração da cadeia de suprimentos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, 2021.

SANTOS, V. M. S. et al. **Aplicação da metodologia MASP e PLAN do ciclo PDCA: estudo de caso em uma empresa do setor óptico**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2017. Disponível em: <[https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_239\\_385\\_31450.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_239_385_31450.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2022.

SILVA, A. É. M. da; CASTRO, V. A. de. **Tecnologia do pneu, fabricação, dimensionamento e aplicação**. 2022. 28p. Disponível em: <<https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/Arthur%20%C3%89dico.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2022.

SILVA, J. A. da. **Apostila de Controle da Qualidade I**. Juiz de Fora: UFJF, 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Tradução: Henrique Luiz Corrêa. 3. ed. São Paulo: Atlas, p.40, 2009.

SOUSA, D. C. F.; CLAUDINO, C. N. Q.; MELO, F. J. C. Aplicação da gestão da qualidade para melhoria da eficiência produtiva e de longo prazo em uma indústria de reciclagem. **Exacta - EP**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 661-676, 2016.

TECFIL, Filtros. **Tipos de pneus:** conheça cada um deles. Disponível em: <<https://www.tecfil.com.br/tipos-de-pneus-conheca-cada-um-deles/>>. Acesso em: 12 out. 2022.

VALE, P. D.; BRUNO, D. M.; BORGES, F. H. **Aplicação da ferramenta PDCA: um estudo de caso no processo de produção de suco concentrado.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Anais do ENEGEP, 2017. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_239\\_388\\_34701.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_388_34701.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2022.

VIEIRA, G. F. **Gestão da Qualidade Total.** 2. ed. São Paulo: Alínea, 2007.