



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia Industrial 4.0



ANTONIO CELSO WASCONCELLOS DE LUCA

GABRIELA CRISTINA SILVA DE BRITTO

THAÍS BECKER

WILSON CARNEIRO RABELO

**REDUÇÃO DE CUSTOS NAS CONTAS DE INSUMOS PARA
OPERAÇÃO DE SOLUÇÕES PARA SEGURANÇA NO TRÂNSITO**

CURITIBA
2024

ANTONIO CELSO WASCONCELLOS DE LUCA
GABRIELA CRISTINA SILVA DE BRITTO
THAÍS BECKER
WILSON CARNEIRO RABELO

**REDUÇÃO DE CUSTOS NAS CONTAS DE INSUMOS PARA
OPERAÇÃO DE SOLUÇÕES PARA SEGURANÇA NO TRÂNSITO**

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia da Qualidade 4.0 - Certificado Black Belt. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof.^a Dra. Carla Regina Mazia Rosa

**CURITIBA
2024**

RESUMO

A empresa AWGT é uma referência na segurança de trânsito, oferecendo soluções inovadoras para controle e fiscalização, com uma rede nacional de equipamentos. O objetivo consiste em reduzir em 8,0% os custos nas contas de insumos para operação de segurança no trânsito, estabelecendo metas específicas para a diminuição dos custos de frota, materiais e aferições até maio de 2024. Os resultados operacionais revelaram desvios de custos significativos, especialmente nas categorias de frota e materiais. No entanto, durante a fase de controle, constatou-se uma redução de 30% nos custos mensais, superando a meta inicial. Isso foi alcançado através da implementação de estratégias como padronização de processo e aplicação de treinamentos para as equipes. Os resultados obtidos destacam a eficácia das ações implementadas e reforçam a importância da aplicação de metodologias como Definir, Medir, Analisar, Implantar e Controlar para alcançar metas desafiadoras.

Palavras-chave: Segurança no trânsito, redução de custos, gestão de contratos, treinamentos, DMAIC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Fluxograma das principais etapas do projeto	19
FIGURA 2. Bases de dados sistema Protheus.....	20
FIGURA 3. Relatório de acompanhamento orçamentário software Plano Allstrategy	21
FIGURA 4. Histórico do indicador de custos.....	21
FIGURA 5. SIPOC do principal processo envolvido	23
FIGURA 6. Árvore de estratificação por contratos	24
FIGURA 7. Árvore de estratificação por tipo de insumo.....	24
FIGURA 8. Pareto de contratos	24
FIGURA 9. Pareto por tipo de insumo.....	25
FIGURA 10. Análise de variação dos focos (materiais)	26
FIGURA 11. Análise de variação dos focos (frota)	26
FIGURA 12. Análise de variação dos focos (aferições)	27
FIGURA 13. Mapa detalhado do processo.....	29
FIGURA 14. Diagrama de Ishikawa.....	30
FIGURA 15. Matriz GUT.....	30
FIGURA 16. FMEA.....	33
FIGURA 17. Avaliação de riscos.....	34
FIGURA 18. Definição de testes	35
FIGURA 19. Resultado teste: Manual com procedimentos para movimentação de materiais.	36
FIGURA 20. Resultado teste: Painel de indicadores de acompanhamento.....	36
FIGURA 21. Resultado teste: Plataforma de treinamentos	37
FIGURA 22. Resultado teste: Indicadores de utilização do veículo e rastreamento em tempo real.....	37
FIGURA 23. Implementação em larga escala.....	38
FIGURA 24. Antes e depois da organização de ferramentas nos veículos	38
FIGURA 25. Antes e depois da das manutenções preventivas realizadas.....	39

FIGURA 26. Histórico de custos nas contas de insumos antes e depois do projeto.....	40
FIGURA 27. Redução total obtida nas contas de custos.....	40
FIGURA 28. Redução obtida nas contas de custos relacionados a materiais	41
FIGURA 29. Redução obtida nas contas de custos relacionados a frota.....	41
FIGURA 30. Redução obtida nas contas de custos relacionados a aferições	42
FIGURA 31. Treinamentos realizados	43
FIGURA 32. Relatório de anomalia (materiais)	44
FIGURA 33. Relatório de anomalia (frota).....	45
FIGURA 34. Relatório de anomalia (aferições)	46

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Definição das metas específicas.....	27
TABELA 2. Priorização de soluções.....	33
TABELA 3. Variáveis de monitoramento do processo.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMAIC	Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar
DRE	Demonstração do Resultado do Exercício
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> / Planejamento de Recursos Empresariais
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> / Análise de Modos de Falha e seus Efeitos.

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	9
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	10
1.3. JUSTIFICATIVA	10
1.4. HIPÓTESE	11
1.5. OBJETIVO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. Acidentes no Brasil	13
2.1.1. Situação atual dos acidentes de trânsito no Brasil	13
2.1.2. Importância da instalação de radares	13
2.1.3. Impactos da instalação de radares nas cidades	14
2.2. Metodologia DMAIC.....	15
2.2.1. História e evolução da metodologia	15
2.2.2. Etapas do DMAIC.....	15
2.2.2.1. Definir (<i>Define</i>).....	15
2.2.2.2. Medir (<i>Measure</i>).....	16
2.2.2.3. Analisar (<i>Analyze</i>).....	16
2.2.2.4. Melhorar (<i>Improve</i>)	16
2.2.2.5. Controlar (<i>Control</i>)	17
2.2.2.6. Aplicações práticas e importância da DMAIC.....	17
2.3. Redução de custos na produção de radares e sua implicação na melhoria da segurança no trânsito	18
3. METODOLOGIA	19
3.1. FASE DEFINIR.....	19
3.1.1. Descrição do problema.....	19
3.1.2. Métrica do indicador e confiabilidade dos dados.....	20
3.1.3. Histórico do indicador	21
3.1.4. Definição da meta e ganhos do projeto	22
3.1.5. Descrição do principal processo envolvido	22
3.2. FASE MEDIR.....	23
3.2.1. Estratificação dos dados	23
3.2.2. Identificação dos focos do problema.....	24

3.2.3. Histórico dos focos do problema.....	25
3.2.4. Definição das metas específicas.....	27
3.2.5. Comprovação da meta global.....	28
3.3. FASE ANALISAR.....	28
3.3.1. Mapa detalhado do processo	28
3.3.2. Identificação e priorização das causas potenciais	29
3.3.3. Comprovação das causas priorizadas	31
3.4. FASE MELHORAR	32
3.4.1. Identificação e priorização das possíveis soluções	32
3.4.2. Avaliação de riscos	33
3.4.3. Definição e resultados dos testes	35
3.4.4. Plano de ação em larga escala	37
3.5. FASE CONTROLAR.....	39
3.5.1. Atingimento da meta global	39
3.5.2. Atingimento das metas específicas	41
3.5.3. Padronização e treinamentos	42
3.5.4. Indicadores de controle para manter os resultados.....	43
3.5.4.1. Relatório de anomalias.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO MAPA DE RACIOCÍNIO	47
4.1. APONTAMENTO DE OPORTUNIDADE DE MELHORIAS.....	47
5. CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. INTRODUÇÃO

A empresa AWGT, atuante no segmento de segurança de trânsito no Brasil, destaca-se por sua abordagem inovadora e integrada no desenvolvimento e implementação de soluções para controle e fiscalização de tráfego, pesagem em movimento e segurança pública. Com uma extensa rede de equipamentos distribuídos por todo o território nacional, a AWGT tem como missão primordial promover um trânsito seguro e valorizar a vida por meio de suas operações.

Neste contexto dinâmico e desafiador, a empresa enfrenta a constante necessidade de equilibrar a excelência operacional com a sustentabilidade econômica. A gestão eficaz dos insumos utilizados em suas operações torna-se vital, uma vez que impacta diretamente nos resultados financeiros e na qualidade dos serviços prestados. Dentre os insumos cruciais destacam-se a mão de obra, frota, material, serviços de terceiros, aferições, energia, *links* de internet, entre outros elementos fundamentais para o funcionamento eficiente e eficaz da organização.

A redução e controle de custos emergem como pilares essenciais para o sucesso e a viabilidade econômica da AWGT. Ao otimizar a gestão de insumos e implementar estratégias eficazes de redução de custos, a empresa não apenas fortalece sua posição no mercado, mas também assegura a entrega de serviços de alta qualidade e o cumprimento dos compromissos financeiros estabelecidos em contratos e acordos comerciais.

Neste trabalho, busca-se explorar a importância crítica da redução de custos nas contas de insumos para a operação das soluções de segurança no trânsito oferecidas pela AWGT. Através do método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), examinam-se os problemas, causas raiz e as estratégias e abordagens adotadas pela empresa para otimizar sua gestão de custos e garantir a excelência operacional em um cenário competitivo e desafiador.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A empresa AWGT atua na segurança de trânsito por meio do desenvolvimento e integração de soluções para controle e fiscalização de tráfego, pesagem em movimento e segurança pública. Sua rede de equipamentos está distribuída em todo o território brasileiro e conta com produtos inovadores e de qualidade, os quais se

integram entre si em tempo real, para garantir excelência em todos os serviços prestados.

Na busca incessante de valorizar a vida com trânsito seguro, a AWGT destaca-se pela busca dos mais altos padrões de qualidade nas suas operações mantendo sustentabilidade econômica, através da gestão contínua de riscos e ensejos do negócio, rede especializada de fornecedores e atendimento às normas e legislações vigentes. O setor de operações é responsável tanto por mitigar os riscos inerentes da operação e entregar um elevado nível de serviço quanto por garantir os resultados financeiros acordados nos contratos e serviços prestados.

Nesse contexto, a má gestão dos insumos do processo gera impactos financeiros representativos para a organização, sendo possível destacar dentre os insumos necessários a mão de obra, frota, material, serviços de terceiros, aferições, energia, *links* de internet e entre outros. Portanto, a redução e controle de custos do negócio é essencial para o potencial sucesso da organização.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A AWGT possui uma gama variada de contratos entre a iniciativa pública e privada, realizando prestação de serviços e vendas de equipamentos e sistemas de engenharia de tráfego. Dada a variabilidade dos contratos vigentes e a importância de uma operação com qualidade e sustentável financeiramente, o projeto objetiva atuar diretamente na redução de custos nas contas de insumos para operação, por meio do emprego da metodologia DMAIC como guia em todas as etapas do projeto.

1.3. JUSTIFICATIVA

A importância do estudo se deu pelo fato de que, ao observar os resultados operacionais da AWGT, foram identificados que alguns dos insumos necessários ao atendimento do nível de serviço nos contratos estavam com custo acima do previsto, impactando diretamente na eficiência operacional, investimento e desenvolvimento de novos projetos, satisfação dos clientes e conseqüentemente, tornando inexecutável a sustentabilidade do negócio.

1.4. HIPÓTESE

A busca por eficiência operacional e aprimoramento contínuo levaram muitas organizações a adotarem metodologias estruturadas, como o DMAIC, especialmente em setores críticos como a produção de radares para controle de tráfego. A produção de radares para controle de tráfego demanda precisão e eficiência, sendo influenciada por diversos fatores, desde a aquisição de materiais até a otimização dos processos de fabricação. Dessa forma, foram levantadas algumas hipóteses para o projeto:

- Otimização de materiais e componentes: A análise detalhada permite identificar oportunidades de otimização na seleção de materiais e componentes. Isso é corroborado por Eckes (2001), que destaca a importância da gestão eficiente de insumos na redução de custos.
- Eficiência nos processos de fabricação: Concentrar-se na otimização dos processos de fabricação. Rother e Shook (2003) ressaltam em seu trabalho a aplicação de técnicas *Lean* para eliminar desperdícios, aumentando a eficiência e reduzindo custos operacionais.
- Negociação com fornecedores: A análise de custos pode revelar oportunidades de negociação com fornecedores. A gestão eficaz da cadeia de suprimentos é abordada por Agrawal e Sharma (2019), destacando a importância da colaboração com parceiros externos.
- Padronização de processos: A implementação de melhorias identificadas pode envolver a padronização de processos. Isso é discutido por Pycraft *et al.* (2016), enfatizam a necessidade de consistência operacional como uma estratégia para redução de custos.

1.5. OBJETIVO

O objetivo principal do trabalho consiste em reduzir em 8,0% o custo nas contas de insumos para operação de soluções para segurança no trânsito. Sendo os objetivos específicos quantitativos e qualitativos:

- Reduzir em 8,8% os custos relacionados a frota até maio/2024, tendo um custo mensal máximo de R\$ 129.648.
- Reduzir em 7,2% os custos relacionados a materiais até maio/2024, tendo um custo mensal máximo de R\$ 83.847.
- Reduzir em 7,5% os custos relacionados a aferições até maio/2024, tendo um custo mensal máximo de R\$ 50.439.
- Aumento da valorização dos contratos em decorrência da redução de custos
- Melhorias no processo atual de gestão dos contratos.
- Ganhos em desempenho e aumento da satisfação de clientes internos e externos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ACIDENTES NO BRASIL

Os acidentes de trânsito representam uma questão crítica para a segurança pública no Brasil, contribuindo para elevados índices de morbidade e mortalidade. Neste contexto, a instalação de radares nas cidades emerge como uma estratégia fundamental para mitigar esses impactos negativos, promovendo a redução da velocidade, a conscientização dos condutores e, conseqüentemente, a prevenção de acidentes.

2.1.1. Situação atual dos acidentes de trânsito no Brasil

Dados recentes indicam que o Brasil ainda enfrenta desafios significativos relacionados aos acidentes de trânsito. Segundo o "Relatório Anual de Acidentes de Trânsito do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), o país registrou um alto número de acidentes nos últimos anos, com conseqüências sérias em termos de vítimas e danos materiais. O número de pessoas que perderam a vida em 2023 foi de 4.127 (PRF, 2023). A complexidade do tráfego, a infraestrutura precária e comportamentos inadequados dos condutores são fatores que contribuem para esse cenário preocupante.

O estudo de Souza *et al.* (2021) destaca que a falta de respeito às leis de trânsito, o excesso de velocidade e a condução sob efeito de substâncias psicoativas são causas frequentes de acidentes. Esses comportamentos, aliados à falta de investimentos em segurança viária, tornam essencial a adoção de medidas efetivas para reverter essa situação.

2.1.2. Importância da instalação de radares

A instalação de radares nas cidades surge como uma estratégia fundamental para lidar com os desafios associados aos acidentes de trânsito. Esses dispositivos desempenham um papel crucial na fiscalização do cumprimento dos limites de

velocidade, contribuindo para a redução de colisões e atropelamentos. Estudos demonstram que a presença de radares tem impactos positivos na segurança viária.

O trabalho de Silva e Oliveira (2019) analisou a implementação de radares em uma cidade brasileira e constatou uma diminuição significativa na ocorrência de acidentes e na gravidade das lesões. A fiscalização eletrônica por meio de radares tem o potencial não apenas de coibir infrações, mas também de conscientizar os condutores sobre a importância do respeito às normas de trânsito.

2.1.3. Impactos da instalação de radares nas cidades

A instalação de radares tem sido associada diretamente à redução da velocidade média dos veículos, conforme destacado por Rocha et al. (2020). A desaceleração do tráfego contribui para a diminuição da gravidade dos acidentes, salvando vidas e reduzindo danos materiais.

A presença de radares atua como um lembrete constante aos condutores sobre a necessidade de respeitar os limites de velocidade. Estudos, como o de Oliveira e Lima (2018), evidenciam que a fiscalização eletrônica promove uma mudança comportamental, conscientizando os motoristas sobre a importância da direção responsável.

Os radares são eficazes na prevenção de infrações graves, como avanço de semáforo vermelho e excesso de velocidade. O estudo de Santos *et al.* (2021) destaca a efetividade desses dispositivos na redução de comportamentos de risco, influenciando positivamente na segurança viária.

A instalação estratégica de radares também contribui para a melhoria da mobilidade urbana. Ao reduzir a incidência de acidentes, evitam-se congestionamentos decorrentes de colisões, proporcionando um tráfego mais fluido, como apontado por Sousa e Costa (2017).

Embora os radares desempenhem um papel crucial na promoção da segurança viária, sua eficácia está sujeita a desafios específicos. A resistência de alguns grupos à presença desses dispositivos, a falta de manutenção adequada e o uso inadequado para arrecadação de multas são questões que precisam ser abordadas. Portanto, a implementação deve ser acompanhada por políticas públicas consistentes, visando garantir a efetividade e a aceitação social.

2.2. METODOLOGIA DMAIC

A metodologia DMAIC desempenha um papel crucial na busca pela excelência operacional, sendo uma ferramenta fundamental no contexto do Seis Sigma. A seguir, são detalhadas as etapas do DMAIC, enriquecendo a compreensão de sua aplicação prática, histórico e relevância.

2.2.1. História e evolução da metodologia

A história da DMAIC está intrinsecamente ligada à evolução do Seis Sigma, originando-se na Motorola nos anos 1980. Bill Smith, engenheiro da Motorola, desenvolveu o Seis Sigma como uma estratégia para aprimorar a qualidade. O DMAIC, posteriormente, foi desenvolvido como a metodologia prática para implementar essa estratégia. A abordagem do Seis Sigma e, por extensão, o DMAIC, rapidamente se expandiu para outras organizações, com destaque para seu sucesso na General Electric. A metodologia continua a evoluir, incorporando melhores práticas e adaptações em resposta às mudanças nas necessidades do mercado.

2.2.2. Etapas do DMAIC

2.2.2.1. Definir (*Define*)

A etapa Definir é o ponto de partida crucial, onde a equipe estabelece claramente os objetivos do projeto e identifica as partes interessadas. Uma declaração de problema robusta e um escopo bem definido direcionam todas as etapas subsequentes, fornecendo uma base sólida para o sucesso do projeto. O entendimento claro do problema a ser resolvido é fundamental para alinhar os esforços da equipe e garantir o sucesso global do projeto. A fase inicial do DMAIC é crucial para estabelecer os objetivos do projeto. No contexto da produção de radares, a definição clara dos requisitos técnicos e de custos é fundamental. Autores como Pyzdek e Keller (2014) enfatizam que uma definição inadequada pode levar a problemas ao longo do processo.

2.2.2.2. Medir (*Measure*)

Na etapa Medir, a coleta de dados é apenas uma parte da equação. A seleção cuidadosa dos Indicadores (KPIs) é essencial para estabelecer uma linha de base robusta e compreender a situação atual do processo. Além disso, a definição clara de critérios de sucesso e a análise cuidadosa da variabilidade contribuem para uma avaliação precisa. Essa fase não se limita apenas à coleta de dados, mas à garantia de que os dados coletados sejam verdadeiramente representativos e úteis para as etapas seguintes. A coleta e análise de dados são essenciais para entender a situação atual da produção de radares. Isso envolve a identificação de variáveis críticas que afetam os custos. Segundo George (2002), a medição precisa é a base para melhorias sustentáveis.

2.2.2.3. Analisar (*Analyze*)

Na etapa Analisar, ferramentas estatísticas são empregadas com rigor. A exploração aprofundada das causas raízes dos problemas, usando métodos como análise de causa e efeito e regressão, permite uma compreensão completa dos fatores que impactam o processo. A aplicação de técnicas estatísticas avançadas não apenas identifica correlações e padrões, mas também fornece insights valiosos para direcionar as ações de melhoria. A colaboração eficaz da equipe é crucial para extrair conclusões significativas desta fase. A fase de análise envolve a identificação das causas raízes dos custos elevados. Ferramentas como análise de causa e efeito e análises estatísticas são aplicadas para entender as relações entre variáveis. Harry e Schroeder (2000) destacam que a análise aprofundada é crucial para encontrar soluções eficazes.

2.2.2.4. Melhorar (*Improve*)

Durante esta etapa, o foco está na implementação de soluções eficazes e mensuráveis. A realização de testes-piloto é uma estratégia valiosa para validar a eficácia das melhorias propostas antes de sua implementação completa. Além disso, a colaboração da equipe é essencial para garantir que as soluções propostas estejam alinhadas com os objetivos do projeto. A flexibilidade na implementação de melhorias,

baseada em feedbacks e ajustes contínuos, é uma prática recomendada para garantir a adaptação bem-sucedida das mudanças propostas. Na etapa de melhoria, soluções específicas são desenvolvidas para reduzir os custos identificados. A abordagem sistemática é enfatizada por Rother e Shook (2003), que ressaltam a importância de testes-piloto para validar as melhorias antes da implementação completa.

2.2.2.5. Controlar (*Control*)

A etapa Controlar é fundamental para assegurar que as melhorias implementadas sejam sustentáveis a longo prazo. A implementação de sistemas de monitoramento contínuo e a definição de controles robustos são componentes essenciais para evitar a regressão aos antigos padrões de desempenho. A criação de procedimentos operacionais padrão e a formação contínua da equipe são práticas recomendadas para garantir a consistência e a conformidade ao longo do tempo. O sucesso a longo prazo é intrinsecamente ligado à efetiva implementação das medidas de controle nesta fase. Snee (2010) destaca a implementação de controles e monitoramento contínuo para garantir que os custos permaneçam dentro dos limites estabelecidos.

2.2.2.6. Aplicações práticas e importância da DMAIC

O DMAIC encontra aplicações práticas em diversos setores, promovendo eficiência, redução de defeitos e melhoria contínua. Organizações de manufatura, serviços, saúde, tecnologia e setor financeiro têm colhido benefícios significativos ao aplicar o DMAIC em seus processos. A metodologia não apenas resolve problemas específicos, mas também promove uma cultura de melhoria contínua nas organizações, impulsionando a eficiência operacional e a satisfação do cliente.

2.3. REDUÇÃO DE CUSTOS NA PRODUÇÃO DE RADARES E SUA IMPLICAÇÃO NA MELHORIA DA SEGURANÇA NO TRÂNSITO

A redução de custos na produção pode aumentar a disponibilidade de radares nas vias. Isso é crucial para a efetividade da fiscalização eletrônica, como evidenciado por Santos *et al.* (2021), que destacam a importância da cobertura abrangente.

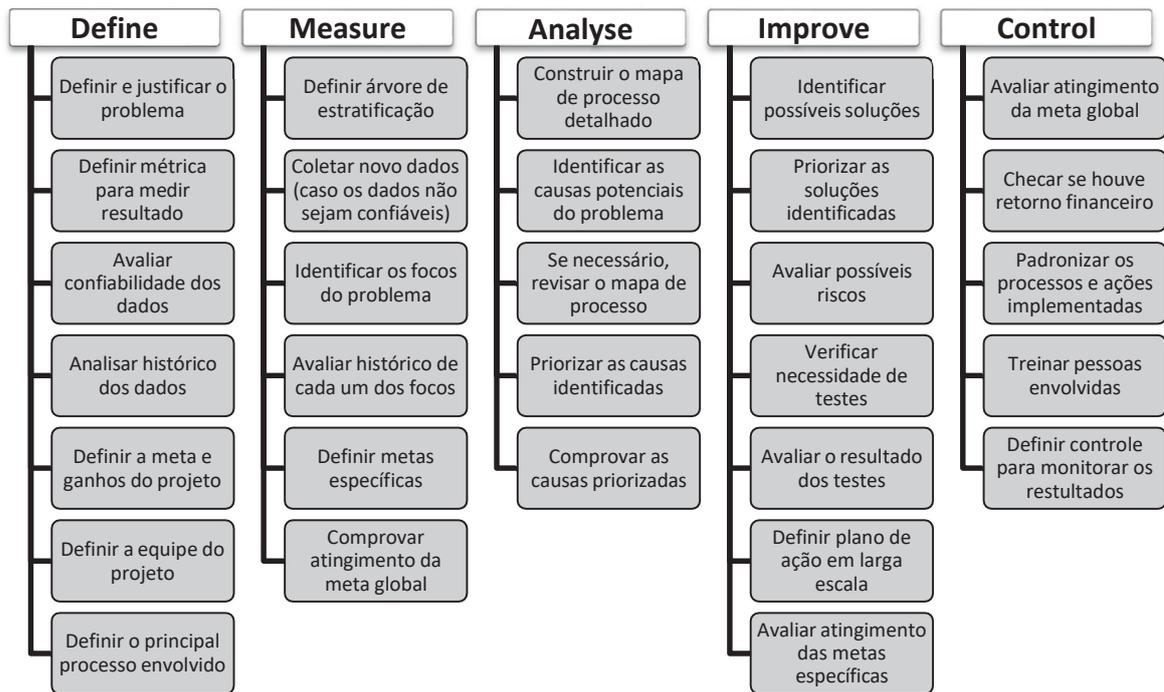
A otimização dos custos de produção pode liberar recursos para a manutenção adequada dos radares. A manutenção regular é essencial para garantir que esses dispositivos operem eficientemente, conforme ressaltado por Snee (2019).

A economia resultante da redução de custos pode ser direcionada para investimentos em tecnologias avançadas. A implementação de inovações tecnológicas, como inteligência artificial, pode aprimorar a eficácia dos radares, conforme discutido por Pyzdek e Keller (2014).

3. METODOLOGIA

Para direcionar o projeto, foi empregada a metodologia DMAIC, previamente abordada na revisão bibliográfica e demonstrada na Figura 1. Essa metodologia foi essencial para identificar as causas raiz do problema, definir soluções claras e assertivas, e garantir o alcance das metas e a estabilização dos processos.

FIGURA 1. Fluxograma das principais etapas do projeto.



FONTE: Os autores (2024)

3.1. FASE DEFINIR

3.1.1. Descrição do problema

A partir dos resultados operacionais obtidos nos últimos 11 meses, constatou-se que alguns dos insumos necessários para o atendimento dos contratos estavam com custos realizados 17% acima do orçamento previsto, gerando desvios representativos no setor financeiro.

Esses insumos incluem mão-de-obra, frota, material, serviços de terceiros, aferições, energia, *links* de internet, entre outros, sendo que os maiores desvios foram

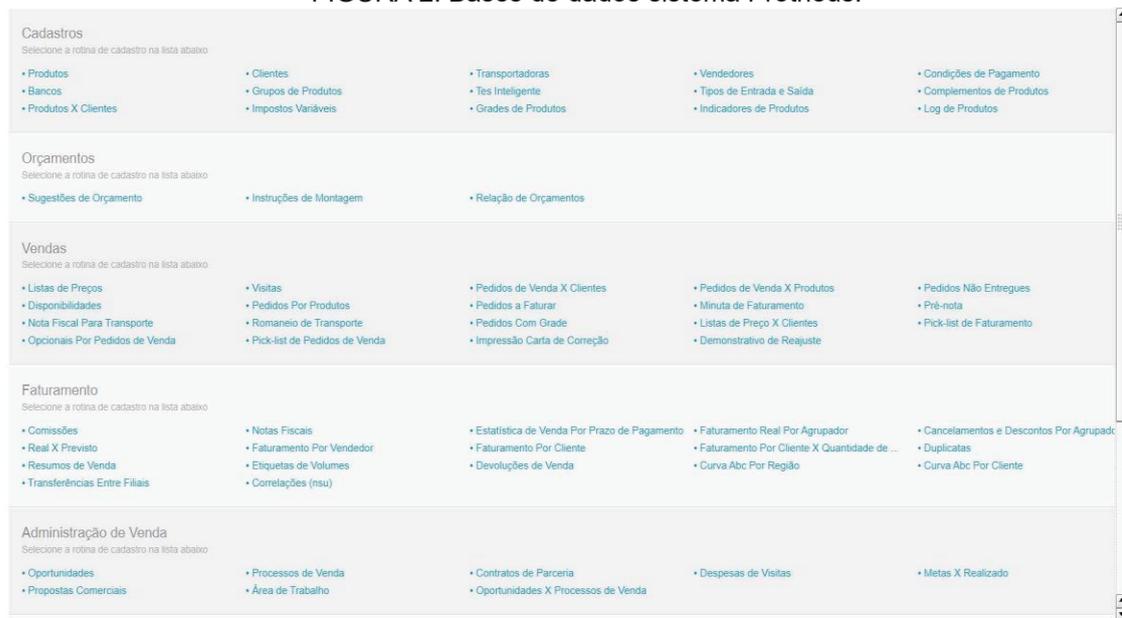
identificados nos pacotes de aferições, materiais e frotas, nos quais os desvios percentuais atingem diretamente na sustentabilidade do negócio.

3.1.2. Métrica do indicador e confiabilidade dos dados

Como indicadores do projeto, foram utilizados o valor gasto real e o valor orçado nas contas de insumos, visando eliminar os desvios identificados anteriormente. Além disso, traçaram-se objetivos para alcançar as metas de redução dos custos em 8,0% do valor realizado pelos contratos e pacotes selecionados pela equipe.

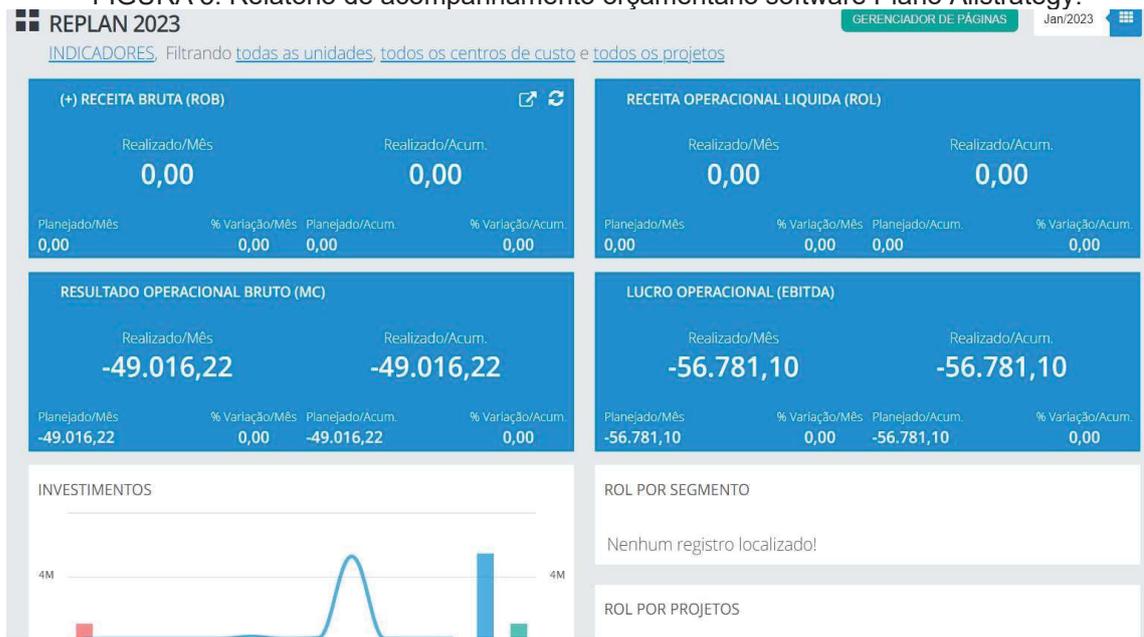
Todos os dados foram extraídos dos relatórios do sistema Protheus (ERP - *Enterprise Resource Planning* / Planejamento de Recursos Empresariais) e Plano Allstrategy (software para descentralizar e acompanhar o planejamento orçamentário), com o auxílio de planilhas de DRE (Demonstração do Resultado do Exercício), sistema utilizado pela empresa para compilar as bases de dados usadas nas análises do projeto. Essas informações serão detalhadas nas próximas etapas do trabalho. Dessa forma, as fontes dos dados foram consideradas confiáveis, conforme ilustrado nas Figuras 2 e 3.

FIGURA 2. Bases de dados sistema Protheus.



FONTE: Os autores (2023)

FIGURA 3. Relatório de acompanhamento orçamentário software Plano Allstrategy.



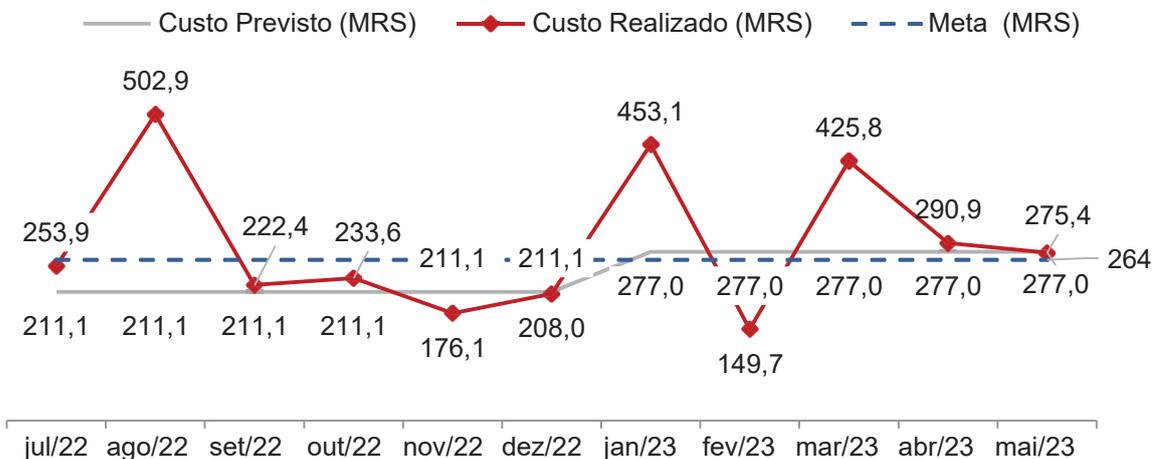
FONTE: Os autores (2023)

3.1.3. Histórico do indicador

Avaliar o histórico do indicador é essencial para identificar tendências, sazonalidades, padrões nos dados e recorrência do problema. Para isso, foram selecionados os 7 (sete) maiores contratos, do ponto de vista financeiro, a fim de calcular os desvios entre os custos previstos e os custos realizados.

Por meio da análise dos dados do gráfico sequencial apresentado na Figura 4, foi possível observar a variação dos custos realizados nos últimos 11 meses.

FIGURA 4. Histórico do indicador de custos.



FONTE: Os autores (2023)

A empresa vinha atuando de forma objetiva, introduzindo políticas de melhoria contínua nos processos sob responsabilidade do setor de operações. Embora as melhorias aplicadas fossem visíveis, ainda existiam gargalos que apresentavam oportunidades de redução, no que se refere a insumos, atendimentos e processos internos em geral.

3.1.4. Definição da meta e ganhos do projeto

Como objetivo do projeto, foi traçada uma meta global financeira de redução de custo de 8,0% nas contas de insumos para operação dos equipamentos de fiscalização de trânsito. Essa meta será avaliada utilizando como *baseline* a soma total de custos entre o período de julho de 2023 até maio de 2024. Além da redução de custos, o projeto visa a valorização dos contratos em decorrência da redução de custo, melhorias no processo atual de gestão dos contratos, ganhos de desempenho e a satisfação dos clientes internos e externos.

Esses ganhos são significativos para os resultados operacionais da organização, pois contribuem para a diminuição das lacunas de desperdício de recursos e garantem a sustentabilidade do negócio.

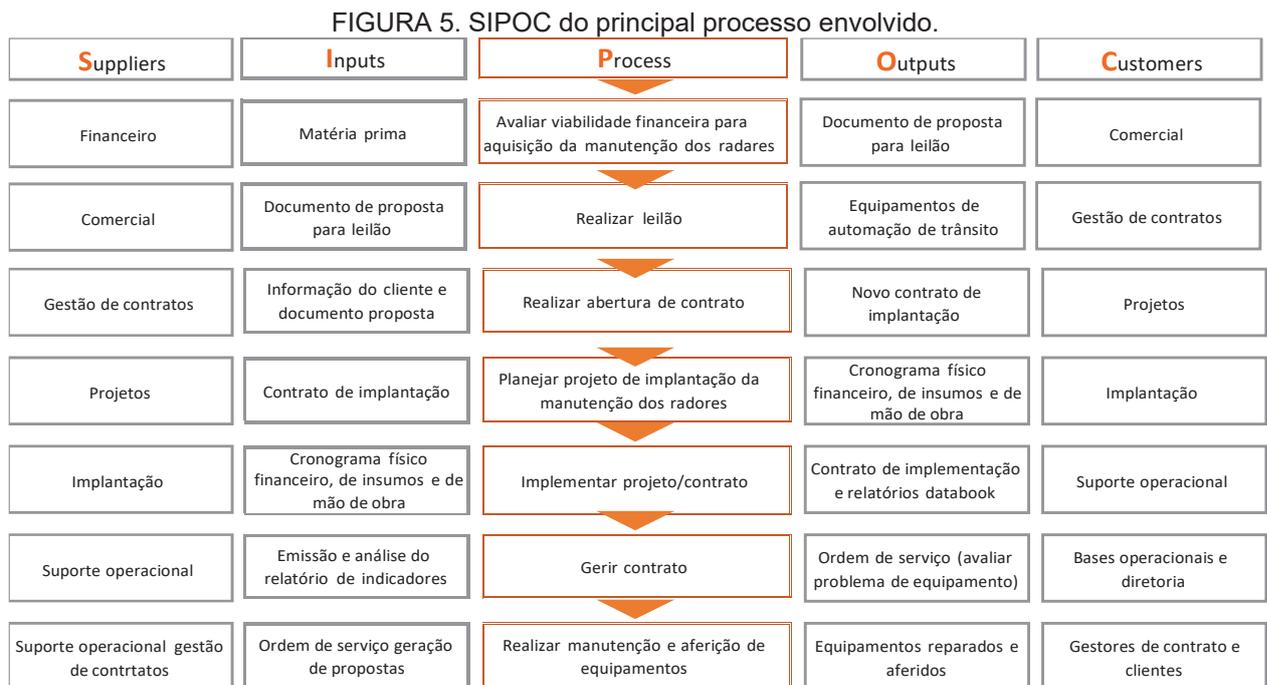
3.1.5. Descrição do principal processo envolvido

Para descrever o principal processo envolvido, utilizou-se a ferramenta SIPOC, que visa promover uma visão clara e estruturada do processo, englobando as entradas e saídas em uma sequência lógica do início ao fim, bem como os responsáveis por cada etapa envolvida. Na construção do SIPOC, foram consideradas as seguintes premissas:

- *Suppliers* ou Fornecedores: são os responsáveis por fornecer os recursos necessários ao processo.
- *Inputs* ou Entradas: são os insumos do processo.
- *Process* ou Processo: são as etapas envolvidas no processo.
- *Outputs* ou Saídas: são os resultados do processo.

- *Customers* ou Clientes: são os clientes do processo, ou seja, quem recebe a saída do processo.

Dessa forma, o SIPOC do processo principal foi criado e está demonstrado na Figura 5, a seguir.



FONTE: Os autores (2023)

3.2. FASE MEDIR

3.2.1. Estratificação dos dados

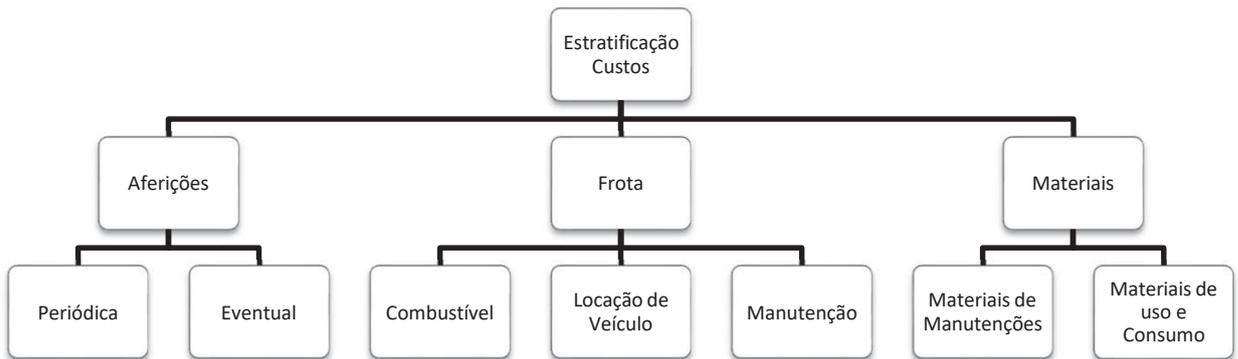
A estratificação dos dados organiza as informações disponíveis para avaliação de forma mais clara e objetiva, permitindo analisar os dados de forma estruturada para identificar os focos do problema. Através do gráfico sequencial de custos, gerado a partir das informações globais obtidas, o problema geral foi estratificado tanto por contratos dos clientes, conforme a Figura 6, quanto por tipo de insumo para operação, conforme demonstrado na Figura 7, seguindo as sequências estabelecidas a seguir.

FIGURA 6. Árvore de estratificação por contratos.



FONTE: Os autores (2023)

FIGURA 7. Árvore de estratificação por tipo de insumo.

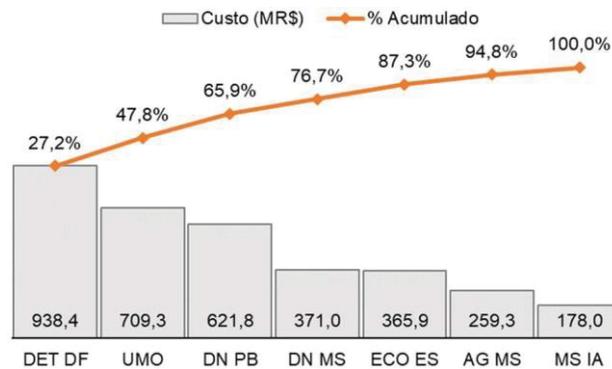


FONTE: Os autores (2023)

3.2.2. Identificação dos focos do problema

Por meio da árvore de estratificação definida no item anterior, foi possível identificar os focos do problema em questão. Inicialmente, foram priorizados os sete contratos com maiores custos, conforme mostrado na Figura 8 a seguir.

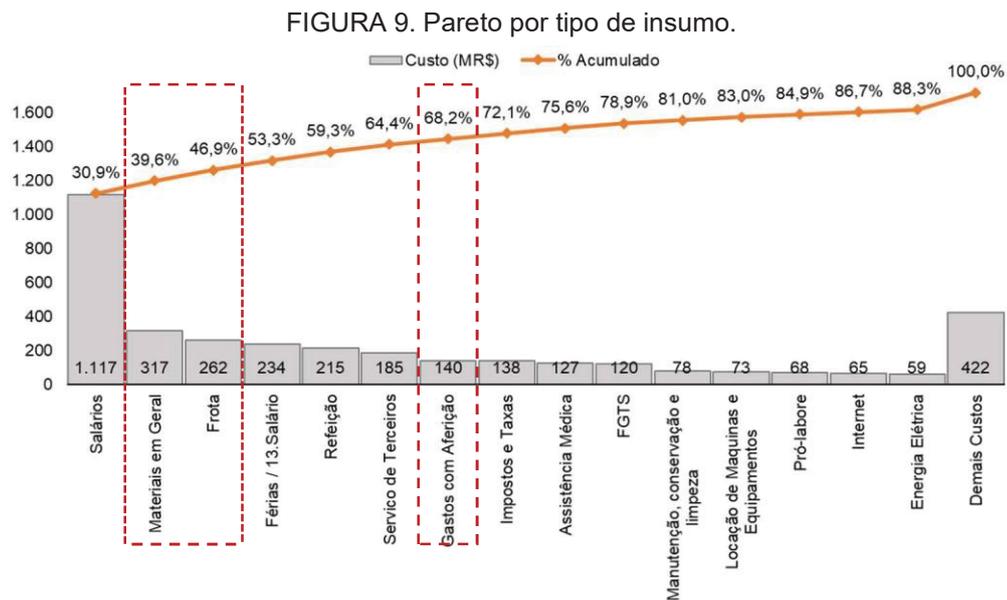
FIGURA 8. Pareto de contratos.



FONTE: Os autores (2023)

Dentre os contratos analisados, identificou-se que alguns dos estratos mais significativos eram categorias para as quais não havia soluções aplicáveis para

redução de custos. Portanto, os estratos "Salários", "Férias/13º Salário", "Refeição" e "Serviço de Terceiros", que juntos representavam 48,4% do problema, foram desconsiderados, uma vez que se referem a custos relacionados à mão de obra. Logo, foram considerados os seguintes estratos como foco do problema, conforme apresentado na Figura 9.



FONTE: Os autores (2023)

A categoria "Materiais em geral" que representava 8,7% dos custos, incluindo materiais de manutenção, equipamentos e materiais de uso e consumo. A categoria "Frota" com 7,2% dos custos, abrangendo custos com combustível, manutenção e locação de veículos. E por fim, a categoria a categoria "Aferições" com 3,9% dos custos, contemplando custos com aferições periódicas e eventuais.

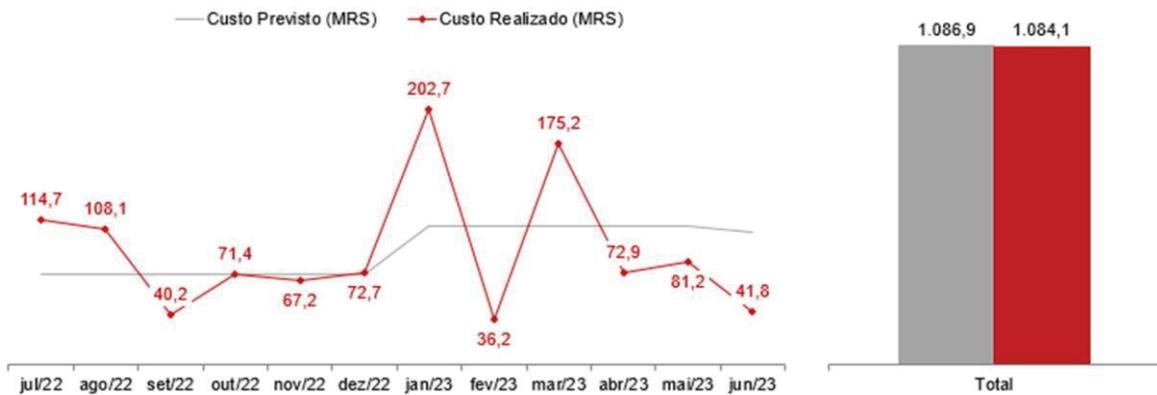
3.2.3. Histórico dos focos do problema

Além de definir os estratos mais significativos do problema, o histórico de cada foco foi analisado com o objetivo de garantir que se tratavam de problemas recorrentes e não casos atípicos e/ou sazonais. Na análise de variação dos focos, foram utilizados gráficos sequenciais ao longo do tempo, sendo estratificados os três ofensores identificados (materiais, frota e aferição) dos sete contratos selecionados previamente.

No primeiro foco relacionado aos Materiais, conforme apresentado na Figura 10, concluiu-se que o indicador de custos não apresentou estabilidade ao longo do

tempo. Além disso, observou-se que estava acima do valor orçado em alguns dos meses analisados, sendo recomendado priorizar esse problema para garantir a estabilidade do indicador.

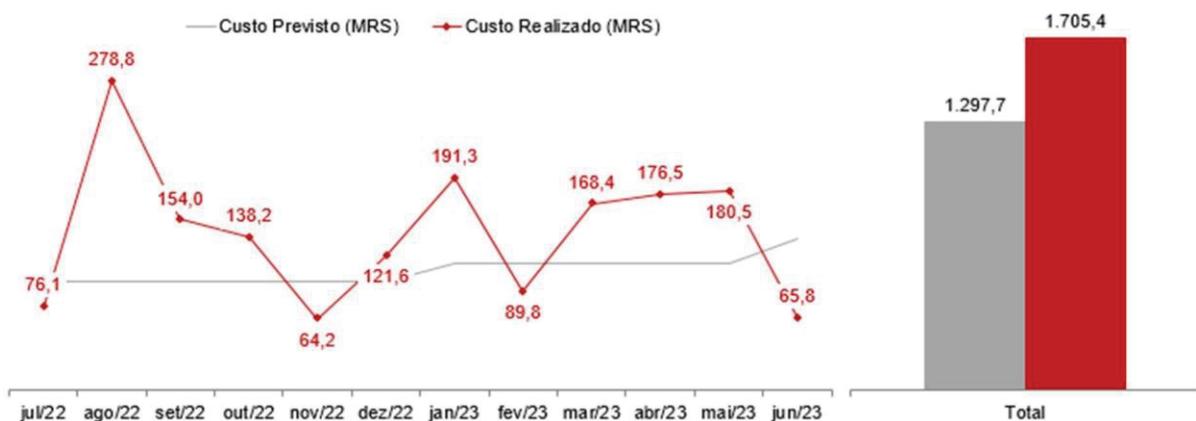
FIGURA 10. Análise de variação dos focos (materiais).



FONTE: Os autores (2023)

Para o segundo foco relacionado à “Frota”, conforme demonstrado na Figura 11, assim como no primeiro, foi possível concluir que o indicador de custos relacionado a esse insumo não apresentou estabilidade ao longo do tempo, estando acima do valor orçado na maioria dos meses analisados. Dessa forma, considerou-se que era um problema recorrente e que deveria ser priorizado.

FIGURA 11. Análise de variação dos focos (frota).

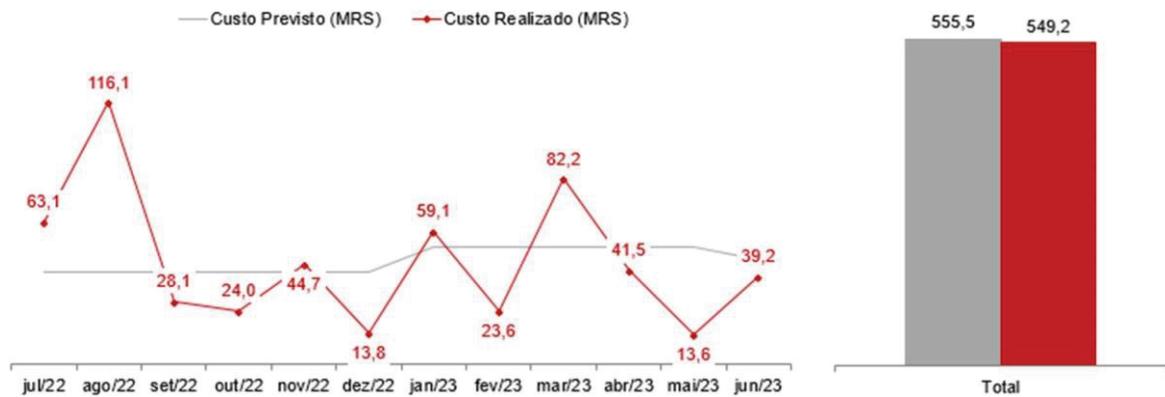


FONTE: Os autores (2023)

Por fim, para o último foco relacionado a Aferições, mostrado na Figura 12, assim como as análises anteriores, o indicador de custos também não apresentou estabilidade ao longo do tempo, estando acima do valor orçado em vários meses

analisados. Portanto, o problema também era recorrente e deveria ser priorizado para garantir a redução e estabilidade do indicador.

FIGURA 12. Análise de variação dos focos (aferições).



FONTE: Os autores (2023)

3.2.4. Definição das metas específicas

Para cada foco identificado e analisado, foi necessário definir um objetivo tangível, chamado de meta específica, visando atingir a meta geral do projeto. O cálculo de cada uma das três metas específicas foi realizado aplicando um percentual sobre a lacuna existente entre o valor médio realizado e o menor valor realizado. Desse modo, assegurou-se que as metas seriam atingíveis.

A seguir, na tabela 1, estão demonstrados os cálculos de cada meta.

TABELA 1. Definição das metas específicas.

Parâmetros fixos	Frota	Materiais	Aferições
Valor médio realizado (R\$/mês)	142.114	90.338	54.528
Menor valor realizado (R\$/mês)	64.200	36.246	13.642
Lacuna – Diferença entre média vs menor valor (R\$/mês)	77.914	54.092	40.886
% da lacuna	16%	12%	10%
Redução custo frota (R\$/mês)	12.466	6.491	4.089
% Redução custo frota	8,8%	7,2%	7,5%
Meta específica (R\$ por mês)	129.648	83.847	50.439

FONTE: Os autores (2023)

3.2.5. Comprovação da meta global

Ao considerar a meta geral definida no início do projeto, avaliou-se se as metas específicas seriam suficientes para atingir a meta global de reduzir em 8,0% o custo nas contas de insumos para operação de soluções para segurança no trânsito.

Desse modo, sabendo que o custo médio mensal era de R\$ 286.965,41 e que se desejava reduzir em 8,0%, os valores gastos por mês nas contas de insumos não poderiam passar de R\$ 264.008,18.

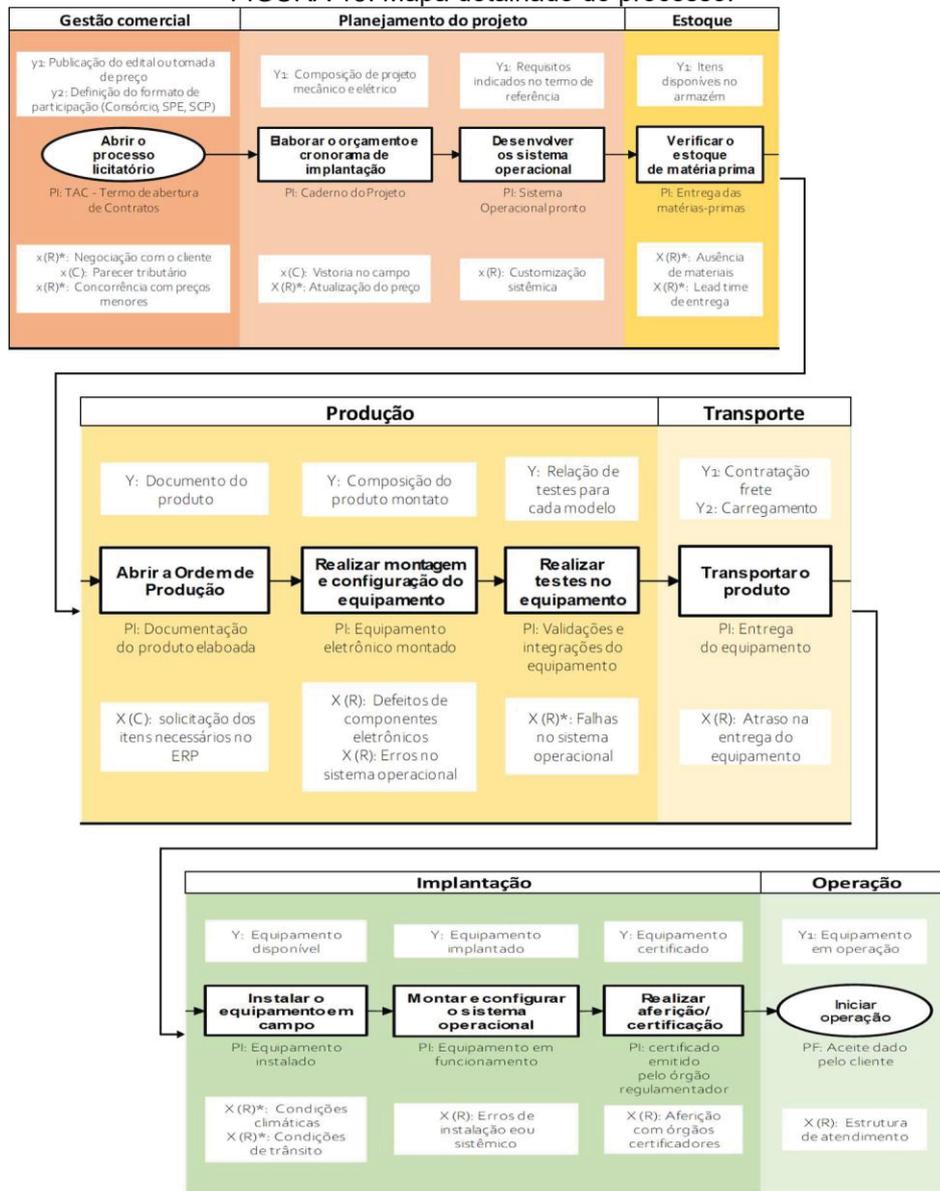
Ao somar as metas específicas de custos definidas anteriormente (Materiais: R\$ 83.847,36 / Frota: R\$ 129.648,90 / Aferições: R\$ 50.439,21), foi possível constatar que o custo proposto seria de R\$ 263.934,47, atendendo à meta geral do projeto.

3.3. FASE ANALISAR

3.3.1. Mapa detalhado do processo

A etapa de análise do projeto iniciou com a construção do mapa detalhado do processo, desde a abertura da licitação para os serviços prestados até o início efetivo da operação com os equipamentos em funcionamento. Com isso, foi possível avaliar cada etapa do processo com suas respectivas variáveis de controle ($x(C)$) e ruído ($x(R)$), bem como os produtos intermediários gerados (PI) e os parâmetros de produto em processo (y). Além disso, foram identificados os parâmetros de processos críticos (*), visando estabelecer possíveis relações de causa e efeito entre os parâmetros do processo (x) e os parâmetros de produto em processo (y), conforme mostrado na Figura 13, a seguir.

FIGURA 13. Mapa detalhado do processo.



FONTE: Os autores (2023)

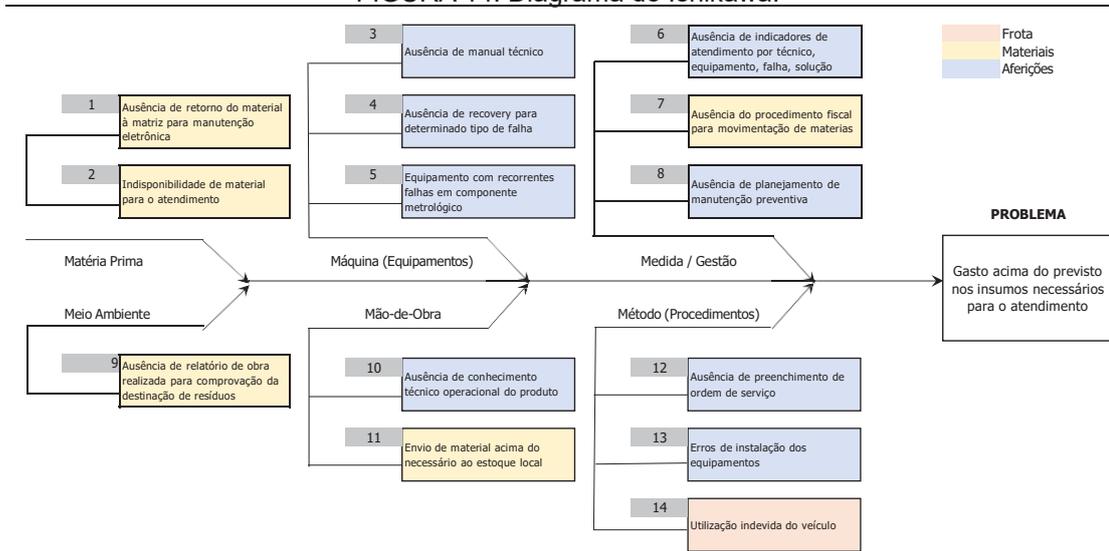
3.3.2. Identificação e priorização das causas potenciais

Para identificar as possíveis causas do problema, empregou-se o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Espinha de Peixe. Essa ferramenta permite organizar de forma visual e agrupar em seis áreas de abrangência (Método, Máquina, Medida, Meio Ambiente, Material e Mão de Obra) as causas potenciais do problema.

O Diagrama de Ishikawa, demonstrado na Figura 14, foi elaborado com base no levantamento de oportunidades realizado através da análise do mapa detalhado do

processo construído anteriormente. Também foram consideradas as sugestões provenientes da equipe operacional, a fim de garantir o envolvimento de todas as áreas no desenvolvimento do projeto. Além disso, as causas foram classificadas de acordo com os três focos encontrados na estratificação dos dados: materiais, frota e aferições.

FIGURA 14. Diagrama de Ishikawa.



FONTE: Os autores (2023)

Em seqüência, todas as causas foram listadas em uma matriz GUT, avaliando Gravidade, Urgência e Tendência, com a finalidade de priorizá-las e criar uma listagem das causas mais prioritárias e críticas para as menos prioritárias. O resultado da priorização está na Figura 15.

FIGURA 15. Matriz GUT.

FROTA	MATERIAIS	AFERIÇÕES	CAUSA PRIORIZADA	DESCRIÇÃO DA CAUSA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	TOTAL
X			Indisponibilidade de material para o atendimento	Não criado um planejamento de envio periódico dos materiais para utilização das	10	9	10	900
X			Ausência de retorno do material à matriz para manutenção eletrônica	Não criado um planejamento de retorno periódico dos materiais para manutenção interna na matriz	10	9	9	810
	X		Equipamento com recorrentes falhas em componente metrológico	Sem o registro da ocorrência em chamado para registro e aplicação e/ou desenvolvimento de melhoria	10	9	8	720
	X		Ausência de conhecimento técnico operacional do produto	Não aplicado treinamentos iniciais, periódicos e/ou eventuais	9	9	8	648
	X		Ausência de recovery para determinado tipo de falha	Sem o registro da ocorrência em chamado para registro e aplicação e/ou desenvolvimento de melhoria	8	8	9	576
X			Envio de material acima do necessário ao estoque local	Ausência da criação da variável de entrada para estoque mínimo, máximo e ponto de pedido	9	8	8	576
	X		Ausência de indicadores de atendimento por técnico, equipamento, falha, solução	Sem o registro da ocorrência em chamado para registro e aplicação e/ou desenvolvimento de melhoria	9	8	8	576
	X		Ausência do procedimento fiscal para movimentação de matérias	Desconhecimento técnico e/ou pendências sistêmicas para emissão de NFs pelas filiais, como também sem a inserção de materiais no estoque (através do ERP)	8	7	8	448
X			Utilização indevida do veículo	Sem formulário de checklis do veículo, formulário de utilização e manutenções periódicas e corretivas não realizadas	8	8	6	384
	X		Erros de instalação dos equipamentos	Não aplicado treinamentos iniciais, periódicos e/ou eventuais	9	7	5	315
	X		Ausência de preenchimento de ordem de serviço	Sem o registro da ocorrência em chamado para registro e aplicação e/ou desenvolvimento de melhoria	7	6	6	252
	X		Ausência de manual técnico	Não há todos os manuais de todos os equipamentos instalados	6	7	5	210
	X		Ausência de planejamento de manutenção preventiva	Sem planejamento para manutenções corretivas	5	5	6	150
X			Ausência de relatório de obra realizada para comprovação da destinação de resíduos	Não implementado o relatório diário de obras, onde poderá ser indicado a estrutura de atendimento, materiais/recursos utilizados, como também o destino dos materiais (resíduos e/ou sobras)	5	4	6	120

FONTE: Os autores (2023)

3.3.3. Comprovação das causas priorizadas

Na etapa de comprovação, foi preciso buscar informações de diversas fontes para comprovar que a causa em questão era verdadeira e tinha relação com o problema inicial. A seguir o detalhamento das comprovações realizadas:

- Possível causa: Utilização indevida do veículo.
 - A comprovação causa foi realizada por meio de e-mails que registravam a utilização dos veículos fora do horário comercial, bem como por meio de imagens que retratavam a desorganização ao armazenar os equipamentos e ferramentas.
- Possível causa: Indisponibilidade de material para o atendimento.
 - A indisponibilidade de materiais foi confirmada por meio de planilhas de controle de indisponibilidade de materiais e e-mails registrando reposição de estoque.
- Possível causa: Ausência de retorno do material à matriz para manutenção eletrônica.
 - A ausência de retorno do material à matriz foi comprovada por meio de imagens de estoque parado de materiais e notas fiscais.
- Possível causa: Envio de material acima do necessário ao estoque local.
 - A comprovação dessa causa foi obtida por meio de planilhas de controle de solicitação de materiais e notas fiscais de produtos enviados acima do necessário.
- Possível causa: Ausência do procedimento fiscal para movimentação de materiais.
 - A falta de procedimento fiscal foi confirmada por meio de planilha de controle de estoque de materiais e e-mails registrando reposição de estoque.
- Possível causa: Ausência de relatório de obra realizada para comprovação da destinação de resíduos.
 - A ausência de utilização do relatório diário de obras, foi comprovado através de e-mails de registro de planos de ação singulares para equipamentos danificados e resíduos.

- Possível causa: Ausência de conhecimento técnico operacional do produto / Erros de instalação dos equipamentos / Ausência de *recovery* para determinado tipo de falha / Ausência de indicadores de atendimento por técnico, equipamento, falha, solução / Ausência de preenchimento de ordem de serviço.
 - As causas citadas foram confirmadas por meio de e-mails registrando erros de instalação.
- Possível causa: Equipamento com recorrentes falhas em componente metrológico.
 - As falhas recorrentes foram comprovadas por meio de um gráfico sequencial da quantidade de aferições totais e metrológicas.
- Possível causa: Ausência de manual técnico
 - A falta de manuais técnicos foi comprovada por e-mails de registro de planos de ação específicos para equipamentos danificados e erros de instalação.
- Possível causa: Ausência de planejamento de manutenção preventiva
 - A falta de planejamento e controle de manutenções preventivas foi evidenciada por meio de imagens dos equipamentos sujos e desorganizados em sua fiação.

3.4. FASE MELHORAR

3.4.1. Identificação e priorização das possíveis soluções

Após comprovar todas as causas levantadas, foi aplicada a ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis* / Análise de Modos de Falha e seus Efeitos), que visa reconhecer causas e seus efeitos para prevenir e definir ações para possíveis falhas no processo, conforme a Figura 16.

FIGURA 16. FMEA.

FMEA Lições aprendidas (Diretoria de Operações)												
ID	Processo	Ocorrência	Etapas do processo	Modo de falha	Efeito	Severidade	Causa potencial	Probabilidade	Controle	Deteção	RPN	Proposta de solução
1	Materiais	Indisponibilidade de material para o atendimento	Preenchido manualmente uma planilha onde contém as fers disponíveis em estoque	Não criado um planejamento de envio periódico dos materiais para utilização das fers	Sem material para atendimento	10	Não preenchimento do material utilizado	10	Existe	10	1.000	Criação de manual com procedimentos de movimentação de materiais
2	Materiais	Ausência de retorno do material à matriz para manutenção elétrica	Preenchido manualmente uma planilha onde contém as fers disponíveis em estoque	Não criado um planejamento de retorno periódico dos materiais para manutenção elétrica na matriz	Excesso de materiais nas fers, como também o envio de material novo ao mate do material reaproveitado (RPI)	10	Ausência de rotina periódica para fers	9	Existe	10	900	Criação de manual com procedimentos de movimentação de materiais
3	Aterção	Equipamento com recortes falhas em componente mecânico	Registro da ocorrência no sistema de manutenção	Sem o registro da ocorrência em chamado para registro e aplicação e ou desenvolvimento de melhoria	Reconhecimento de problemas não tratados	10	Sem feedback ao time de P&C com falhas recorrentes	8	Não existe	10	800	Registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de priorização de falhas nos estoques
4	Aterção	Ausência de conhecimento técnico operacional do produto	Aplicação de treinamentos iniciais para novos colaboradores	Não aplicado treinamentos iniciais, periódicos e ou recorrentes	Ausência do conhecimento para manutenção	9	Sem processo para criação dos procedimentos de treinamentos iniciais	9	Não existe	9	729	Criação de plataforma para concentração dos documentos e treinamentos
5	Aterção	Ausência de recovery para determinado tipo de falha	Registro da ocorrência no sistema de manutenção	Sem o registro da ocorrência em chamado para registro e aplicação e ou desenvolvimento de melhoria	Reconhecimento de problemas não tratados	8	Sem feedback ao time de P&C com falhas recorrentes	8	Não existe	10	640	Registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de priorização de falhas nos estoques
6	Materiais	Envio de material acima do necessário ao estoque local	Preenchido manualmente uma planilha onde contém as fers disponíveis em estoque	Ausência da criação da variável de entrada para estoque mínimo, máximo e ponto de pedido	Excesso de materiais nas fers	9	Não preenchimento do material utilizado	10	Existe	6	540	Criação de manual com procedimentos de movimentação de materiais
7	Aterção	Ausência de indicadores de atendimento por técnico egito, falha, solução	Registro da ocorrência no sistema de manutenção	Sem o registro da ocorrência em chamado para registro e aplicação e ou desenvolvimento de melhoria	Reconhecimento de problemas não tratados	9	Sem registro das manutenções realizadas	8	Não existe	7	504	Registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de priorização de falhas nos estoques
8	Materiais	Ausência do procedimento fiscal para movimentação de materiais	Preenchido manualmente uma planilha onde contém as fers disponíveis em estoque	Desconhecimento técnico e ou periódica sistema para emissão de NFs pelas fers, como também sem a inserção de materiais no estoque (LRFMS do RPI)	Materiais reaproveitados na fers para retorno à matriz, como também informação desatualizada sobre a qde de materiais nos estoques	8	Definição junto à área fiscal, estocagem para materiais utilizados	8	Não existe	7	448	Criação de manual com procedimentos de movimentação de materiais
9	Frotas	Utilização indevida do veículo	Preenchimento de formulário de utilização do veículo com a descrição da rota periódica	Sem um formulário de checklist de veículo, formulário de utilização e manutenções periódicas e corretivas não realizadas	Aumento no gasto de manutenção, locação de veículos extras	8	Devido de consulta dos veículos de veículos	8	Não existe	6	384	Criação de checklist de utilização de veículos
10	Aterção	Erros de instalação dos equipamentos	Aplicação de treinamentos iniciais para novos colaboradores	Não aplicado treinamentos iniciais, periódicos e ou recorrentes	Ausência do conhecimento para instalação	8	Sem processo para criação dos procedimentos de treinamentos iniciais	5	Não existe	8	320	Criação de plataforma para concentração dos documentos e treinamentos
11	Aterção	Ausência de preenchimento de Ordem de serviço	Registro da ocorrência no sistema de manutenção	Sem o registro da ocorrência em chamado para registro e aplicação e ou desenvolvimento de melhoria	Reconhecimento de problemas não tratados	7	Sem registro das manutenções realizadas	7	Não existe	6	294	Registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de priorização de falhas nos estoques
12	Aterção	Ausência de manual técnico	Sistema de gestão de documentos	Não há todos os manuais de todos os equipamentos instalados	Ausência do conhecimento para manutenção	6	Sem procedimento para atualização de documentos, a cada novo lançamento de produto	6	Existe	8	288	Criação de plataforma para concentração dos documentos e treinamentos
13	Aterção	Ausência de planejamento de manu preventiva	Gestão de manutenções preventivas e preditivas	Sem planejamento para manutenções corretivas	Reconhecimento de problemas não tratados	5	Sem registro das manutenções realizadas	7	Não existe	6	210	Registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de priorização de falhas nos estoques
14	Materiais	Ausência de relatório de obra realizada para comprovação da destinação de resíduos	Registro da ocorrência no sistema de manutenção	Não implementado o relatório diário de obra, onde poderá ser indicado a estrutura de atendimento, materiais/resíduos utilizados, como também o destino dos materiais (resíduos e ou reutilizáveis)	Destino incorreto dos resíduos	5	Sem registro das manutenções realizadas	6	Não existe	6	180	Criação de manual com procedimentos de movimentação de materiais

FONTE: Os autores (2023)

Dessa forma, foram identificadas quatro possíveis soluções a serem aplicadas, as quais foram priorizadas diretamente no FMEA, resultando na priorização, demonstrado na Tabela 2, a seguir.

TABELA 2. Priorização de soluções.

Solução proposta	Soma do RPN	Acumulado	% Acumulado
Criação de manual com procedimentos de movimentação de materiais	2620	2620	44,9%
Registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de priorização de falhas nos equipamentos	1808	4428	31,0%
Criação de plataforma para concentração dos documentos e treinamentos	1017	5445	17,4%
Criação de checklist de utilização de veículos	384	5829	6,6%

FONTE: Os autores (2023)

3.4.2. Avaliação de riscos

A partir das soluções priorizadas, foi possível realizar análise de riscos de cada uma delas, avaliando a probabilidade de ocorrência, os impactos e riscos que poderiam ser gerados ao negócio. Para todos os riscos identificados apresentados a seguir, foram definidos planos de contingência visando mitigar os mesmos conforme demonstrado na Figura 17.

- Causa: Falta e ou excesso de materiais nas filiais.
 - Solução selecionada: a criação de um manual com procedimentos de movimentação de materiais.
 - Riscos identificados: não haver estrutura para composição de filiais no sistema ERP. Parecer tributário rejeitar a abertura de CNPJ para filiais por questões fiscais ou regionais de cada estado ou base operacional instalada. Administrativos de base não terem conhecimento técnico sobre movimentações de materiais pelo ponto de vista fiscal/tributário.
- Causa: Realização de aferições eventuais por falha eletrônica/ sistêmica.
 - Solução selecionada: o registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de priorização de falhas nos equipamentos.
 - Riscos identificados: a estrutura dos celulares não for compatível com o aplicativo de gestão de atendimentos.
- Causa: Gastos com utilização do veículo acima do previsto.
 - Solução selecionada: a criação de um *checklist* de utilização de veículos.
 - Riscos identificados: o preenchimento ser moroso e atrasar a realização da atividade.

FIGURA 17. Avaliação de riscos.

Foco 1 - Material	Foco 2 - Aferições	Foco 3 - Frota	CAUSA FUNDAMENTAL	SOLUÇÃO SELECIONADA	RISCO DA IMPLEMENTAÇÃO	ANÁLISE DE RISCO			PLANO DE CONTINGÊNCIA
						PROBABILIDADE	IMPACTO	RISCO	
X			Falta e ou excesso de materiais nas filiais	Criação de manual com procedimentos de movimentação de materiais	Não haver estrutura para composição de filiais no sistema ERP	15%	6	Baixo	Criação de filial transitória em módulo de teste para composição da implementação definitiva
					Parecer tributário rejeitar a abertura de CNPJ para filiais por questões fiscais ou regional de cada estado/ base operacional instalada	40%	9	Médio	Procurar cadastro de CNPJ dentro das características da empresa e imóvel adequado à atividade a ser realizada
					Administrativos de base não terem conhecimento técnico sobre movimentações de materiais pelo ponto de vista fiscal/ tributário	10%	6	Baixo	Plano de capacitação tempestivo
	X		Realização de aferições eventuais por falha eletrônica/ sistêmica	Registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de priorização de falhas nos eqptos	Estrutura dos celulares forem compatíveis com o aplicativo de gestão de atendimentos	50%	7	Médio	Substituição do celular para teste
				Criação de plataforma para concentração dos documentos e treinamentos	Não identificado risco				**
		X	Gastos com utilização do veículo acima do previsto	Criação de checklist de utilização de veículos	Preenchimento ser moroso e atrasar a realização da atividade	20%	3	Baixo	Revisão no formato de preenchimento

FONTE: Os autores (2023)

3.4.3. Definição e resultados dos testes

Buscando avaliar o comportamento das soluções propostas e garantir o sucesso do projeto, foram definidas, inicialmente, ações testes em cenários controlados. As ações de testes foram organizadas e controladas por meio do uso da ferramenta 5W2H, conforme demonstrado na Figura 18.

FIGURA 18. Definição de testes.

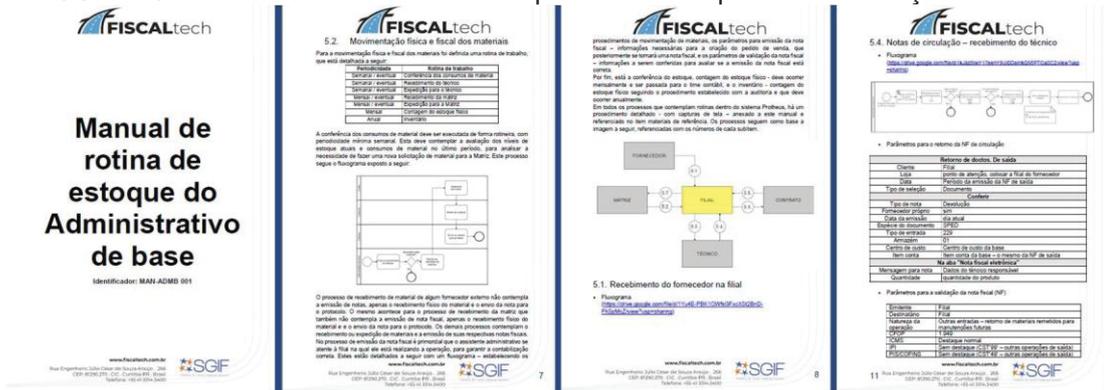
Matrícula	Atividade	PR	Linha	Descrição	5W2H										
					What	Who	When (Inicio)	When (Fim)	When (Realizado)	Why	Where	How	How Much	Status	
x	Falta e ou excesso de materiais nas filiais			Criação de manual com procedimentos de movimentação de materiais	1	Definição dos processos	Fiscal	04/08/2023	14/08/2023	14/08/2023	Controle de materiais pelo sistema Protheus Cumprimento de exigências fiscais	- 101 - 106 - 105 - 101 106 - Monitor Monitor - 106 (Bom) Monitor - 106 (para reparo) renovação	Desenhando o processo e definindo as informações básicas de cada processo (Tributação, natureza, código do produto, TES, tipo de NF, NCM, CFOP e armazém)	RS 2.926,35	Concluído
					2	Monitor o fluxo do processo	Fiscal + processos	15/08/2023	19/09/2023	01/09/2023	Padronizar a transferência de conhecimento para movimentação de materiais	Software de mapeamento de processo	Desenho de fluxograma	RS 5.852,70	Concluído
					3	Montar o detalhamento do processo dentro do Protheus	Sistema	17/08/2023	20/09/2023	15/09/2023	Permitir que uma pessoa que não conhece o sistema seja capaz de realizar o processo com qualidade.	SGIF	Especificar o caminho a ser percorrido dentro do Protheus para a emissão de notas fiscais e contabilização da movimentação de materiais no resultado	RS 9.197,10	Concluído
					4	Montar a apostila com as definições fiscais	Fiscal	17/08/2023	31/08/2023	31/08/2023	Informar as pessoas sobre quais são os parâmetros fiscais para emissão de notas	SGIF	Completar as definições fiscais para cada processo	RS 4.598,55	Concluído
					5	Montar o manual	Fiscal + Sistema + Processos	23/08/2023	31/08/2023	08/09/2023	Centralizar as informações	SGIF	Junção do detalhamento do processo com as definições fiscais	RS 5.434,66	Concluído
					6	Ministrar o treinamento	Fiscal + Compras	11/09/2023	14/09/2023	14/09/2023	Para mitigar erros no processo e no resultado	Plataforma online	De forma remota com avaliação e emissão de certificado para formalização com o RH	RS 1.672,20	Concluído
					7	Lista de Contas	Fiscal + Compras	29/09/2023	30/09/2023	30/09/2023	Garantir a relevância do treinamento	Plataforma online	Apliação de avaliação	RS 418,00	Concluído
					8	Monitorar a implementação do novo processo	Operação	31/10/2023	01/11/2023	01/11/2023	Garantir o cumprimento do procedimento padrão	Protheus	Através de indicadores de movimentação de materiais X manutenções realizadas	RS 836,10	Em andamento
x	Realização de alterações eventuais por falta elétrica sistêmica			Registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de falhas nos egrs	1	Plataforma para registro das Ordens de Serviços preventivos e corretivos	Operação	04/07/2023	30/08/2023	29/08/2023	Faltas nos componentes elétricos e sistemas	Contratos com operações da empresa	RS 17.140,05	Em andamento	
					2	Correções de posicionamento do sensor doppler	P&D	04/05/2023	15/06/2023	05/06/2023	Doppler não posicionado corretamente para registro dos veículos	Contratos com sensor doppler não intrusivo	Implementação de métricas no sistema que possam auxiliar técnico para correção parametrização e posicionamento do sensor	RS 9.615,15	Concluído
					3	Atualização de versão do sistema operacional	P&D	04/05/2023	30/06/2023	01/06/2023	Para que o sistema consiga se recuperar sem intervenção técnica	Equipamento com funcionalidade metrológica	Revisões no sistema e aplicação das correções necessárias para posterior realice	RS 8.779,05	Concluído
					4	Criação de plataforma para concentrar documentos	Operação	05/10/2023	06/11/2023	30/10/2023	Para maior acessibilidade na documentação dos equipamentos	Plataforma online	Plataforma em Moodle	RS 7.524,90	Concluído
					5	Treinamento para monitores	P&D	05/10/2023	10/10/2023	10/10/2023	Ampliar conhecimento necessário para realização dos atendimentos	Remoto e presencial	Criação de fluxos para treinamentos iniciais, periódicos e eventuais, com aplicações remotas e presenciais	RS 1.672,20	Concluído
x	Gastos com utilização do veículo acima do previsto			Padronização da utilização do veículo	1	Formulário de utilização do veículo	Operação	25/09/2023	26/09/2023	26/09/2023	Registro de deslocamento preenchido pelo técnico para prestação de contas	Plataforma online	Plataforma web para preenchimento do itinerário	RS 836,10	Concluído
					2	Plataforma de rastreamento dos veículos para todos os gestores	Utilites	25/09/2023	26/09/2023	26/09/2023	Para a gestão da frota por parte dos gestores de operações de cada regional	Plataforma online	Plataforma de acesso ao rastreador	RS 836,10	Concluído
					3	Controle dos gastos com frota (combustível, locações, manutenções, etc)	Operação	25/09/2023	26/09/2023	27/09/2023	Para a visualização em forma gráfica se os gastos com frota estão dentro do previsto no orçamento	Plataforma online	Criação de KPIs com indicadores	RS 1.254,15	Concluído
					4	Revisão dos contratos de locação dos veículos	Utilites	25/09/2023	30/09/2023	30/09/2023	Para verificar contratos vencidos e ou próximo do vencimento que possam gerar gastos excessivos com manutenções pelo tempo de utilização	Contratos com locadoras	Avaliação conjunta com jurídico	RS 2.000,25	Em andamento

FONTE: Os autores (2023)

Após a implementação dos testes, os resultados foram avaliados para viabilizar a criação de um plano de ação em larga escala.

- Causa: Falta e ou excesso de materiais nas filiais.
 - Solução selecionada: Criação de manual com procedimentos para movimentação de materiais, conforme a Figura 19.

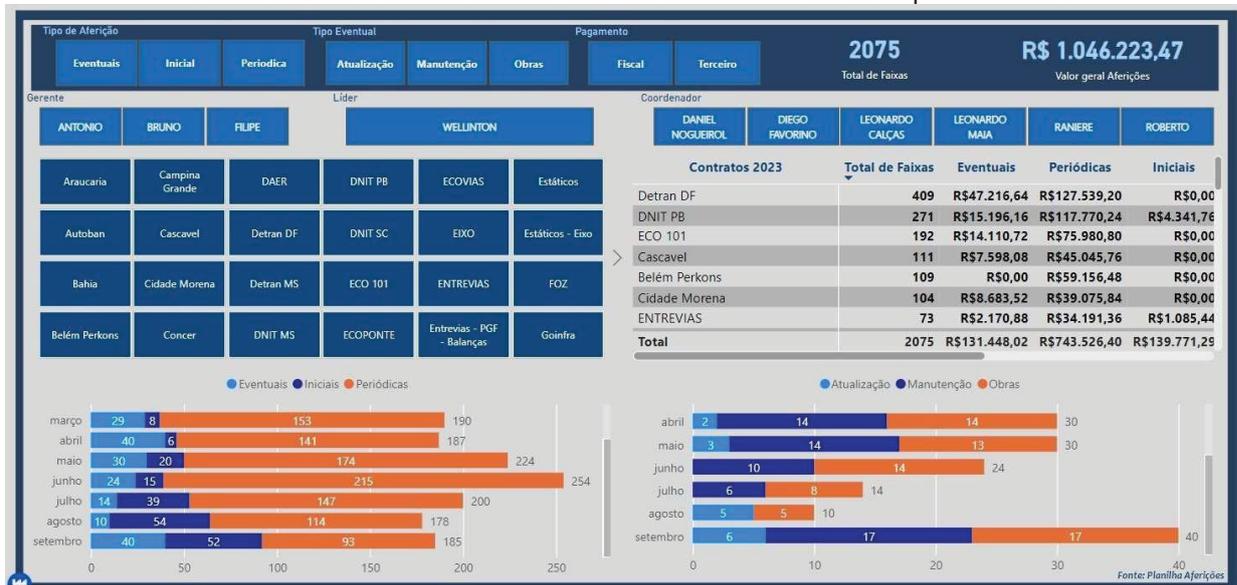
FIGURA 19. Resultado teste: Manual com procedimentos para movimentação de materiais.



FONTE: Os autores (2023)

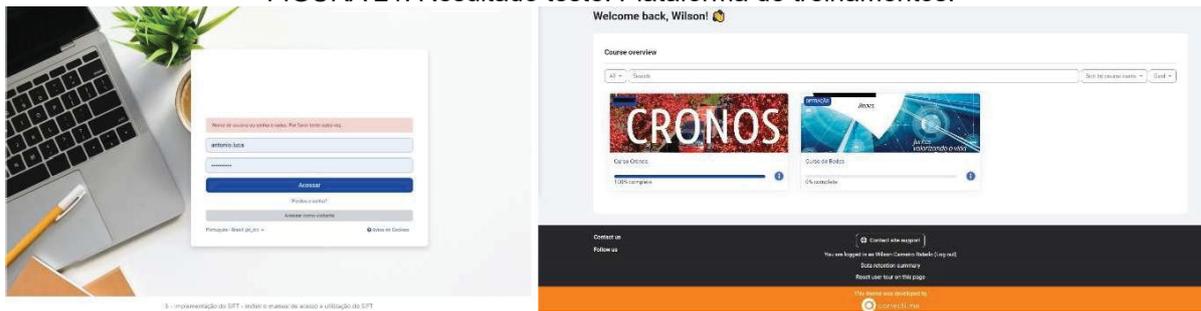
- Causa: Realização de aferições eventuais devido a falha eletrônica/sistêmica.
 - Solução selecionada: Registro de indicadores de atendimento para criação de uma matriz de priorização de falhas nos equipamentos, conforme a Figura 20, e criação de uma plataforma para concentração dos documentos e treinamentos, conforme a Figura 21.

FIGURA 20. Resultado teste: Painel de indicadores de acompanhamento.



FONTE: Os autores (2023)

FIGURA 21. Resultado teste: Plataforma de treinamentos.

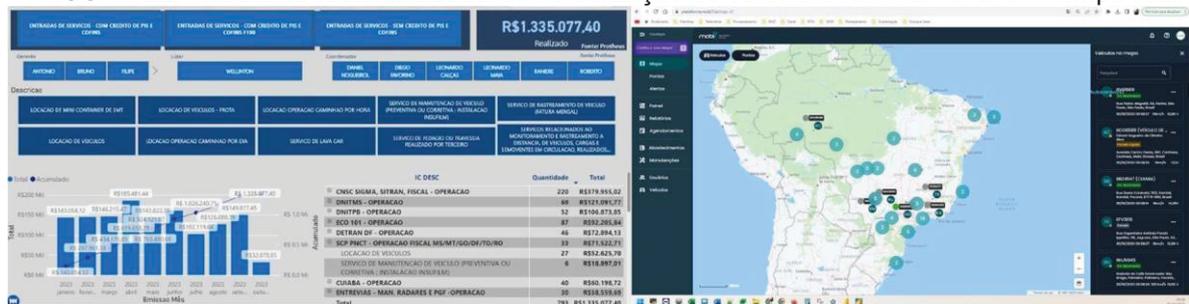


Curso	Informação	Módulo	Pontuação	Preço	Área	Categorias	Avaliação
Curso de Gestão de Recursos Humanos	Curso de Gestão de Recursos Humanos	Gestão de Recursos Humanos	100%	R\$ 1.200	Recursos Humanos	Gestão de Recursos Humanos	4,5
Curso de Gestão de Projetos	Curso de Gestão de Projetos	Gestão de Projetos	100%	R\$ 800	Gestão de Projetos	Gestão de Projetos	4,8
Curso de Gestão de Qualidade	Curso de Gestão de Qualidade	Gestão de Qualidade	100%	R\$ 600	Gestão de Qualidade	Gestão de Qualidade	4,7

FONTE: Os autores (2023)

- Causa: Gastos com utilização do veículo acima do previsto.
 - Solução selecionada: Padronização da utilização do veículo, conforme a Figura 22.

FIGURA 22. Resultado teste: Indicadores de utilização do veículo e rastreamento em tempo real.



FONTE: Os autores (2023)

3.4.4. Plano de ação em larga escala

Assim que os testes foram finalizados, constatou-se que as ações foram bem-sucedidas. Portanto, possível replicar todas as ações realizadas em larga escala conforme esquema mostrado na Figura 23.

FIGURA 23. Implementação em larga escala.

Materiais	Atribuições	Filiais	Veículo	Objetivo	5W 2H										
					Item	What	Who	When (Inicio)	When (Fim)	When (Realizado)	Why	Where	How	How Much	Status
x			Falta e ou excesso de materiais nas filiais	Criação de manual com procedimentos de movimentação de materiais	1	Aplicação do treinamento nas filiais	Fiscal	01/11/2024	14/11/2024	14/11/2024	Garantir o cumprimento do procedimento padrão	Protheus	Através de indicadores de movimentação de materiais X manutenções realizadas	R\$ 4.180,50	Concluído
x			Realização de aferições eventuais por falha eletrônica/sistêmica	Registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de priorização de falhas nos equipamentos	1	Treinamento para técnicos	P&D	14/10/2024	14/11/2024	14/11/2024	Ampliar conhecimento necessário para realização dos atendimentos	Remoto e presencial	Criação de fluxo para treinamentos iniciais, periódicos e eventuais, com aplicações remotas e presenciais	R\$ 10.033,20	Concluído
x			Gastos com utilização do veículo acima do previsto	Padronização da utilização do veículo	1	Aplicação do formulário de utilização dos veículos	Operação	01/10/2024	02/10/2024	02/10/2024	Registro de deslocamento preenchido pelo técnico para prestação de contas	Plataforma online	Plataforma web para preenchimento do itinerário	R\$ 836,10	Concluído

FONTE: Os autores (2023)

Além dos resultados dos testes demonstrados anteriormente, as demais ações implementadas também trouxeram benefícios significativos para o processo. A primeira delas, mostrada na Figura 24, evidenciou claramente a diferença na organização das ferramentas do operador técnico antes e depois das soluções propostas, facilitando e reduzindo o tempo para realizar manutenções e instalações previstas em contratos.

FIGURA 24. Antes e depois da organização de ferramentas nos veículos



FONTE: Os autores (2023)

Ademais, é importante salientar a limpeza e organização implementadas durante as manutenções preventivas e/ou corretivas, visando agilizar futuras intervenções para outros operadores que possam atuar nos mesmos equipamentos. Na Figura 25, é possível observar a diferença o antes e depois da limpeza e organização da fiação dos equipamentos em operação, demonstrado na Figura 25.

FIGURA 25. Antes e depois da das manutenções preventivas realizadas.



FONTE: Os autores (2023)

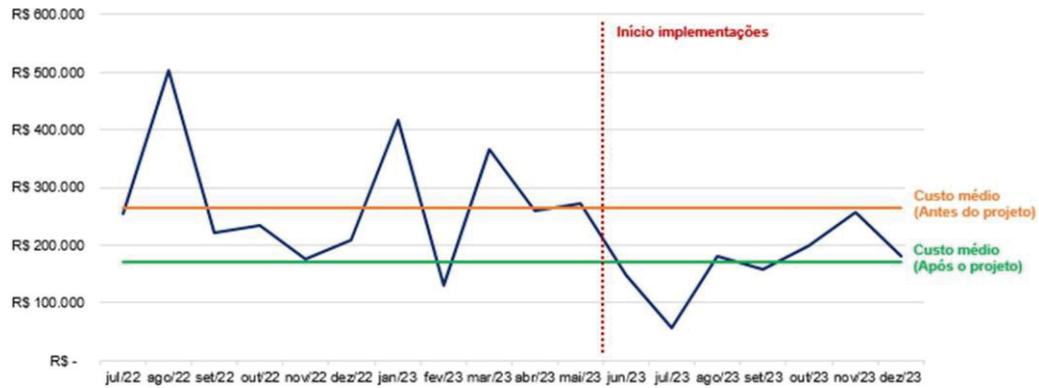
3.5. FASE CONTROLAR

3.5.1. Atingimento da meta global

Na fase de controle, acompanhou-se o indicador de custos com insumos para averiguar se a meta global do projeto foi atendida: reduzir em 8,0% o custo nas contas de insumos para operação de soluções para segurança no trânsito. O resultado mês a

mês está apresentado a seguir na Figura 26, sendo possível notar uma redução de custos após o início das implementações das ações.

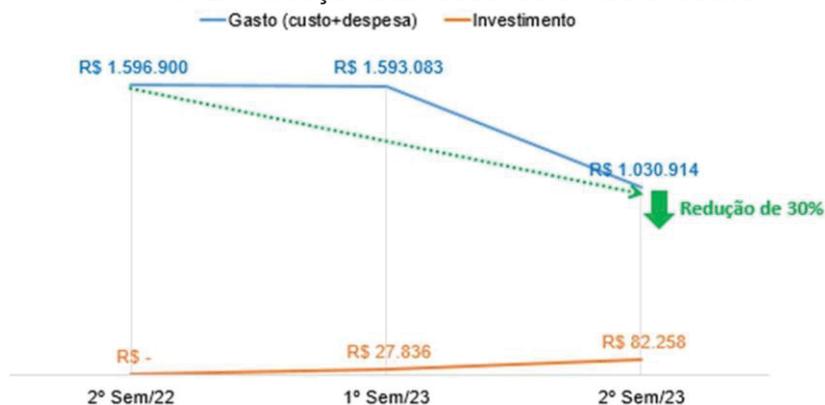
FIGURA 26. Histórico de custos nas contas de insumos antes e depois do projeto.



FONTE: Os autores (2023)

Para tornar tangível a redução obtida com o projeto, agruparam-se os custos e investimentos realizados por semestre. Foi sendo possível notar que as ações implementadas durante o projeto tiveram baixos investimentos e resultaram em uma redução de 30% nas contas de custos com insumos, atingindo e superando a meta global de 8% proposta inicialmente, como mostrado a seguir na Figura 27.

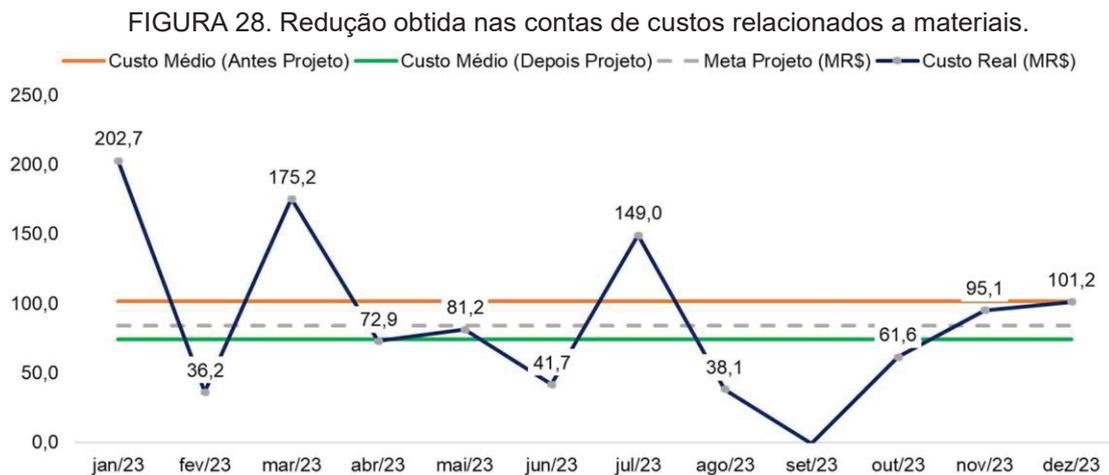
FIGURA 27. Redução total obtida nas contas de custos.



FONTE: Os autores (2023)

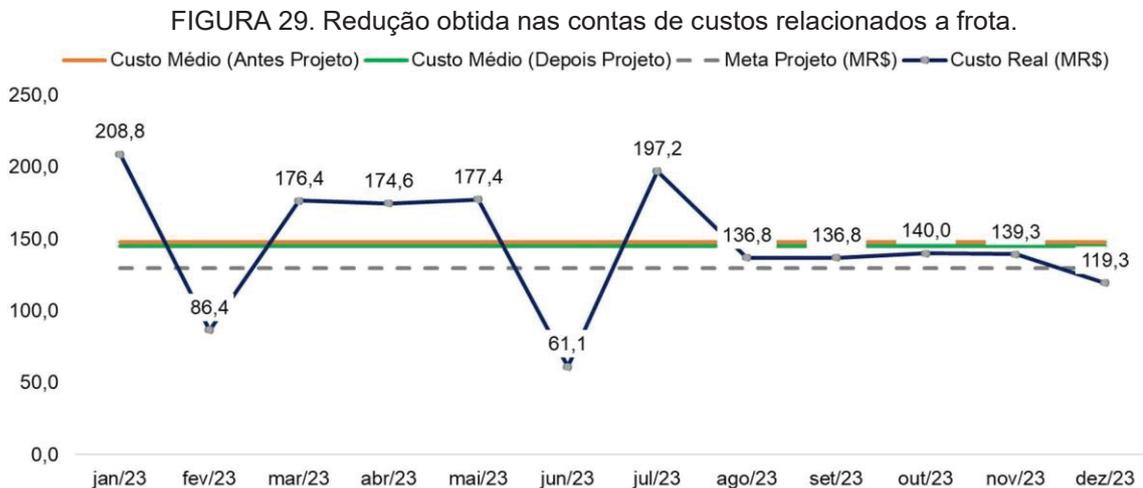
3.5.2. Atingimento das metas específicas

Além do atingimento da meta global, foram avaliados os indicadores de custos das metas específicas. No indicador de gastos relacionados a materiais, conforme Figura 28, foi possível notar uma redução de 27% nos custos realizados antes do projeto em comparação com os custos realizados após a implementação do projeto.



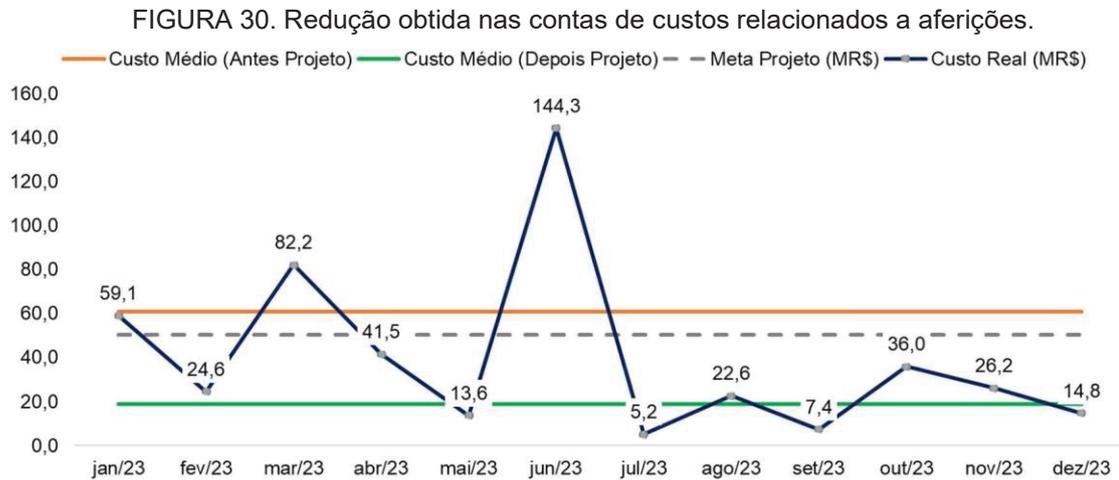
FONTE: Os autores (2023)

Já para o indicador de insumos vinculados a frotas houve uma leve redução de 2% ao comparar o custo realizado antes do projeto com o custo realizado depois do projeto. Na figura 29, é possível perceber que o indicador começou a apresentar estabilidade desde o início das implementações e uma tendência de queda em dezembro de 2023.



FONTE: Os autores (2023)

Por fim, na Figura 30 é possível perceber que o indicador de gastos relacionados aos insumos para aferições apresentou uma redução de 69%, tornando-se mais estável desde o início do projeto. Este foi o indicador que apresentou a maior redução dentre os três insumos abordados.



FONTE: Os autores (2023)

3.5.3. Padronização e treinamentos

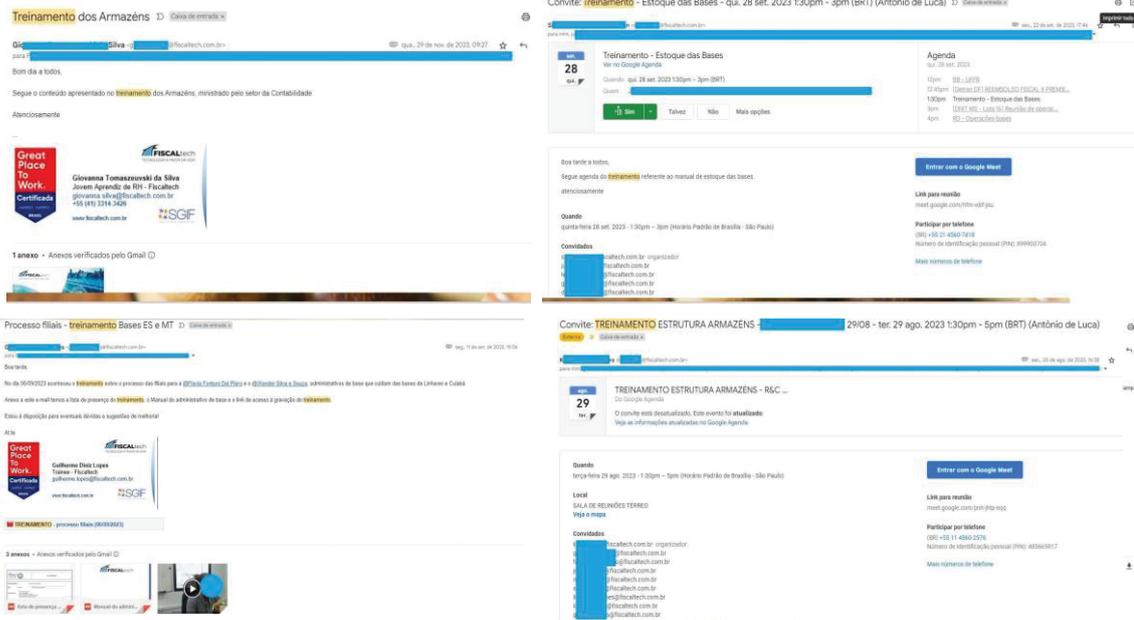
De maneira a consolidar todo o trabalho realizado durante o projeto, foram criados padrões em sistemas, como demonstrados anteriormente, tornando disponíveis e de fácil acesso todas as informações necessárias para garantir a estabilidade dos indicadores alcançados.

Além disso, assegurou-se que todos os colaboradores envolvidos no processo fossem treinados para os novos processos implementados. Podem-se citar:

- Treinamento nas filiais para procedimentos de movimentação de materiais
- Treinamento para os técnicos sobre o registro de indicadores de atendimento para criação de matriz de priorização de falhas nos equipamentos
- Treinamento para usuários dos veículos sobre o preenchimento e a prestação de contas da utilização dos veículos.

As evidências dos treinamentos foram ilustradas na Figura 31.

FIGURA 31. Treinamentos realizados.



FONTE: Os autores (2023)

3.5.4. Indicadores de controle para manter os resultados

Além de toda a padronização e dos treinamentos implementados, foram definidas algumas variáveis de controle para o monitoramento dos resultados, como demonstrado na Tabela 3.

TABELA 3. Variáveis de monitoramento do processo

Item	Descrição
1	Indicadores de manutenção corretiva, preventiva e preditiva
2	Orçamento previsto realizado anualmente
3	Formato dos contratos com os clientes que podem sofrer variações tributárias
4	Contratos de locações de veículos
5	Utilização da frota
6	Ciclo periódico de capacitação técnica
7	Implementação de melhorias seja no software e ou hardware de acordo com os resultados obtidos nos indicadores de desempenho dos contratos e suas respectivas manutenções

FONTE: Os autores (2023)

3.5.4.1. Relatório de anomalias

Após todas as padronizações e treinamentos realizados, foram implementados relatórios de anomalias visando descrever qual o procedimento que deve ser seguido nos casos em que o operador encontrar algum problema no processo. Para ilustrar, na

Figura 32 a seguir, estão apresentados um relatório de anomalia para cada insumo abordado.

FIGURA 32. Relatório de anomalia (materiais).

RELATÓRIO DE ANOMALIA	
Planos de Ação para Processos Fora de Controle	
Dados da filial	
Nome responsável:	
Data da vistoria (DD/MM/AA):	
Cidade-UF:	
Contratos de atendimento:	
CNPJ:	
GESTÃO	
Descrição da anomalia	
Materiais de manutenção de equipamentos	
Possíveis causas	
Máquina: equipamentos instalados forado padrão	
Método: configurações do eqtos fora do padrão previsto	
Medida: não deve haver desperdício na instalação e manutenção	
Mão-de-obra: baixo conhecimento para instalação e manutenção	
Matéria-prima: material utilizado precisa ser dentro do esperado pelo cliente	
Meio ambiente: destinação de resíduos seja na implantação e manutenção precisam ser recuperados	
Possíveis soluções	
1 - Dimensionamento do material precisa ser adequado e calculado	
2 - Ausência de treinamento inicial e reciclagem com resultado	
3 - Rever cronogramas com líderes de cada equipe	
4 - Comunicar o planejamento ao conselho	
5 - Resultados acompanhados	
Plano de ação	
O que?	Descrever as ocorrências
Quem?	Membro tático da equipe
Onde?	Em estação de trabalho
Quando?	Ao fechamento do resultado semanal
Como?	Conciliando resultados realizados até o momento
Comentários	
Revisão 01	Elaboração do plano para ações fora de controle
Autor e assinatura	
Nome responsável vistoria:	Ass.:

FONTE: Os autores (2023)

FIGURA 33. Relatório de anomalia (frota).

RELATÓRIO DE ANOMALIA			
Planos de Ação para Processos Fora de Controle			
Dados da filial			
Nome responsável:			
Data da vistoria (DD/MM/AA):			
Cidade-UF:			
Contratos de atendimento:			
CNPJ:			
GESTÃO			
Descrição da anomalia			
Resultado frota não satisfatória			
Possíveis causas			
Método: contrário as normas de trânsito			
Medida: abastecimento fora do planejado			
Máquina: veículo sem manutenção preventiva			
Meio ambiente: Emissão de carbono com excesso de OS			
Mão-de-obra: Utilização do veículo sem cuidados de condução			
Matéria-prima: dimensionamento do veículo para cada região e manutenção			
Possíveis soluções			
1 - Planejamento revisado quinzenalmente			
2 - Confirmação de agenda			
3 - Limpeza 4 dias			
Plano de ação			
O que?	Formalização do chamado		
Quem?	Técnico que utiliza veículo		
Onde?	App utilities		
Quando?	Conforme indicado no km planejado		
Como?	Através de mobile phone		
Comentários			
Revisão 01	Elaboração do plano para ações fora de controle		
Autor e assinatura			
Nome responsável vistoria:		Ass.:	

FONTE: Os autores (2023)

FIGURA 34. Relatório de anomalia (aferições).

RELATÓRIO DE ANOMALIA	
Planos de Ação para Processos Fora de Controle	
Dados da filial	
Nome responsável:	
Data da vistoria (DD/MM/AA):	
Cidade-UF:	
Contratos de atendimento:	
CNPJ:	
GESTÃO	
Descrição da anomalia	
Aferições metrológicas eventuais	
Possíveis causas	
Mão-de-obra: Sem treinamento previsto em contrato	
Método: configurações do eqtos fora do padrão previsto	
Máquina: equipamentos instalados diferente do previsto em projeto	
Medida: dimensionamento da posição dos instrumentos em relação a pista	
Matéria-prima: material utilizado precisa ser dentro do esperado pelo cliente	
Meio ambiente: Organização do ambiente de trabalho para manter disciplina	
Possíveis soluções	
1 - Revisão da configuração dentro do método ensinado	
2 - Teste simulado	
3 - Registro OS	
Plano de ação	
O que?	Formalizar rompimento de lacre
Quem?	Técnico local
Onde?	Componente metrológico
Quando?	Manutenção corretiva
Como?	Dentro do procedimento Inmetro
Comentários	
Revisão 01	Elaboração do plano para ações fora de controle
Autor e assinatura	
Nome responsável vistoria:	Ass.:

FONTE: Os autores (2023)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO MAPA DE RACIOCÍNIO

Os resultados atingidos foram apresentados no decorrer da metodologia DMAIC aplicada. Após a implantação das melhorias, todos os meses apresentaram-se abaixo da média de custos do período anterior ao trabalho. Dessa forma, notou-se uma redução significativa de 30% dos custos dos insumos que encareciam a produção dos radares. A padronização, treinamento e capacitação dos colaboradores foram itens essenciais para o atingimento da meta. Junto a esses resultados alcançados, pôde-se observar benefícios extremamente positivos como: a valorização dos contratos em decorrência da redução de custos, as melhorias no processo atual de gestão dos contratos e os ganhos em desempenho, além do aumento da satisfação de clientes internos e externos.

4.1. APONTAMENTO DE OPORTUNIDADE DE MELHORIAS

As sugestões de melhoria propostas visam otimizar a gestão das operações para soluções de segurança no trânsito e reduzir os custos associados aos insumos de produção. Ao implementar essas medidas, a AWGT poderá obter benefícios significativos, aumentando ainda mais sua eficiência operacional. Seguem algumas:

- Indicadores de manutenção corretiva, preventiva e preditiva: Esses indicadores ajudam a identificar potenciais falhas antes que elas ocorram, aumentando a confiabilidade dos dados, reduzindo o tempo de inatividade do radar devido a reparos não planejados, mantendo-o operacional por mais tempo e economizando reparos emergenciais, melhorando a eficiência da utilização de recursos já disponíveis. Isso contribui para o aumento da segurança, pois garante que os equipamentos estejam em conformidade com os padrões de qualidade e segurança estabelecidos.
- Realização do Plano Orçamentário anual: Alinhar os objetivos de produção de radares com os recursos financeiros disponíveis permitem garantir que o projeto esteja alinhado com a visão e os objetivos de longo prazo da empresa. O acompanhamento anual do orçamento permite identificar

desvios em relação ao planejado e tomar medidas corretivas de forma proativa.

- Revisão de contratos de locação de veículos e controle da utilização da frota: essa implementação permitirá a identificação de oportunidades de redução de custos, seja renegociando tarifas ou buscando fornecedores mais competitivos e uma alocação mais eficiente de recursos. Isso significa utilizar os veículos apenas quando necessário e garantir que estejam disponíveis nos momentos críticos, aumentando a eficiência operacional. Ao controlar a utilização da frota, é possível planejar melhor as rotas e os deslocamentos dos veículos, reduzindo o tempo de deslocamento e otimizando a logística de suporte e manutenção dos radares.
- Realizar o ciclo periódico de capacitação técnica: esse ciclo permitirá que os profissionais envolvidos na produção de radares se mantenham atualizados sobre as mais recentes tecnologias, tendências e melhores práticas da indústria, visto que se encontra em constante evolução. Profissionais capacitados têm maior conhecimento e isso pode levar a uma melhoria na qualidade dos radares produzidos, reduzindo erros e aumentando a confiabilidade dos sistemas, além da contribuição para a fidelização dos funcionários, resultando em uma equipe mais engajada e produtiva.
- Implantação da melhoria de sistemas (software ou hardware): ao analisar os indicadores de desempenho dos contratos e das manutenções de radares, é possível identificar áreas em que o software e/ou hardware podem ser aprimorados para aumentar a eficiência operacional. Isso pode incluir a automação de processos, a simplificação de interfaces ou a introdução de novas funcionalidades que otimizem o desempenho dos sistemas de radar. Ao implementar melhorias com base nos indicadores de desempenho dos contratos e das manutenções de radares, é possível atender melhor às necessidades e expectativas dos clientes. Isso pode resultar em maior satisfação do cliente e fortalecimento das relações comerciais.

Essas sugestões representam um compromisso com a melhoria contínua e podem ajudar a AWGT a oferecer soluções de segurança no trânsito de alta qualidade a custos competitivos.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no projeto de redução de custos nas contas de insumos para operação de soluções de segurança no trânsito são significativos. A equipe não apenas atingiu, mas superou as metas definidas inicialmente, alcançando uma redução de custos mensais de 30%, em vez dos 8,0% propostos originalmente.

A implementação de estratégias focadas na redução de custos relacionados à frota, materiais e aferições foi fundamental para esse sucesso. A análise detalhada dos processos, a identificação de oportunidades de otimização e a melhoria contínua das práticas de gestão de contratos contribuíram de forma substancial para esse resultado excepcional.

Além da redução substancial nos custos, é importante ressaltar os benefícios adicionais alcançados, como o aumento significativo na valorização dos contratos, bem como melhorias notáveis no processo de gestão. Isso resultou em ganhos de desempenho e uma satisfação ampliada tanto para os clientes internos quanto externos.

Os resultados obtidos validam não apenas a eficácia das estratégias implementadas, mas também refletem o comprometimento e a excelência da equipe envolvida no projeto. O sucesso alcançado reforça a importância de um planejamento estratégico eficaz, da análise criteriosa de dados e da busca contínua pela melhoria e inovação.

Diante desse cenário, o projeto não só cumpriu sua missão inicial, como também estabeleceu um novo padrão de excelência e eficiência na gestão de custos e contratos, destacando-se como um exemplo de boas práticas e sucesso empresarial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAWAL, S.; SHARMA, S. **Application of Six Sigma in Supply Chain Management.** Springer, 2019.
- DENATRAN. **Relatório Anual de Acidentes de Trânsito.** Acesso em 13 de fevereiro de 2
- ECKES, G. **The Six Sigma Revolution.** Wiley, 2001.
- GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma: Combining Six Sigma with Lean Speed.** McGraw-Hill Education, 2002.
- HARRY, M., & SCHROEDER, R. **Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations.** Doubleday, 2000.
- OLIVEIRA, F. S., & LIMA, R. S. "Análise da Efetividade de Radares no Controle de Velocidade." *Transportes*, vol. 26, pp. 110-120, 2018.
- PYCRAFT, M.; SINGH, H.; PHAM, D. T. **Six Sigma for Organizational Excellence.** Springer, 2016.
- PYZDEK, T., & KELLER, P. A. **The Six Sigma Handbook.** McGraw-Hill Education, 2014.
- ROCHA, T. A., ET AL. "Evaluation of the Impact of Speed Cameras on Road Safety: Case Study in a Brazilian City." *Journal of Transport & Health*, vol. 18, 100890, 2020.
- ROTHER, M., & SHOOK, J. **Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA.** In: Lean Enterprise Institute. Lean Enterprise Institute, 2003.
- SANTOS, R. C., ET AL. "Evaluating the Impact of Speed Cameras on Traffic Safety in a Brazilian City." *Accident Analysis & Prevention*, vol. 153, 105993, 2021.
- SILVA, J. M., & OLIVEIRA, D. A. "Impactos da Fiscalização Eletrônica na Segurança Viária." *Revista de Transportes Públicos*, vol. 41, pp. 59-78, 2019.
- SOUSA, F. J., & COSTA, A. V. "Radares de Controle de Velocidade e Seus Impactos na Mobilidade Urbana." *Revista Transportes*, vol. 25, pp. 24-38, 2017.
- SOUZA, A. G., ET AL. "Análise de Fatores de Risco de Acidentes de Trânsito em uma Capital Brasileira." *Revista Brasileira de Epidemiologia*, vol. 24, no. 1, e210029, 2021.
- SNEE, R. D. **Six Sigma Beyond the Factory Floor.** Prentice Hall, 2010.
- SNEE, R. D. "Six Sigma: The Evolution of 100 Years of Business Excellence." *Quality and Reliability Engineering International*, vol. 35, no. 5, pp. 1077-1086, 2019.