



APLICAÇÃO DO MASP EM UMA MONTADORA DE VEÍCULOS: Análise sobre a causa raiz da Pane Seca após o processo logístico.¹

Alex Silva de Deus

Kilder Antunes Pereira

Professor orientador: André Cessa

Coordenação de curso de Engenharia de Produção

Resumo

Sabe-se que, toda empresa que deseja manter no acirrado sistema mercadológico, precisa estar aberta a novas oportunidades de melhorias, redução de custos, melhor aceitação de sua clientela, além de utilizar de métodos para alcançar o desejado. Desta forma, este trabalho discorrerá sobre um desvio de padrão que ocorre dentro de uma empresa montadora de veículos, tendo como objetivo principal buscar a causa raiz da Pane Seca ocorrida em veículos automotores durante o transporte logístico, entre a empresa e as concessionárias localizadas em diversos estados brasileiros. Contudo, vale dizer que, Pane Seca é a incapacidade do sistema de alimentação em fornecer o combustível necessário para o funcionamento do motor. Justificada pela necessidade de encontrar a causa da problemática, suportada pelo Método de Análise e Solução de Problema (MASP). A metodologia utilizada no estudo partiu inicialmente de uma pesquisa científica aplicada, de abordagem quali-quantitativa, de natureza exploratória e com procedimento de pesquisa bibliográfica acerca dos assuntos relevantes ao estudo e, posteriormente foi efetivado um estudo de caso, buscando analisar, identificar e reduzir os casos de Pane Seca durante o transporte logístico. Assim, pode-se adiantar que nos resultados encontrados foi possível reduzir os casos de Pane Seca em 85% em relação aos casos anteriormente identificados durante o período estudado. Salientando que, este se deu, devido ao uso e etapas do método aplicado MASP no processo produtivo.

Palavras-chave: Veículos Automotores. Pane Seca. MASP.

1. INTRODUÇÃO

A busca constante por melhorias e excelência operacional é uma prioridade para as empresas em todos os setores. No ramo automobilístico, onde a concorrência é acirrada e as demandas do mercado estão em constante evolução, a aplicação de métodos eficazes de solução de problemas e tomada de decisão é essencial para o sucesso e a competitividade. Nesse contexto, destaca-se o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), uma metodologia estruturada que tem se mostrado altamente eficaz em diversas indústrias (MARUYAMA, MATOS e LEAL 2017).

O MASP é uma abordagem sistemática que busca identificar as causas raiz dos problemas, propor soluções adequadas e implementar ações corretivas e preventivas para evitar a reincidência. Suas etapas, como a identificação do problema, análise de causas, definição de ações e acompanhamento dos resultados, proporcionam um processo estruturado e orientado a dados, promovendo a melhoria contínua e a eliminação de desperdícios (SANTOS, MARIANO e CALDEIRA, 2015).

¹ Trabalho de Curso, a ser apresentado a Universidade UNA de Catalão, como requisito parcial para a integralização do curso de Engenharia de Produção, sob a orientação do Professor André Cessa.

Neste artigo, explorar-se-á a aplicação do MASP em uma montadora de veículos, analisando os benefícios e os desafios encontrados nesse contexto. Além disso, discorrer como a metodologia pode ser utilizada para solucionar problemas específicos da indústria automobilística, como defeitos de qualidade, atrasos na produção, problemas logísticos, dentre outros.

Contudo, é importante salientar que o envolvimento de toda a equipe, na implementação efetiva do MASP é de suma importância para a criação de um ambiente propício à colaboração, o foco na aplicação do método e a adoção de ferramentas de gestão.

Levando em consideração que as montadoras que adotaram o MASP como uma estratégia fundamental para aprimorar sua eficiência operacional e atender às expectativas cada vez mais exigentes dos clientes sobressaem nesse acirrado mundo dos negócios, uma vez que estreitam os laços de confiabilidade com o cliente (BARROS, MARTINAZZO, 2014).

Com a aplicação do MASP, as montadoras de veículos têm a oportunidade de identificar e resolver problemas de forma estruturada, promovendo melhorias contínuas em sua operação, aumentando a qualidade dos produtos, reduzindo custos e fortalecendo sua posição no mercado. Ao longo deste artigo, será explorado as práticas e os benefícios dessa metodologia no contexto específico da indústria automobilística, proporcionando *insights* que impulsionam a eficiência e eficácia durante a aplicação do método (COSTA, ALMEIDA, 2013).

Os argumentos mencionados se referem à metodologia aplicada em um processo produtivo de veículos automotores, cujo presente momento sofre com Pane Seca em alguns veículos durante o transporte ou transbordo para concessionárias que, através de um estudo de caso, fará o levantamento da principal causa dessa problemática. Contudo, importa registrar que, durante as análises serão apresentados os potenciais comumente deparados.

Então, pode-se dizer que, a escolha do tema se justifica por ter o interesse despertado em querer conhecer e entender como ocorre todo o processo envolvendo as várias atividades presentes no MASP, buscando compreender também as muitas implicações aí existentes neste setor produtivo de veículos. Além disso, o assunto chama a atenção por ter a causa raiz desconhecida da Pane Seca nestes veículos provenientes da liberação de uma linha de produção.

Diante disso, pode-se definir que o objetivo geral da pesquisa será o de: Buscar a causa raiz da Pane Seca ocorrida em veículos automotores durante o transporte logístico utilizando o método MASP.

E os objetivos específicos são os seguintes:

- Definir Processo Produtivo;
- Conceituar MASP;
- Discorrer sobre Melhoria Contínua;
- Apresentar os resultados alcançados.

No que se refere à metodologia, o estudo desenvolverá duas atividades distintas, a saber, primeiramente, será realizada uma pesquisa bibliográfica, e em seguida, será levado a efeito, um estudo de caso em uma montadora de veículos situada na região do Sudeste do Estado de Goiás.

O presente artigo apresenta a seguinte estrutura: o Resumo; a Introdução, contendo a temática, a problematização, a justificativa, os objetivos (geral e específicos), a metodologia e a organização estrutural do texto; segue-se o Referencial Teórico; a Metodologia; O Estudo de Caso; Os Resultados e Discussão; em seguida, vêm as Conclusões ou Considerações Finais; e, por último, têm-se as Referências Bibliográficas (o conjunto de obras e autores consultadas no decorrer da pesquisa).

2. DESENVOLVIMENTO

Os subtemas ou tópicos que serão apresentados neste espaço da pesquisa procuram tratar de informações pertinentes e ou relacionados à temática proposta pelo presente estudo, no sentido de fundamentá-lo teoricamente, buscando dar-lhe uma maior veracidade e contextualidade perante o assunto estudado.

2.1. Processo ou Linha de Montagem

De acordo com Reis (2012), trazendo a classificação das organizações de montagem, conforme define montagens concentradas. Esse grupo realiza todas as operações de montagem e os ajustes necessários, começando por reunir, em subconjuntos, as partes mais elementares e esses em conjuntos maiores, até chegar ao produto final acabado que será entregue à inspeção. Nesse tipo de estrutura orgânica todos os trabalhos são efetuados num único local (REIS, 2012).

O autor deixa claro que, o processo de montagem não se divide e, é da linha final dela é que sai o produto que será oferecido ou entregue ao consumidor, e por ser concentrada, as operações são realizadas em sequência, ou seja, termina-se uma tarefa, depois começa outra, e assim, sucessivamente, daí apresentar algumas deficiências, como, um longo período para fazer a montagem, além de precisar de um espaço físico muito grande para montá-la, realizar o trabalho e estocar todo o material que vai ser usado na montagem, sendo ela destinada à fabricação de máquinas pesadas e de grandes proporções (tornos industriais, navios, entre outros).

Ainda é Reis (2012) que explica o que são as montagens diferenciadas, indica seus dois tipos e o que significa cada um deles:

Montagens diferenciadas estacionárias – [...] as unidades (conjuntos e subconjuntos) são montadas em locais distintos daqueles onde se realiza a montagem final. A montagem final da máquina [...] será realizada pela atuação de um turma de operários especializados, [...] é largamente usado nos processos de produção em lotes. [...] A indústria de material elétrico e eletrônico, [...] serve como exemplo neste caso. (REIS, 2012, p. 76).

Neste caso, o tipo de montagem apresentado envolve alguns aspectos importantes apresentado envolve alguns aspectos importantes, como por exemplos, realizar constantes treinamentos com equipes de funcionários/montadores, especializando-os para atuar em diferentes etapas do processo de montagem, pois, isso irá diminuir o tempo gasto na montagem da máquina, poderá aumentar a produtividade, reduzindo o tamanho do espaço ocupado agora só com unidades (e não a linha inteira), e ao aumentar a eficiência dos montadores, repetindo as operações frequentemente será possível ou eficaz instalar equipamentos diversos de alta tecnologia que poderá promover a passagem, desse tipo de montagem, para a montagem diferenciada progressiva, feito que gera dúvidas de quando fazer tal coisa, e ainda que, esta decisão deve levar em consideração, as dimensões (da série e grau) complexas do planejamento de montagem que será adotado.

Ainda vale recorrer mais uma vez a Reis (2012), quando ele traz informações a respeito das montagens diferenciadas progressivas, explicando o seguinte: neste caso o que deve ser montado se desloca, durante o processo, de uma estação a outra. Em cada uma das delas será levada a efeito uma operação simples e repetida. [...] O montador executa, em cada estação, somente a operação para a qual foi treinando. [...] A produção de automóveis em grandes séries, por exemplo, utiliza transportadores de movimento contínuo (REIS, 2012).

Neste tipo de montagem, as partes necessárias para realizar as operações são colocadas à disposição dos montadores ali no local, atendendo às determinações presentes em documentos próprios e ou específicos, registrando que as estações de trabalho estarão sempre equipadas adequadamente com todas ferramentas e gabaritos exigidos nas tarefas processadas, acrescentando que, sempre que é preciso, essas modalidades industriais utilizam transportadores (*conveyors*) que, se classificam como de movimento contínuo ou de periódico.

Já os autores Silva, Tubino e Seibel (2015) ao tratar sobre linhas de montagem, afirmam que, diante das

[...] grandes mudanças no cenário competitivo em que as empresas operam para responder às necessidades dos consumidores. Por esse motivo, as empresas necessitam direcionar suas estratégias de produção e as configurações de suas linhas de montagem para competir com rapidez, flexibilidade, qualidade, baixo custo e com produtos variados e customizados (SILVA, TUBINO e SEIBEL, 2015, p. 178).

Assim, fica entendido que, as linhas de montagem são muito úteis em indústrias que têm grandes quantidades de produtos, não muito variados e de baixos preços, no sistema de produção e consumo de massa, lembrando que estas linhas é que vão garantir que as indústrias sejam capazes de enfrentar as concorrências acirradas do mercado atual, portanto, conseguindo produzir bens de qualidade, com preços acessíveis e em variedade, de forma rápida, flexível e competitiva.

Segundo os autores, Silva, Tubino e Seibel (2015), as pesquisas sobre linha de montagem têm concentrações, especificamente, voltadas para o balanceamento e sequenciamento das linhas de montagem através de Modelagem e experimentos computacionais. [...] em destaque é a linha de modelos mistos, o que aponta para a tendência de utilização das linhas para a produção de pequenos lotes de itens variados e customizados (SILVA, TUBINO e SEIBEL, 2015).

Fazer uma reflexão acerca do foi exposto, há que se considerar que é assim que o mercado moderno se comporta, isto é, tem seu foco ou dá ênfase ao processo de variabilidade ou diversificação na produção de bens, em geral, necessitando que as fábricas ou empresas que atendem e suprem o referido mercado estejam bem preparadas, mantendo suas linhas de montagem abertas e flexíveis no que se refere as suas concepções, configurações e, asseguradas por um planejamento e uma documentação adequada. Desta forma, pode-se lançar mão do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP).

2.2. MASP

O Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) é uma abordagem estruturada para identificar, analisar e resolver problemas de forma eficiente e eficaz. Ele foi desenvolvido no Japão nas décadas de 1950 e 1960, e se tornou uma ferramenta amplamente utilizada em várias indústrias ao redor do mundo (TAMAKI e SOUZA, 2018).

O MASP segue uma metodologia sistemática, dividida em etapas, que auxilia na compreensão aprofundada dos problemas e na busca por soluções adequadas. Embora haja diferentes variações do método, a essência do MASP permanece consistente (VERARDI e KNISS, 2019).

A primeira etapa do MASP envolve a identificação e a definição clara do problema. É fundamental compreender em detalhes qual é a questão que precisa ser resolvida, a fim de evitar soluções superficiais ou mal direcionadas. Nessa fase, é importante definir o problema

de forma objetiva e mensurável, para que sua resolução possa ser avaliada posteriormente (ANTONIALI e COSTA, 2021).

Após a definição do problema, a próxima etapa é a análise. Nesse estágio, coleta-se informações relevantes, realiza-se investigações e identificam-se as causas raiz do problema. A análise envolve a coleta de dados, a aplicação de ferramentas estatísticas e a realização de estudos para compreender as relações de causa e efeito (ANTONIALI e COSTA, 2021).

Uma vez que as causas raiz são identificadas, a terceira etapa é a busca por soluções. Nesse estágio, diferentes alternativas são propostas e avaliadas com base na sua viabilidade, custo, impacto e probabilidade de sucesso. É importante envolver as partes interessadas relevantes nesse processo, a fim de obter diferentes perspectivas e garantir a implementação efetiva da solução escolhida (VERARDI e KNISS, 2019).

A quarta etapa é a implementação da solução selecionada. Isso envolve a criação de um plano de ação detalhado, a alocação de recursos necessários e a execução das atividades conforme o cronograma estabelecido. Durante essa fase, é importante monitorar de perto os resultados e fazer ajustes conforme necessário (TAMAKI e SOUZA, 2018).

Por fim, a última etapa do MASP é a padronização e o aprendizado. Uma vez que a solução tenha sido implementada e os resultados alcançados, é fundamental documentar o processo e os aprendizados obtidos. Isso permite que a organização aprenda com a experiência e evolua continuamente na abordagem de problemas futuros (VERARDI e KNISS, 2019).

O MASP é uma ferramenta poderosa para a solução de problemas, pois proporciona uma abordagem estruturada e baseada em fatos. Ele ajuda a evitar ações reativas e soluções paliativas, promovendo uma mentalidade voltada para a melhoria contínua e a resolução efetiva de problemas. Ao adotar o MASP, as organizações podem aumentar sua eficiência, reduzir custos, melhorar a qualidade e fortalecer sua capacidade de inovação (ANTONIALI e COSTA, 2021), ainda de encontro com a ideia do autor, vale dizer que este coaduna com os conceitos da melhoria contínua.

2.3. Melhoria Contínua

Inicialmente, tem-se Machado e Francisco (2015) que, em seu artigo analisa a utilização da ferramenta melhoria contínua no processo de gestão em uma empresa do setor metal metalúrgico em Ponta Grossa – PR.

Os autores citados acima ao utilizar um estudo de caso, por meio de uma entrevista semiestruturada, aplicada a três pessoas do grupo gerencial e a quatro funcionários de outros setores da empresa, diante dos resultados encontrados, verificaram que, ali há sinais de uso de gerenciamento de processos voltados à inovação.

O panorama se revelou interessante, com indícios característicos da utilização através da ferramenta de melhoria contínua dentro da organização, voltados para os treinamentos, monitoramentos da gerência, melhor estruturação, além de redução de custos e técnicas de melhorias contínuas implantadas no processo de gestão empresarial.

Então, Machado e Francisco (2015, p.1) apontam que a empresa alvo está correta, pois, “[...] Vivenciam-se momentos singulares da história em grandes transformações, levando embora antigas crenças, trazendo novos valores focados na lógica das ideias inovadoras de interesse coletivo da organização”.

Assim, pode-se dizer que é de suma importância que as organizações tenham conhecimentos e desenvolvam novas e modernas aprendizagens sobre competitividade empresarial, acerca de análises de práticas organizacionais em unidades de serviços, buscando aperfeiçoamento e melhorias contínuas. Neste sentido, as organizações têm buscado e

vivenciado grandes mudanças, modernizando suas ações internas e externas, com base na melhoria contínua e outros modelos de mercado.

Portanto, se as empresas querem se manter no mercado competitivo e globalizado, seus dirigentes têm que reconhecer que há necessidade de aprender sempre, ou seja, acreditar que um aprendizado contínuo pode se tornar instrumento para alcançar o sucesso desejado, havendo a necessidade também de que as organizações sejam capazes de entender que essa aprendizagem as torna conscientes e integradas ao momento mercadológico vivido na atualidade.

Para Simões (2014, p. 107) “A melhoria contínua é um conceito que possui grande relevância em contexto industrial”, isto é, “para haver evolução é necessário haver mudanças no sentido de aprimorar processos”.

Entretanto, é preciso enxergar a necessidade de uma empresa estar em constantes modificações para que, o seu processo esteja cada vez mais adequado as suas necessidades e, assim criar um ambiente propício à melhoria de seus processos, sendo que tais mudanças devem ser desenvolvidas e envolver a organização como um todo. Segundo Cotec (2017, p. 135-141):

A melhoria contínua pode ser utilizada para obter melhoras em qualquer das dimensões de negócios, contribuindo com fatores básicos que contribuem para que a organização possa reduzir seus custos, tempo, podendo trabalhar com flexibilidade e maior segurança, e principalmente melhorando seu serviço.

Assim, é de bom sentido e prático que a empresa pense em suas necessidades como organização e, ao mesmo tempo possa estar atendendo às necessidades do processo interno e, atender às necessidades externas, as quais exigem a entrega do produto e ou serviço, com qualidade e pontualidade, esclarecendo que todos os processos, ações, recursos e pessoas envolvidas direta ou indiretamente com e na organização passem pelas melhorias vivenciadas.

Machado e Francisco (2015) dizem que em algumas empresas a interpretação de melhoria contínua, é sinônimo de *Kaizen*, sendo este o contexto de qualidade total. *Kaizen* é a prática da filosofia “melhoria contínua”, um importante conceito para a Logística, pois exige ainda mais uma análise dos problemas, fazendo com que os mesmos sejam discutidos e solucionados.

Em relação à melhoria contínua, fundamentada na filosofia japonesa *Kaizen*, o método demonstra a busca de melhorias, relacionadas à capacidade de solucionar problemas frequentes em curto prazo, sendo que estes problemas podem ocorrer nos mais diferentes setores, departamentos ou áreas que compõem a empresa como um todo. Dentro do processo de melhoria contínua, além de se ter o *Kaizen* como prática, destaca-se também o Seis Sigma, como um dos processos de melhoria contínua, sendo estas ferramentas essenciais que podem ser utilizadas por empresas que desejam alcançar sucesso no universo mercadológico moderno, globalizado e atual.

Adrietta e Miguel (2015, p. 96) descrevem que: “a utilização da metodologia Seis Sigma [...], proporcionam um significativo auxílio à melhoria dos sistemas administrativos e de manufatura, à gestão da qualidade e ao gerenciamento de processos”.

Uma ferramenta que dentre tantas vantagens, permite planejar, executar e controlar projetos tem como base um poder superior hierárquico e boas práticas administrativas no dia-a-dia, não podendo deixar de ressaltar também o envolvimento de fornecedores e clientes no processo, valorizando assim, os recursos humanos envolvidos nas ações empresariais. Alliprandini e Mesquita (2013, p. 19) esclarecem que: Melhoria contínua é um processo de toda a empresa, focado na inovação incremental e contínua. Ou seja, o processo de inovação e melhorias contínuas são processos que devem caminhar juntos, de forma estruturada e alinhada, pois o processo inovador faz com que as empresas estejam sempre expostas ao

mercado competitivo e, por outro lado, as melhorias contínuas faz com que, este mesmo processo obtenha uma melhora.

Contudo, as melhorias contínuas tratam-se de processos que acompanham a organização, auxiliando-a na inovação de produtos e ou serviços e, em seus processos, fazendo com que os mesmos possam beneficiar chegar até o cliente final de forma adequada e satisfatória. Eles sempre apoiam a empresa em suas necessidades de eficiência e eficácia, podendo destacar a redução de custos e qualidade permanente em todo o processo, afetando a organização em sua totalidade geral.

As melhorias contínuas enraízam-se às organizações, tornando-se parte das mesmas, ou seja, tornam-se culturas que consistem em reconhecer as oportunidades propícias às mudanças para manter-se dentro do mercado inovador, sendo ele econômico ou social, assegurando o alcance dos resultados pretendidos. Deste modo, “a administração planeja uma mudança, a realiza, verifica os resultados e dependendo deles, age para padronizar a mudança ou reiniciar o ciclo de novas informações” (MACHADO e FRANCISCO, 2015, p. 3).

Pode-se dizer que, através da aplicação da melhoria contínua, os aspectos organizacionais obtêm um desenvolvimento em todos os processos. As melhorias contínuas trabalham de forma a padronizar, desenvolver e melhorar através de informações obtidas e, prioridades da organização, buscando uma forma de garantir a movimentação de operações atualizadas frente à concorrência ou competitividade acirrada constantes.

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi embasada inicialmente por uma revisão literária, utilizando-se de obras e autores para dar sustentabilidade ao texto, e posteriormente, realizou-se um estudo de caso, com a abordagem quantitativa e exploratória, pois irá compilar informações quantificáveis para serem utilizadas na análise estatística, e de natureza descritiva. Registre-se ainda que, a empresa alvo do estudo é do segmento automobilístico, está situada na região sudeste do estado de Goiás e emprega diretamente aproximadamente 1.700 funcionários em sua operação. O estudo teve início em meados do ano de 2022 até início do ano subsequente. Ainda, complementando a metodologia, vale registrar que, foram utilizadas ferramentas da qualidade e outros métodos para alcançar os objetivos esperados.

Desta forma, vale acrescentar que a metodologia aplicada nesta empresa automotiva foi por meio do MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), que, segue um processo estruturado para investigar e resolver problemas específicos dentro do contexto organizacional, salientando que, exclusivamente neste estudo foi a causa da Pane Seca nos veículos no momento da movimentação logística, entre pátio e concessionárias. Essa abordagem envolve uma análise minuciosa desta ocorrência, identificando as suas principais causas-raiz e propondo ações e ou soluções efetivas para eliminar ou reduzir as reclamações.

4. ANÁLISE E RESULTADOS

Levado a efeito da Pane Seca em veículos automotores em uma empresa do segmento, inicialmente foi realizada uma análise, através da uma linha do tempo em relação a esta ocorrência, com o intuito de encontrar elementos que contribuísse para tal reclamação. Registre-se ainda que, a partir das reclamações de clientes externos, foi montado uma equipe de trabalho para levantar, analisar e encontrar a causa raiz do problema, lembrando que está formação da equipe é o primeiro passo ou etapa do MASP.

Desta forma, a partir da definição do período a ser analisado, a equipe formada por Analistas, Técnicos de Processos, Multifuncionais e Operadores, tiveram acesso integral às

ocorrências e o motivo do estudo. Assim, partindo da informação disseminada, decidiu-se iniciar pela quantidade de ocorrências durante o período de maio de 2022 a março de 2023, conforme ilustrado no Gráfico 1 abaixo, além das quantidades de ocorrências por modelo, por tipo de venda e ocorrências por mês de Pane Seca.

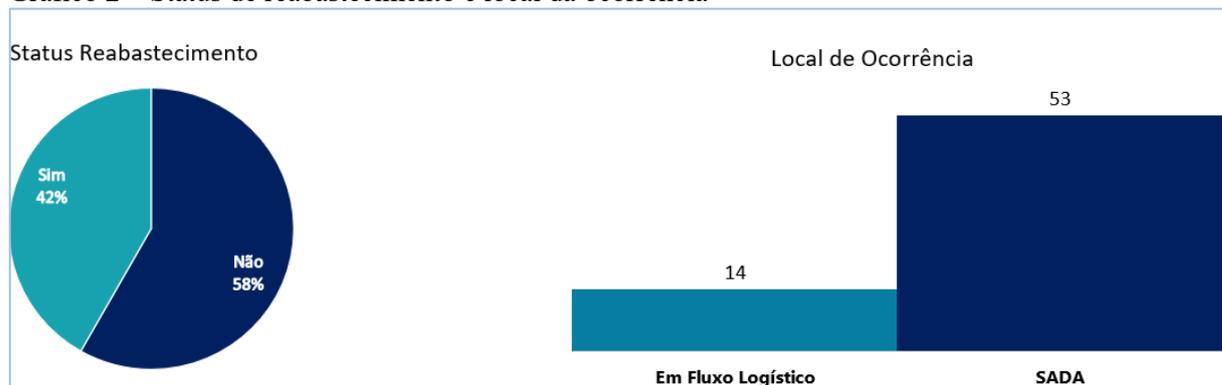
Gráfico 1 – Apresentação das ocorrências durante o período de mai/22 à mar/23.



Fonte: Autores (2023)

Ao observar os dados apresentados, é possível perceber que durante o período definido, foram liberados 21.405 veículos e destes, 67 apresentaram Pane Seca. Entretanto, vale dizer que, ao iniciar tais reclamações, foram disparadas ações para reabastecer os veículos com quilometragem igual ou superior a 8 km. Desta forma, o Gráfico 2 mostra a porcentagem dos veículos que foram abastecidos e ou não. Também, o local destas ocorrências.

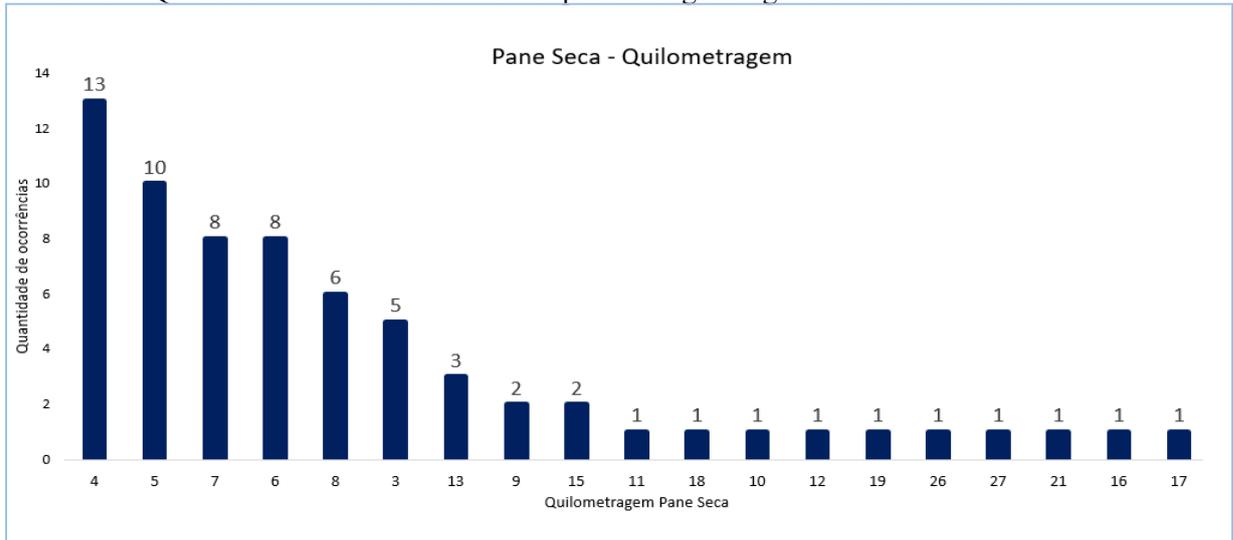
Gráfico 2 – Status de reabastecimento e local da ocorrência



Fonte: Autores (2023)

No que se refere ao reabastecimento, nota-se que 42% foram abastecidos por ter quilometragem igual ou superior a 8km, já a localização destas Panes o Gráfico 2, mostra que 14 ocorrências foram durante o fluxo logístico e 53 durante a movimentação no pátio de armazenamento destes veículos. Partindo destes dados encontrados, plotou-se o Gráfico 3, onde é apresentado o total de ocorrência de Pane Seca versus a quilometragem registrada no hodômetro.

Gráfico 3 – Quantidade de ocorrências versus quilometragem registrada no hodômetro.

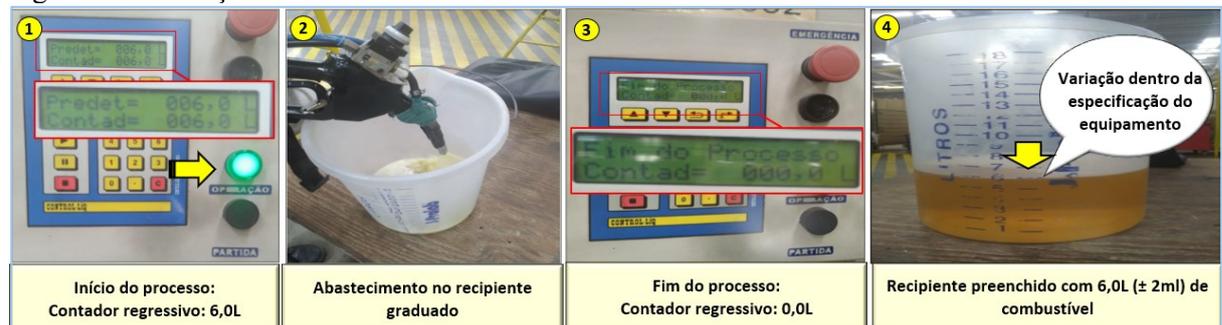


Fonte: Autores (2023)

De acordo com o Gráfico 3, percebe-se que do total de 67 ocorrências a maior parte dos veículos que apresentaram Pane Seca tinham quilometragem abaixo de 10Km, o que aguçou à análise da equipe, uma vez que, durante o estudo confirmou-se que, cada veículo é abastecido com 6,0 litros de combustível durante o processo de montagem. Desse modo, a equipe iniciou uma auditoria de processo com a finalidade de validar o funcionamento de equipamentos e validar procedimentos.

Partindo do abastecimento em linha de produção, foi realizado a checagem do volume de combustível abastecido nos veículos por operadores na linha de montagem, com intuito de validar a veracidade do abastecimento de 6,0 litros por veículos e se a máquina possuía a possibilidade de interromper o fluxo durante o processo de abastecimento. Para isso, realizou-se uma amostragem de 10 coletas de abastecimentos em diferentes dias, de forma aleatória, além de checar a calibração do medidor de vazão que determina o abastecimento em 6,0 litros. (ver Figura 1).

Figura 1 – Validação do volume do combustível



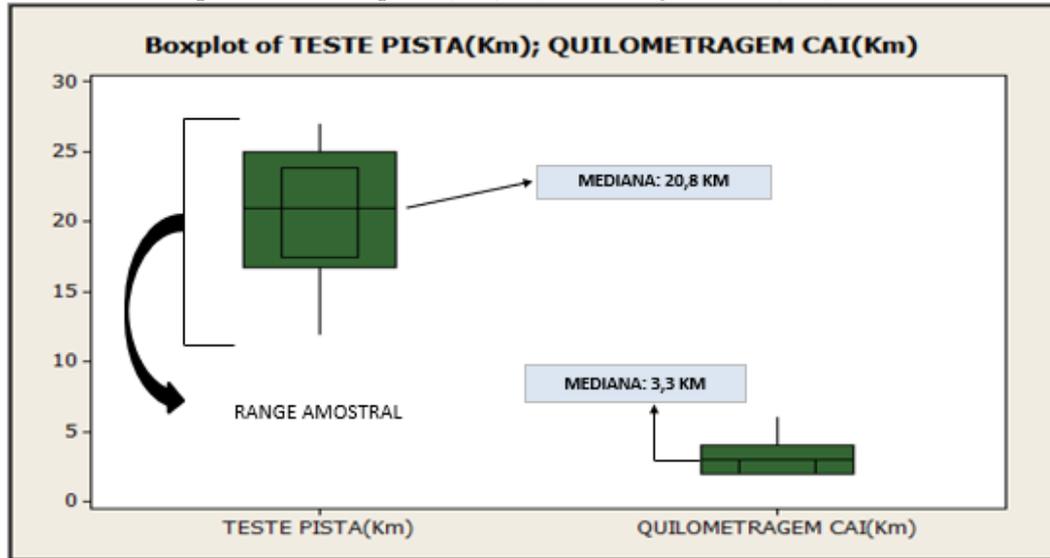
Fonte: Autores (2023)

Levado a efeito das análises, importa registrar que, durante a validação de vazão do combustível na máquina, o painel de controle faz a leitura correta da vazão na bomba de abastecimento; a margem de erro está dentro da especificação do equipamento; o processo de abastecimento interno ocorre de forma padronizada e calibrada, conferindo que o processo é capaz, por não apresentar potenciais de causas correlacionadas com a Pane Seca.

Diante o que foi apresentado até o momento, decidiu-se validar a autonomia da rodagem dos veículos nos processos, com a finalidade de encontrar potenciais que justifique a

causa raiz da Pane Seca. Sendo assim, foram selecionados aleatoriamente 30 veículos como amostra para rodagem neste até o esgotamento do combustível, para chegar à autonomia e encontrar uma média deste. Lembrando que todos os 30 veículos foram da mesma configuração e com a mesma quilometragem do ponto de partida, ou seja, zero quilômetros. Partindo do exposto, plotou-se o Gráfico 4 para compilação dos resultados.

Gráfico 4 – Boxplot of teste de pista (Km); Quilometragem CAI (Km).



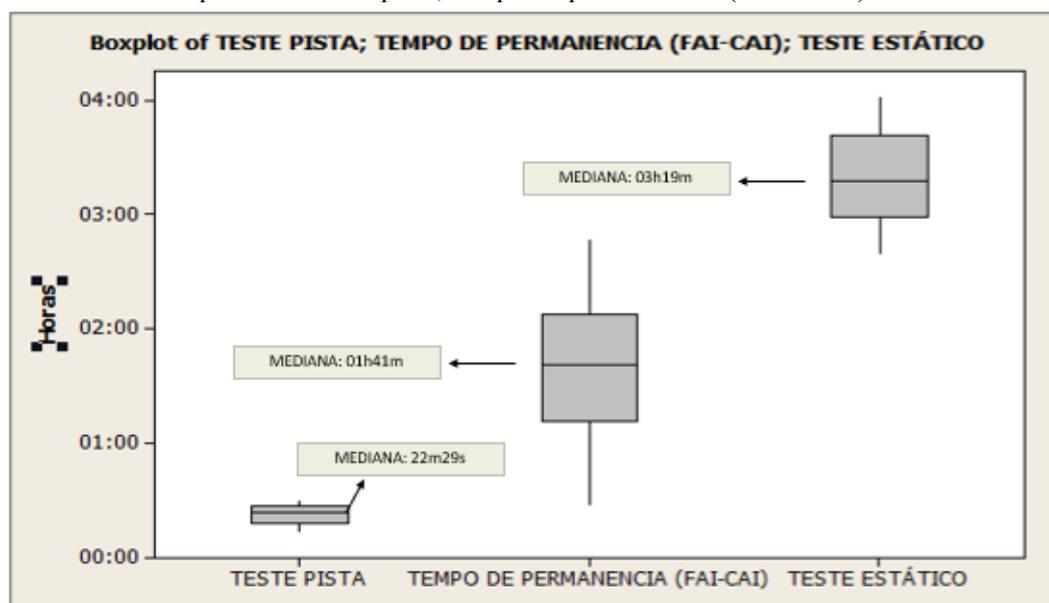
Fonte: Autores (2023)

De acordo com o Gráfico 4, é possível perceber que do total dos veículos rodados em pista de teste, até o esgotamento total do combustível, alcançou-se uma autonomia média de 20,8 km. Assim, o que fica evidente é que, a Pane seca ocorrida durante o percurso logístico, também, não está correlacionada com a falta deste insumo. Posteriormente, foi chegada à média de quilometragem com que os veículos eram liberados no processo final, onde encontrou-se uma mediana de 3,3Km, o que reafirma a falta de evidência para a justificativa das ocorrências.

Após realizar à análise de autonomia em 30 veículos no mesmo trajeto (pista de testes), com as mesmas velocidades, todos os veículos com o ar condicionado ligado e com o mesmo tempo de rodagem, pensou-se então em obter o esgotamento do combustível de forma estática, onde selecionou-se mais 30 veículos, mantendo os mesmos critérios anteriormente, em relação a modelos e quilometragem, porém, agora, de forma estática, onde foi pré-definido que todos estes veículos fossem analisados parados, com o ar condicionado ligado, vidros fechados, no mesmo local, até que estes parassem de funcionar, ou seja, acabar o combustível.

Importa registrar que, estes testes ou análises, teve como objetivo simular a quebra de fluxo, ou seja, pessoas rodando mais do que necessário, alterando a quilometragem do veículo e já neste segundo teste, a simulação foi para que durante o processo de reparo ou algum tipo de intervenção o colaborador, pudesse ficar com o veículo parado e com o ar condicionado ligado, principalmente em época de calor. Entretanto, o que se encontrou, também, nesta simulação foi que à autonomia dos veículos estáticos é capaz de manter o funcionamento do veículo em relação ao tempo, conforme apresentado no Gráfico 5, onde é confrontado com a média de funcionamento dos veículos.

Gráfico 5 – Boxplot of teste de pista; tempo de permanência (FAI / CAI) e teste estático

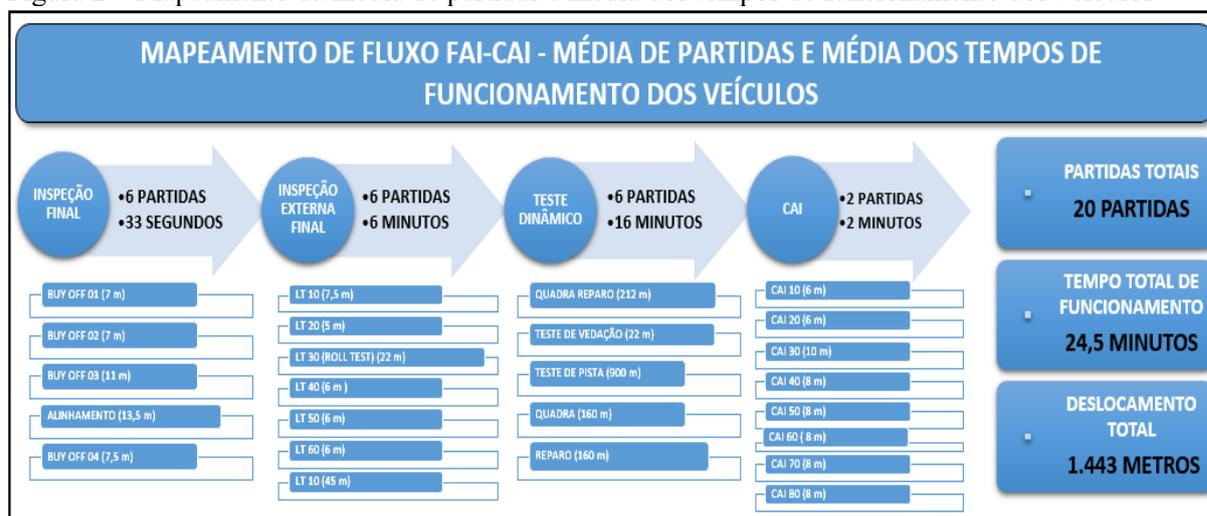


Fonte: Autores (2023)

Ao observar o Gráfico 5, registra-se que, durante o processo de pista de testes, a média de quilometragem apresentada anteriormente no Gráfico 4, foi de 20,8Km, com tempo médio de 22 min 29 s, conforme plotado no gráfico. Já durante o processo produtivo de inspeção, estes veículos percorrem um tempo médio de 01 h 41 min, e, no teste estático os veículos apresentaram comportamentos de funcionamento com média de 03h19m, ou seja, a somatória do tempo de processo, mais o tempo de testes em pista, são bem inferior do que a capacidade ou autonomia apresentado nesta análise estática.

Posteriormente, após as realizações destes testes, foi elaborado o mapeamento do fluxo de processo a partir da média de partidas e média dos tempos de funcionamento dos veículos, com objetivo de validar se o volume de combustível abastecido está adequado para o processo. Assim, a Figura 2, apresenta o mapeamento, de mais 30 veículos, desde a saída da produção até a entrega na expedição.

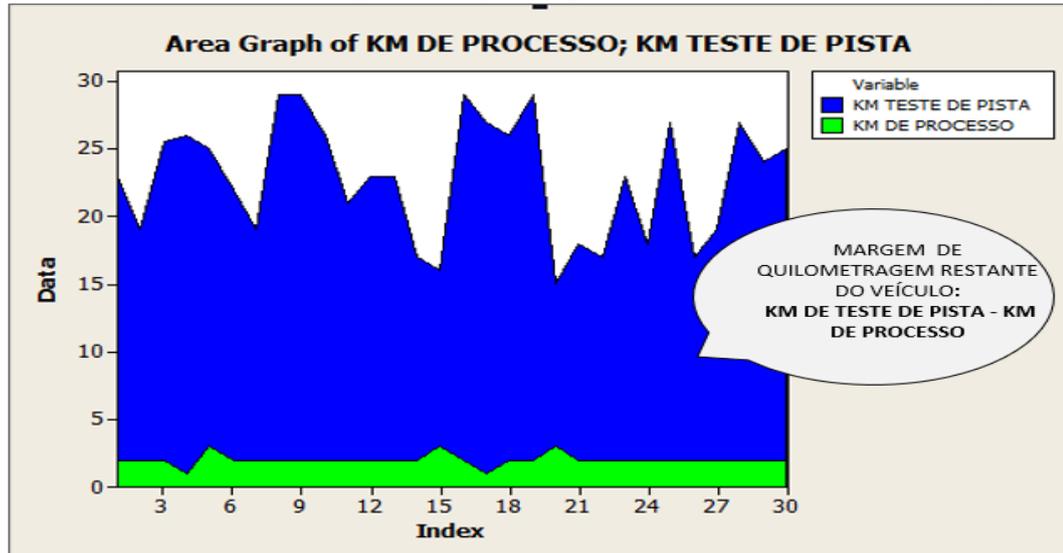
Figura 2 – Mapeamento da média de partidas e média dos tempos de funcionamento dos veículos



Fonte: Autores (2023)

Durante o processo de mapeamento, notou-se que, as médias, conforme apresentadas na Figura 2 foram: 20 partidas durante o processo; 24,5 minutos de tempo total de funcionamento e 1.443 metros de deslocamento total. Partido destes dados coletados foi efetivado uma correlação do mapeamento do fluxo versus a capacidade e autonomia do combustível, (ver Gráfico 6).

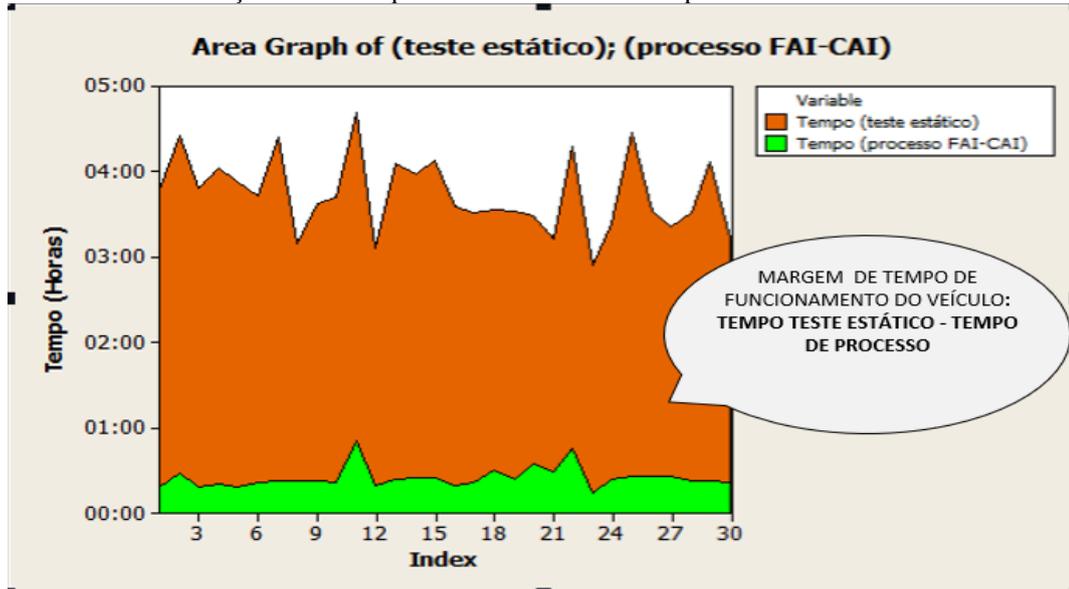
Gráfico 6 – Correlação entre quilometragem do processo versus autonomia de rodagem



Fonte: Autores (2023)

De acordo com o Gráfico 6, nota-se que a quilometragem percorrida pelos veículos é em média 1.443m, representado pela cor verde. Já em azul é a margem de quilometragem restante que o veículo ainda poderia percorrer, salientando que, essa quilometragem foi a média encontrada durante as simulações em pistas (média de 20,8 Km). Já o Gráfico 7, apresentado subsequente, faz a correlação do tempo levantado durante o mapeamento versus os testes estáticos.

Gráfico 7 – Correlação entre tempo de funcionamento no processo versus autonomia de estática

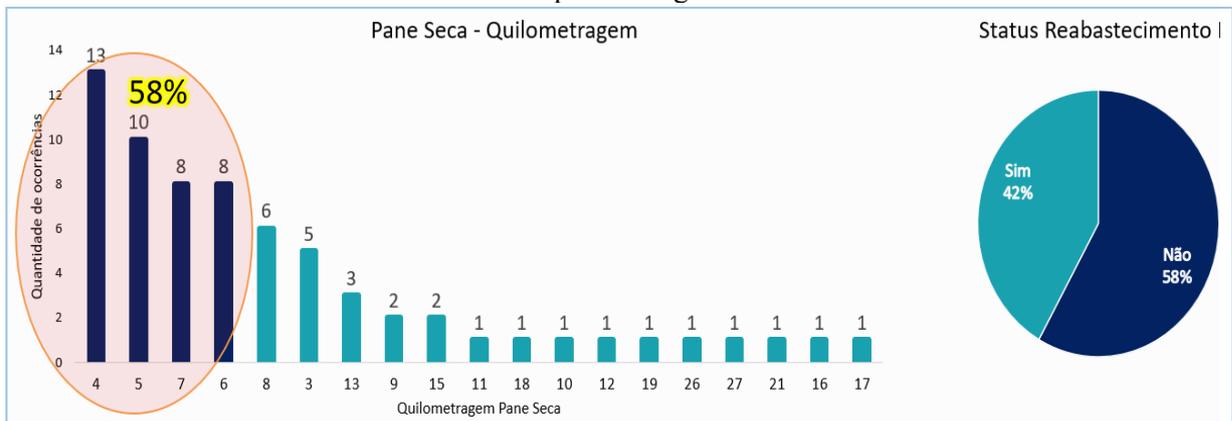


Fonte: Autores (2023)

Registre-se que, não muito diferente das outras análises, o Gráfico 7 reafirma a capacidade de autonomia em relação ao tempo de funcionamento do veículo em comparação com o teste parado realizado anteriormente. Levando em consideração que o tempo de funcionamento durante o processo foi de 24,5 minutos (representado pela cor verde), a margem de autonomia, representado pela cor marrom, é a confirmação que o combustível abastecido em linha de produção é suficiente para percorrer todos os processos subsequentes, seja à autonomia em relação ao tempo de funcionamento ou em quilometragem, uma vez que os testes sobrepõem e apresentam margem de capacidade restante para o bom funcionamento do veículo.

Diante o exposto até o momento, já é possível comentar que as possíveis causas podem estar ligadas com elementos ou fatores externos, uma vez que, os estudos e análise apresentam dados suficientes para tal afirmação. Desta forma, retomou-se ao início do estudo, retomando à análise do Gráfico 8, plotado com as reclamações recebidas, uma vez que após um *brainstorming* e ou uma tempestade de ideias, percebeu-se um potencial da falha (Pane Seca) em veículos com baixa quilometragem, equivalente a 58% das ocorrências.

Gráfico 8 – Pane seca em veículos com baixa quilometragem



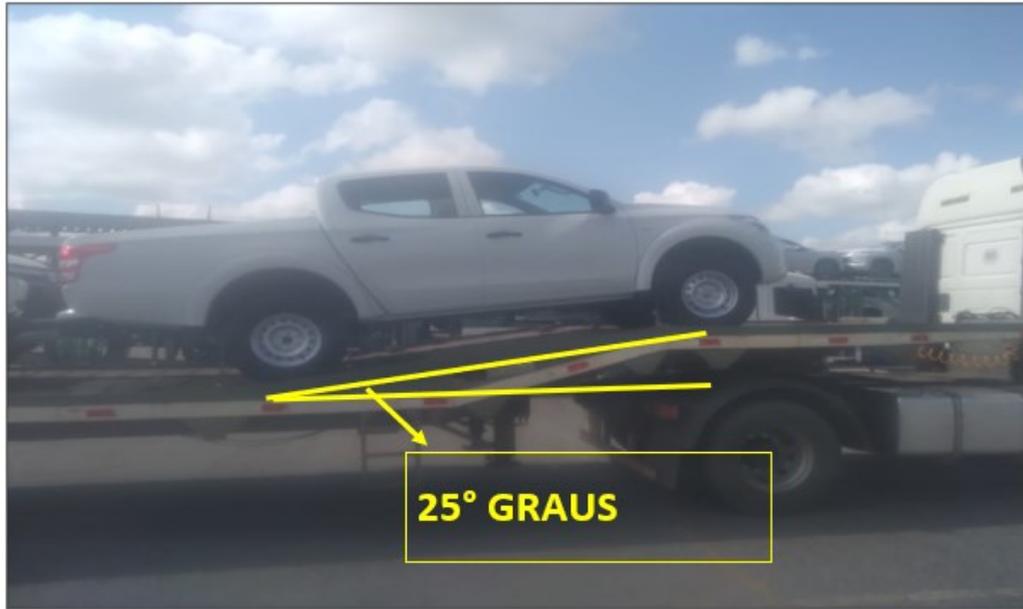
Fonte: Autores (2023)

Sob o mesmo ponto de vista das análises anteriormente apresentadas, ao observar o Gráfico 8, é notório ou perceptível enxergar que a maior porcentagem das ocorrências está correlacionada com veículos que apresentam baixa quilometragem. Por outro lado, identificou-se que um determinado padrão de comportamento em veículos com registro de Pane Seca, tinha correlação com a inclinação na prancha de transferência ou carretas de transporte.

Ainda na trilha da investigação, a variável de inclinação tornou-se preponderante por apresentar uma quantidade representativa de reclamações de motoristas (transportadoras) no momento da descarga do veículo no caminhão, onde ocorre a Pane Seca – dificultando a retirada do veículo da carreta. Outrossim, continuou-se às análises em relação a inclinação dos veículos durante a logística destes ou o transbordo.

Salienta-se que, para a metodologia deste estudo de inclinação utilizou-se 20 veículos com as mesmas características com o objetivo de não contaminar à amostragem, uma vez que, durante estas simulações foram utilizados veículos com quilometragem entre 2 e 10Km. O grau de referência para o estudo, partiu da coleta do veículo (prancha) responsável pelo transporte dos veículos, da fábrica até o pátio de armazenamento. Contudo, ainda vale dizer que, todos os testes foram realizados usando a mesma referência de 25° de inclinação, em consonância com o parâmetro encontrado da carreta, conforme Figura 3.

Figura 3 – Grau de inclinação durante o percurso de transporte.



Fonte: Autores (2023)

Partindo do exposto, registre-se que para simulação os 20 veículos, foram posicionados em inclinação, respeitando o grau, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Veículos em testes na posição de 25°.



Fonte: Autores (2023)

Para garantir a angulação dos veículos, foram utilizados dispositivos (*App's*), onde todos os veículos posicionaram na posição de 0° e subseqüente deslocados até chegar ao ângulo de 25° conforme Figura 5. Entretanto, é de bom grado dizer que, durante às análises, foram simuladas inúmeras posições e em períodos diferentes, onde estes veículos ficaram estáticos na posição, frontal, na posição traseira, na origem plana, de um dia para outro, dentre outras, uma vez que, o objetivo do estudo de inclinação foi simular os 25° da carreta e o tempo de transporte ou transbordo após saída do pátio de armazenamento.

Figura 5 – Dispositivo para garantir a posição de 25°.



Fonte: Autores (2023)

Com base no que foi apresentado até o momento, importa registrar que para o bom andamento e eficiência do estudo, foi pré-definido a metodologia da simulação em quatro passos, sendo estes: 1º Passo: veículos mantidos por 1 hora em inclinação frontal e traseira; 2º Passo: Após o tempo de permanência foi realizado a partida no veículo (máximo de 3 tentativas), resultados em 2 situações – primeira situação: veículo funcionou após tentativas de partida = OK; segunda situação: veículo não funcionou após tentativas de partida = NOK. Assim, para veículos NOK, foram dispostos no plano reto para tentativa de partida. 3º Passo: Em disposição, veículo na posição plano reto, é realizado 3 novas tentativas de partida para dar funcionamento nos veículos NOK. Caso o veículo não funcione o mesmo é submetido ao Passo 4 – Como última tentativa de funcionamento, é feito o bombeamento no filtro de combustível para o escoamento do combustível na linha de abastecimento do motor, conforme Figura 6.

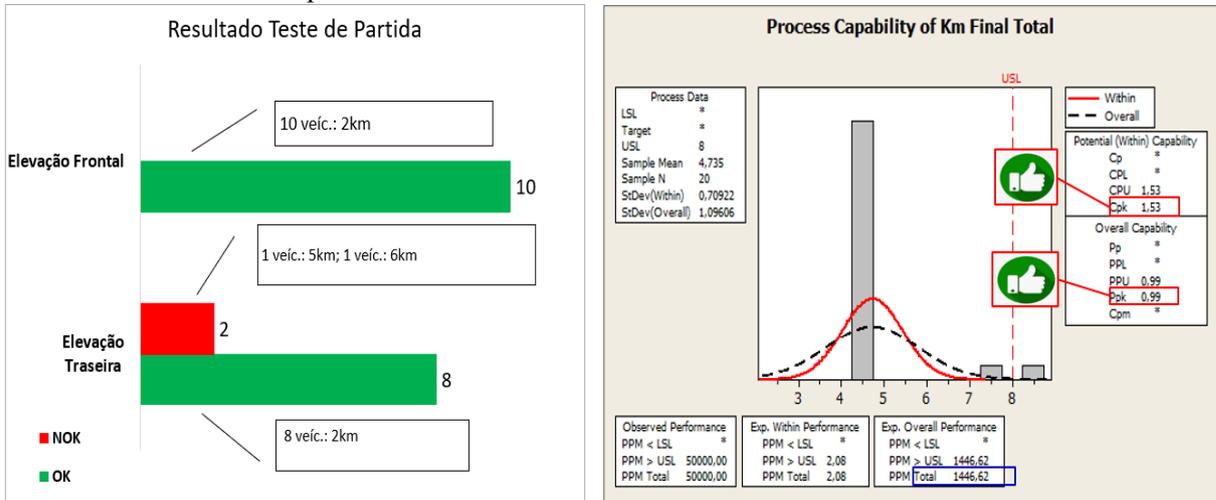
Figura 6 – Processo de bombeamento na linha de combustível.



Fonte: Autores (2023)

Conforme já discorrido em relação à metodologia e as simulações realizadas, é hora de apresentar os resultados advindos dos testes, conforme mostrado no Gráfico 9.

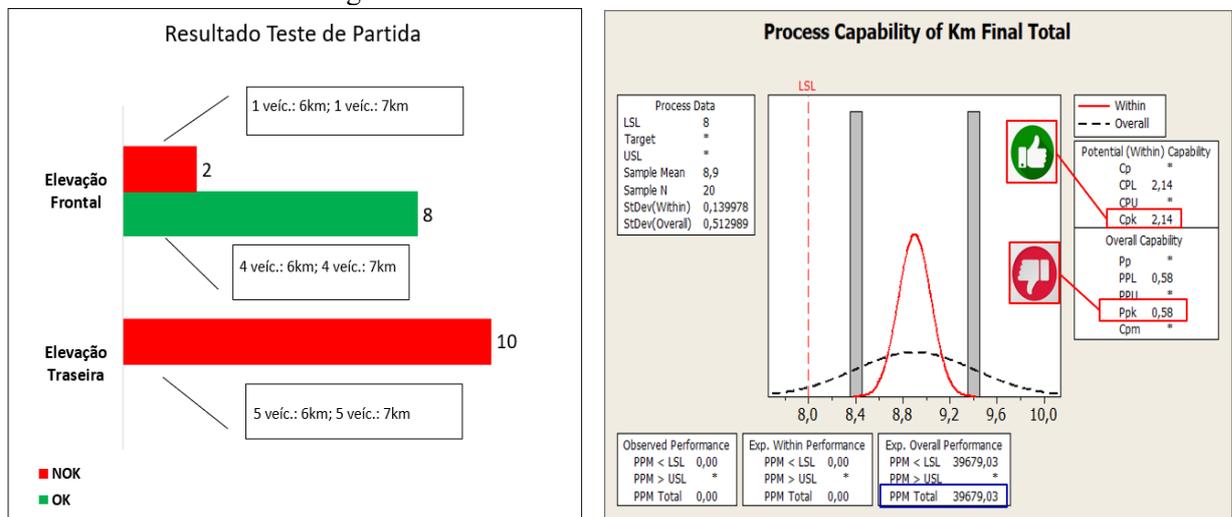
Gráfico 9 – Resultado do primeiro teste



Fonte: Autores (2023)

De acordo com o Gráfico 9, é possível enxergar que do total de 20 veículos analisados, 18 deles ligaram o sistema de combustão ao dar partida em condições de inclinação e 2 destes não ligaram o sistema de combustão ao dar a partida em simulação de inclinação com elevação traseira. Contudo, pode ser validado através da análise estatística que mostra o CPK=1,53, ou seja, o processo tem um ótimo potencial de capacidade (CPK>1,33); PPK=0,99 conforme performance atual, o processo apresenta alto desempenho (PPK≈1); USL=8, o limite superior de especificação corresponde a estimativa de pane seca (8Km de rodagem) e o PPM (Partes Por Milhão) total=1.446,62: probabilidade de ocorrência de Pane Seca fora do limite inferior, abaixo de 8Km, é de 1.446,62 em 1.000.000 de amostras. Conclusão do teste – Amostragem com boa capacidade e boa performance. Partindo dos 2 veículos que apresentaram Pane Seca na inclinação traseira, o próximo teste, foi realizado com amostra de veículos com quilometragem entre 6 e 7Km, conforme Gráfico 10.

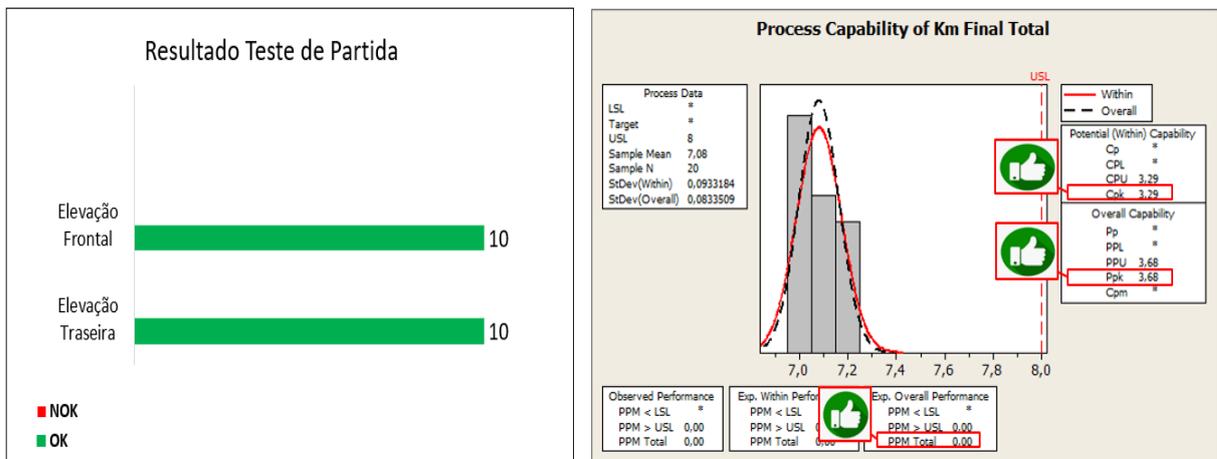
Gráfico 10 – Resultado do segundo teste



Fonte: Autores (2023)

Levado em consideração o Gráfico 10, nota-se que 8 veículos ligaram o sistema de combustão ao dar partida em condições de inclinação com elevação frontal, 12 veículos testados não ligaram o sistema de combustão ao dar partida em condições de inclinação, dos 12 veículos que não ligaram, 10 estava em elevação traseira e 2 na elevação frontal, o que mostra o comportamento dos dados estatísticos, onde o $CPK=2,14$, ou seja o processo tem um ótimo potencial de capacidade ($CPK>1,33$); $PPK=0,58$, como performance atual, o processo apresenta baixo desempenho ($PPK<1$); $USL=8$, o limite superior de especificação corresponde a estimativa de Pane Seca (8Km de rodagem) e o PPM (Partes Por Milhão) – Total=39.679 em 1.000.000 de amostras. Conclusão do teste – Amostragem com boa capacidade e baixa performance. E para o teste 3 (Gráfico 11) serão utilizados veículos com rodagem acima de 7Km e reabastecidos com 2 litros de combustível.

Gráfico 11 – Resultado do terceiro teste



Fonte: Autores (2023)

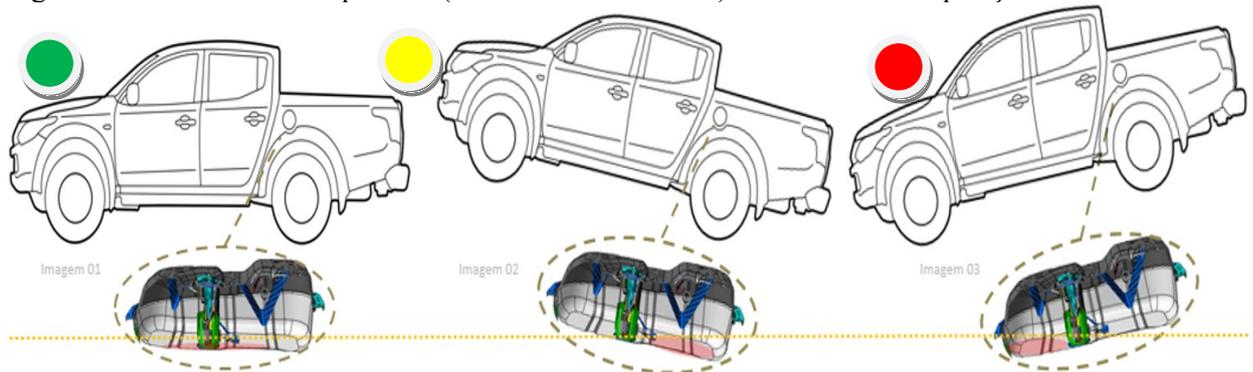
Após o último, porém não menos importante, o Gráfico 11, apresenta que dos 20 veículos testados, todos eles ligaram o sistema de combustão ao dar partida em ambas condições de inclinação – frontal e traseira. Salientando que, os resultados comprovam que a ocorrência de Pane Seca se relaciona também com a quantidade de combustível no veículo, pois quanto maior a quantidade de combustível no tanque, menor as chances de ocorrências de Pane Seca ao dar partida nas devidas condições.

Assim os dados estatísticos mostram o $CPK=3,29$, afirmando que o processo tem um ótimo potencial de capacidade ($CPK>1,33$); $PPK=3,68$, como performance atual, o processo apresenta excelente desempenho ($PPK<1$); $USL=8$, mostrando que o limite superior de especificação corresponde a estimativa de Pane Seca (8Km de rodagem).

E o PPM (Parte Por Milhão) Total = 0, probabilidade de ocorrência de Pane Seca fora do limite inferior, abaixo de 8Km é de 0 em 1.000.000 de amostras. Conclusão – amostragem com ótima capacidade e alta performance, porém é necessário avaliar os gastos com reabastecimento a partir de 7Km rodados na fábrica. Em síntese, pode-se dizer que, veículos com rodagem de saída maior que 6Km estão sujeitos a ocorrências de Pane Seca em situação de inclinação frontal e traseira.

Tal afirmação foi validada pela Engenharia de Produto, que ressalta a condição atual do sistema de captação do combustível no tanque, por não haver bomba elétrica (vide Figura 7 – Característica do Produto).

Figura 7 – Característica do produto (bomba de combustível) em determinadas posições.



Fonte: Autores (2023)

De acordo com a Figura 7, a primeira posição plana (**marca verde**) é a condição ideal de transporte, pois o combustível é distribuído de forma homogênea no tanque não influenciando o sistema de captação de combustível. A posição com elevação da parte dianteira (**marca amarela**) do veículo é a mais adequada quando não foi possível manter o veículo na posição plana, pois nessa posição o combustível se concentra do lado do acionamento da bomba de combustível, pressurizando o sistema no momento da partida e a posição com elevação da parte traseira (**marca vermelha**) do veículo é a que mais impacta negativamente na partida do veículo. Sempre que possível, esta posição deve ser evitada no processo logístico, pois o combustível se concentra do lado oposto do acionamento da bomba de combustível, não pressurizando o sistema no momento da partida.

Partindo das análises levantadas pelo estudo aqui apresentado, conclui-se que, o processo atual de abastecimento vigente é capaz, uma vez que, foi investigado através do MASP, analisando e validado cada qual com a sua especificidade. Entretanto, é possível ponderar algumas ações para minimizar ocorrências da natureza de Pane Seca devido à pequenas variações nos processos internos ou externos, sendo estas ações:

- Recomenda-se ao processo de logística, transportar os veículos na carreta no plano reto ou em inclinação frontal, uma vez que a condição de inclinação traseira potencializa a ocorrência de Pane Seca no momento do transporte.

**ESSA CONDIÇÃO CONTRIBUI PARA
POTENCIALIZAR A PANE SECA**

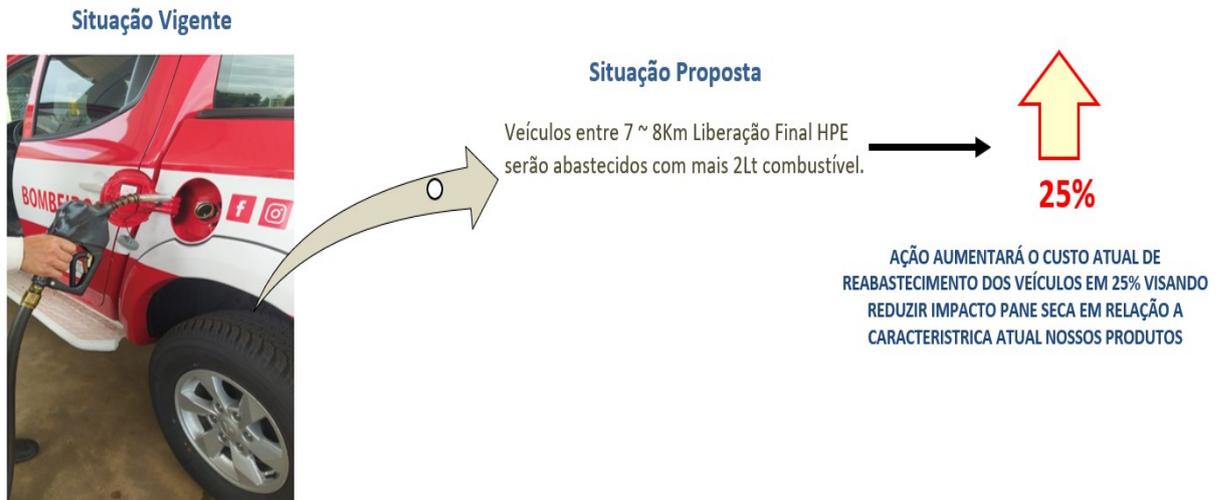


**ESSA CONDIÇÃO MINIMIZA O
POTENCIAL DE PANE SECA**



Fonte: Autores (2023)

- Todo e qualquer veículo durante o processo de liberação final que esteja com 8 ou mais Km, ou que tenha sido identificado algum tipo de teste ou utilização em que o veículo precisou ficar em funcionamento estático é submetido ao um reabastecimento adicional de 3 litros de combustível.
- Criado procedimento de reabastecimento adicional devido a característica do veículo – com base nesse estudo incrementar ao procedimento atual um reabastecimento de 2 litros de combustível para a faixa especificada de quilometragem (7 ~ 8Km).



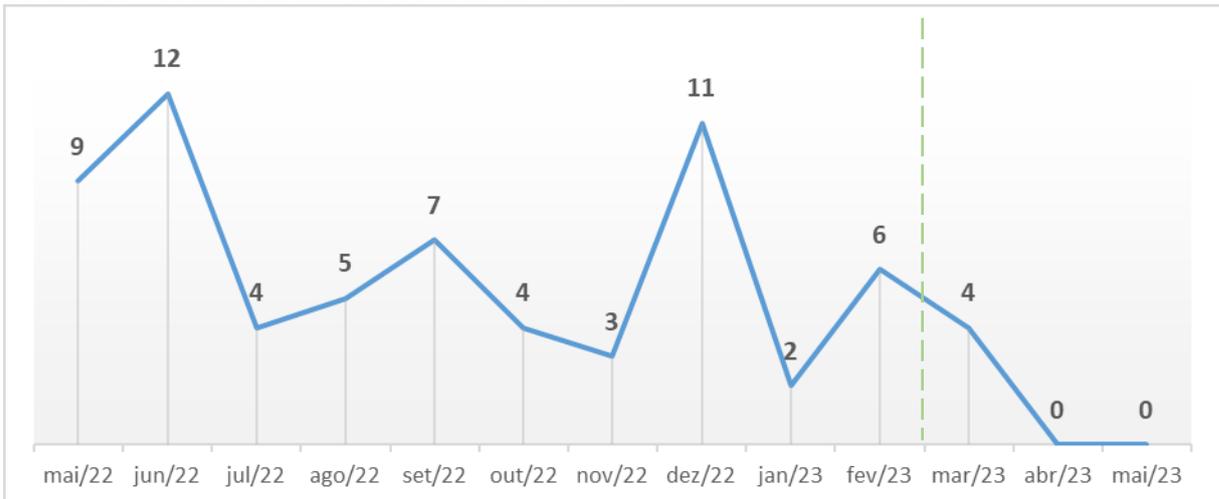
Fonte: Autores (2023)

- Reabastecer os veículos que necessitar movimentação adicionais durante o fluxo logístico (deslocamento terrestre com veículo para entrega final na concessionária ou transbordo entre carretas ou prancha) para atender o ponto final da entrega. O volume de combustível abastecido pela fábrica não foi dimensionado para haver deslocamentos adicionais (analisar mapeamento de rotas), assim, recomenda-se abastecimento adicional antes do embarque.

Registre-se que a partir do estudo aqui apresentado, importa registrar que ao abordar a aplicação do MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) neste estudo de caso em uma empresa automotiva, conseguiu alcançar seus objetivos por meio das etapas estruturadas e metodológicas apresentadas. Ao seguir essa abordagem, a equipe multidisciplinar foi capaz de identificar o problema, analisá-lo minuciosamente, identificar suas causas-raiz e implementar ações corretivas eficazes.

Através do monitoramento contínuo, foi possível verificar os resultados obtidos e, conseqüentemente, padronizar processos para evitar a recorrência do problema. Essa abordagem sistemática e orientada a resultados proporcionou uma melhoria significativa na empresa automotiva, possibilitando a solução efetiva do problema identificado e contribuindo para aprimorar a qualidade, eficiência e satisfação do cliente. Portanto, o uso do MASP no estudo de caso demonstrou ser uma ferramenta valiosa para abordar problemas complexos e alcançar resultados positivos em um ambiente empresarial desafiador, o que pode ser verificado no Gráfico 12 que se segue.

Gráfico 12 – Monitoramento das ocorrências mensal



Fonte: Autores (2023)

Ao analisar o Gráfico 12, fica evidente que às ações de contenções e posteriormente corretivas, deram conta de conter às reclamações relacionadas a ocorrências advindas da Pane Seca ocorridas após a liberação do veículo pela fábrica. Dessa forma, conclui-se que este estudo lançou mão de um Método e Análise para Solução de Problemas (MASP) e obteve êxito ao encontrar a causa raiz da problematização.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, o estudo de caso realizado na empresa automotiva com o uso do MASP revelou-se uma abordagem eficaz para enfrentar problemas específicos e alcançar soluções concretas. Através das etapas estruturadas e metodológicas do MASP, a equipe multidisciplinar pôde analisar profundamente o problema, identificar suas causas-raiz e implementar ações corretivas adequadas. O monitoramento contínuo e a verificação dos resultados garantiram a eficácia das soluções implementadas e a padronização dos processos, evitando a recorrência do problema.

O uso do MASP não apenas contribuiu para a resolução do problema em questão, mas também promoveu melhorias significativas em diversos aspectos da empresa. A qualidade do produto foi aprimorada, aumentando a satisfação do cliente e fortalecendo a reputação da empresa. A eficiência dos processos fora validada, resultando em maior produtividade e redução de custos. Além disso, a abordagem sistemática do MASP estimulou uma cultura de melhoria contínua e aprendizado organizacional, criando um ambiente propício à inovação e ao desenvolvimento.

Diante disso, fica evidente que o MASP é uma ferramenta valiosa para empresas automotivas e outras organizações que buscam soluções efetivas para problemas complexos. Ao seguir suas etapas, é possível identificar problemas de forma precisa, investigar suas causas e implementar ações corretivas direcionadas. O MASP oferece uma abordagem estruturada, baseada em dados e orientada a resultados, permitindo que as empresas enfrentem desafios com maior eficiência e obtenham melhorias reais em suas operações.

Portanto, recomenda-se fortemente a aplicação do MASP como parte integrante dos processos de gestão e resolução de problemas em empresas automotivas, visando alcançar resultados mais consistentes, promover a excelência operacional e impulsionar o sucesso sustentável no mercado altamente competitivo do mundo dos negócios automotivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIETTA, João Marcos; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **A importância do método seis sigma na gestão da qualidade analisada sob uma abordagem teórica**. Universidade Metodista de Piracicaba. Revista de Ciência e Tecnologia – v. 11. n.20 – p. 91-98. 2015.
- ALLIPRANDINI, Dário H; MESQUITA, Melissa. **Competências essenciais para melhoria contínua da produção: Estudo de caso em empresas da indústria de autopeças**. Gestão & Produção, v. 10, n. 1, p. 17-33, abril de 2013.
- ANTONIALI, F.; COSTA. L. **Aplicação do método de análise e solução de problemas (MASP) em um processo de melhoria da qualidade de uma empresa de manufatura**. UNICAMP, Campinas (SP), (2021).
- BARROS, R. F., & MARTINAZZO, A. P. **Aplicação do MASP no gerenciamento de ações corretivas em uma montadora de veículos**. Revista Científica UNIFACEX, 8(2), 146-156 (2014).
- COSTA, G. A., & de ALMEIDA, L. F. **Análise da aplicação do MASP no processo produtivo de uma montadora de veículos**. Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), São Paulo, SP (2013).
- COTEC. *Pautas Metodológicas en Gestion de la tecnologia y de la Inovación para Empresas*. Madrid: Innovation, 2017. p. 135-141. Disponível em <<https://www.logisticadescomplicada.com/gestao-da-cadeia-de-suprimentos-%E2%80%93-conceitos-tendencias-e-ideias-para-melhoria/>>. Acessado em 13 de setembro de 2019.
- DRUCKER, P. F. **Aprendizado organizacional: Gestão de pessoal para inovação**. Rio de Janeiro: Campus, 2014.
- MACHADO, Rosaly; FRANCISCO, Antônio Carlos de. **Melhoria contínua como ferramenta para o aumento da competitividade organizacional: Um estudo de caso no setor metal metalúrgico**. XII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 7 a 9 de nov. 2015.
- MARUYAMA, U., de Matos, J. D. B.; LEAL, F. **Análise da aplicação do MASP no setor automotivo: um estudo de caso**. Revista de Gestão e Projetos, 8(3), 43-60, (2017).
- REIS, Dayr Américo dos. **O Planejamento do Procedimento da Montagem**. Rio de Janeiro (RJ): DEF/IBM, 2012.
- SANTOS, A. F., MARIANO, E. L; CALDEIRA, A. M. **Aplicação do MASP na solução de problemas de qualidade em uma montadora de veículos**. Revista Produção Online, 15(1), 86-112, (2015).
- SILVA, Glauco Garcia M. P. da; TUBINO, Dalvio Ferrari; SEIBEL, Silene. **Linhas de montagem: revisão da literatura e oportunidades para pesquisas futuras**. Florianópolis (SC): UFSC, 2015.

SIMÕES, Daniela Filipa Gomes. **A melhoria contínua aplicada à gestão de processos logísticos – Gestamp Aveiro.** Revista da Universidade de Aveiro. Junho de 2014.

TAMAKI, H.; SOUZA, C. A. **Gestão da Melhoria: integrando MASP e lean manufacturing.** *Journal of industrial engineering and management*, 11(2), 301-322, (2018).

VERARDI, F. R.; KNISS, C. T. **Gestão de Projetos de Melhoria: um estudo baseado no MASP em uma empresa de manufatura.** *Production Engineering*, (2019).