

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ENGENHARIA MECÂNICA

LUANA CAROLINA PAIVA FANTINI

**A EFICÁCIA DA METODOLOGIA A3: UM ESTUDO DE CASO VOLTADO PARA
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DIESEL NA ÁREA DE MANUTENÇÃO
AUTOMOTIVA DE UMA USINA DO SETOR SUCROENERGÉTICO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2017

LUANA CAROLINA PAIVA FANTINI

**A EFICÁCIA DA METODOLOGIA A3: UM ESTUDO DE CASO VOLTADO PARA
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DIESEL NA ÁREA DE MANUTENÇÃO
AUTOMOTIVA DE UMA USINA DO SETOR SUCROENERGÉTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cesar de Souza Francisco

CORNÉLIO PROCÓPIO
2017

TERMO DE APROVAÇÃO

A EFICÁCIA DA METODOLOGIA A3: UM ESTUDO DE CASO VOLTADO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO DIESEL NA ÁREA DE MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA DE UMA USINA DO SETOR SUCROENERGÉTICO

LUANA CAROLINA PAIVA FANTINI

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 15:00hrs do dia 23 de novembro de 2017, como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRA MECÂNICA no programa de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Julio Cesar de Souza Francisco - Presidente (Orientador)

Prof. Me. Conrado Di Raimo (Membro)

Prof. Dr. Joao Roberto Sartori Moreno (Membro)

“A Folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação de Curso”

Dedico este trabalho a Deus, minha família, amigos e colegas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela fé, guia, força e sabedoria proporcionadas para chegar até esta etapa e concluí-la.

À minha família, Marli, Ana Luísa, Nancy e Waldomiro, pois acredito que sem o apoio e exemplo deles não venceria esse desafio.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Júlio Cesar de Souza Francisco, pelo apoio, paciência, confiança, amizade e sabedoria com as quais me guiou nesta trajetória.

Aos meus amigos e colegas presentes e também aos que hoje já estão ausentes, mas que durante essa caminhada universitária estiveram ao meu lado me proporcionando momentos incríveis e histórias inesquecíveis.

Faço menção especial aos amigos: Natália Almeida, Vanessa de Oliveira, Isabela Machado, Elaine Huss, Beatriz Pimenta, Renata Loddi, Wellington Pereira e Fernando Veloso, pois foram alicerce, incentivo e inspiração, essenciais para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

A Secretaria do Curso, pela cooperação e ao campus da UTFPR de Cornélio Procópio pela estrutura e conhecimento proporcionados no período de graduação.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste trabalho de pesquisa.

"Quando dizemos coisas como 'pessoas não mudam', isso leva os cientistas à loucura, pois mudança é literalmente a única constante em toda a ciência. Energia, matéria, estão sempre mudando, transformando-se, fundindo-se, crescendo, morrendo. É a forma como as pessoas tentam não mudar que não é natural. A forma como nos agarramos ao jeito que as coisas eram, ao invés de deixá-las serem o que são. A forma como nos agarramos às velhas memórias ao invés de criarmos novas. O modo como insistimos em acreditar, apesar de todas as indicações científicas, que qualquer coisa nessa vida é permanente. Mudança é algo constante. Como vivenciamos a mudança isso sim é determinado por nós. Pode parecer a morte ou pode parecer mais uma chance de viver. Se abriremos nossos dedos, relaxarmos nossos punhos abraçando o que vier, o resultado pode ser pura adrenalina. Como se a qualquer momento pudéssemos ter mais uma chance. Como se a qualquer momento pudéssemos renascer de novo. " (Shonda Rhimes – Grey's Anatomy)

RESUMO

FANTINI, Luana. **A eficácia da metodologia A3: um estudo de caso voltado para avaliação da qualidade do óleo diesel na área de manutenção automotiva de uma usina do setor sucroenergético.** 2017. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2017.

Este trabalho é resultado de um levantamento teórico-prático fundamentado na qualificação da eficácia do Processo A3 para avaliação da qualidade do óleo Diesel, devido ao seu poder de sustentação da sistemática PDCA. A proposta consiste em avaliar o fluxo de distribuição do óleo Diesel dentro do setor de manutenção automotiva, suas lacunas e sugerir contramedidas que possam ser utilizadas pela organização na geração de um plano de ação voltado para o estabelecimento de um processo de melhoria contínua viabilizando o monitoramento, controle, e, possivelmente, melhoria nos processos do fluxo de distribuição do óleo Diesel e também da qualidade do mesmo.

Palavras-chave: Qualidade. Processo A3. PDCA. Melhoria Contínua.

ABSTRACT

FANTINI, Luana. **The effectiveness of the methodology A3: a case study focused on the evaluation of diesel oil quality in the automotive maintenance sector of a sugarcane industry** 2017. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2017.

This work is the result of a theoretical-practical survey based on the qualification of the efficiency of the A3 Process to evaluate the quality of diesel oil, due to its power to support the PDCA system. The proposal is to evaluate the distribution flow of diesel oil within the automotive maintenance sector, its gaps and to suggest countermeasures that can be used by the organization in the generation of a plan of action aimed at establishing a process of continuous improvement, enabling the monitoring, control, and possibly provide improvement in the processes of the distribution flow of diesel oil and also the quality of the same.

Keywords: Quality. Process A3. PDCA. Continuous Improvement.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Custo total de produtos solicitados por requisições internas	63
GRÁFICO 2	Produtos mais relevantes de peças aplicadas	64
GRÁFICO 3	Representação do percentual da quantidade de produtos de peças aplicadas	65
GRÁFICO 4	Representação do percentual de custo com produtos de peças aplicadas	65
GRÁFICO 5	Quantidade de partículas maiores ou iguais a 4 µm, Posto de Abastecimento	69
GRÁFICO 6	Quantidade de partículas maiores ou iguais a 6 µm, Posto de Abastecimento	69
GRÁFICO 7	Quantidade de partículas maiores ou iguais a 14 µm, Posto de Abastecimento	70
GRÁFICO 8	Quantidade de água maior ou igual a 200ppm, Posto de Abastecimento	70
GRÁFICO 9	Média das amostras do Posto de Abastecimento	71
GRÁFICO 10	Quantidade de partículas maiores ou iguais a 4 µm, unidades móveis de abastecimento	72
GRÁFICO 11	Quantidade de partículas maiores ou iguais a 6µm, unidades móveis de abastecimento	73
GRÁFICO 12	Quantidade de partículas maiores ou iguais a 14µm, unidades móveis de abastecimento	73
GRÁFICO 13	Quantidade de água maior ou igual a 200ppm, unidades móveis de abastecimento	74

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Características Normativas do Óleo Diesel S500	46
TABELA 2	Código ISO de contagem de partículas	51
TABELA 3	Dados de consumo de óleo Diesel da USS	60
TABELA 4	Custo total de produtos solicitados por requisições internas	62
TABELA 5	Custo total de produtos solicitados por peças aplicadas	63
TABELA 6	Quantidades dos principais produtos de peças aplicadas	64
TABELA 7	Valores dos principais produtos de peças aplicadas	65
TABELA 8	Dados das médias de amostras de Diesel das unidades móveis de abastecimento	72

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Conceitos da ferramenta 5W2H	38
QUADRO 2	Principais problemas gerados pela contaminação do óleo Diesel	50
QUADRO 3	Utilização da ferramenta 5 porquês	75
QUADRO 4	Contramedidas propostas, grau de relevância e investimento	76

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Representação do ciclo PDCA	25
FIGURA 2	Modelo de Relatório A3	27
FIGURA 3	Detalhamento do Problema	33
FIGURA 4	Funcionamento de um motor Diesel de quatro tempos	42
FIGURA 5	Esquemática do processo de refino do petróleo	43
FIGURA 6	Principais componentes do sistema de combustível	49
FIGURA 7	Níveis ideais de limpeza para sistemas hidráulicos e de trem de força Caterpillar	52
FIGURA 8	Fluxo de Distribuição do Diesel na USS	58
FIGURA 9	Esquemática simplificada do processo de compra de produtos	61
FIGURA 10	Pontos de coleta de amostras no fluxo de distribuição	68

LISTA DE SIGLAS

STP	Sistema Toyota de Produção
TPS	<i>Toyota Production System</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i> – Planejar, Executar, Verificar e Agir
USS	Usina do Setor Sucrenergético
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. DELIMITAÇÃO DO TEMA	16
1.2. PROBLEMAS E PREMISSAS	17
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1 <i>Objetivo Geral</i>	17
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	18
1.4. JUSTIFICATIVA	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1. MELHORIA CONTÍNUA	19
2.1.1 <i>Qualidade e Melhoria Contínua</i>	21
2.2. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	22
2.3. PROCESSO A3	26
2.3.1 <i>Os Oito Elementos</i>	29
2.3.1.1. Título, Responsável e Data.....	30
2.3.1.2. Contexto	31
2.3.1.3. Condições Atuais	31
2.3.1.4. Objetivos e Metas	32
2.3.1.5. Análise	33
2.3.1.6. Contramedidas.....	35
2.3.1.7. Plano de Ação.....	36
2.3.1.8. Acompanhamento.....	39
2.4. ÓLEO DIESEL	40
2.4.1 <i>Características</i>	44
2.4.2 <i>Qualidade</i>	47
2.4.3 <i>Contaminação</i>	48
3. METODOLOGIA	54
4. ESTUDO DE CASO	55
4.1. O SETOR SUCROENERGÉTICO.....	55
4.2. QUALIDADE DO ÓLEO DIESEL <i>VERSUS</i> MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA	57
4.2.1 <i>Consumo de óleo Diesel</i>	59
4.2.2 <i>Requisições Internas</i>	61
4.2.3 <i>Peças Aplicadas</i>	62
4.3. PRINCIPAIS DIFICULDADES	66
4.4. OBJETIVOS E METAS	67
4.5. ANÁLISE E RESULTADOS	67
4.4. PROPOSTA DE CONTRAMEDIDAS	75
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	79

1. INTRODUÇÃO

O setor sucroenergético brasileiro tem enfrentado diversos desafios nos últimos anos. Além das políticas públicas não favoráveis adotadas pelo governo federal e a ausência de políticas públicas adequadas, o setor também sofre com os altos custos destinados à mecanização do setor.

Diante de um mercado cada vez mais flexível e imprevisível que exige uma adaptação rápida e frequente dos objetivos da indústria sucroenergética, faz-se necessária uma busca constante pela otimização dos recursos e processos produtivos, reduzindo gastos para, conseqüentemente, aumentar o lucro das empresas. A melhoria contínua surge neste contexto como um dos alicerces para solucionar os problemas e dificuldades enfrentadas pelas indústrias do setor.

De acordo com uma análise de custos feita em usinas do setor sucroenergético da região sul mato-grossense, “os custos variáveis que compõem os gastos com mecanização de um trator médio, de potência entre 130 e 150 cavalos, e consumo médio de Diesel de aproximadamente 15 L/h”, podem chegar a 61,05 R\$/hora máquina trabalhada, sendo que desse valor, 36 reais correspondem ao gasto com o próprio óleo Diesel. O custo fixo de mecanização inclui, além do óleo Diesel, os custos variáveis de: filtros, óleos e lubrificantes, pneus, manutenção e reparos, estimados em R\$3,15, R\$2,90 e R\$19,00, respectivamente (DATAGRO, 2014, p.11).

A estimativa desta análise foi feita apenas para um dos diversos equipamentos que podem compor a frota de veículos movidos a óleo Diesel de uma usina do setor sucroenergético. Pode-se afirmar, portanto, que o óleo Diesel e a parte de manutenção e reparos são fatores de extrema relevância dentro do custo fixo de mecanização para uma usina.

Sendo assim, observa-se que a existência de um processo de melhoria contínua direcionado ao monitoramento da qualidade do óleo Diesel, pode favorecer a empresa não só ao estabelecer atividades direcionadas para o aperfeiçoamento do fluxo de distribuição e consumo do mesmo, como também poderá proporcionar uma relevante redução de custos com manutenção e reparos.

Atualmente encontram-se disponíveis diversas ferramentas e metodologias com o propósito de orientar o estudo e a criação de processos de

melhoria contínua. Dentro deste contexto, destaca-se o Processo A3 – também conhecido como Método A3 – oriundo do Sistema Toyota de Produção (STP – ou em inglês *TPS, Toyota Production System*), que aparece como uma das grandes metodologias de gestão e gerenciamento de processos de melhoria contínua.

Posto isto, será desenvolvido um trabalho fundamentado na qualificação da eficácia do Processo A3 para avaliar a qualidade do óleo Diesel dentro da organização escolhida para o estudo de caso, devido ao seu poder de sustentação da sistemática PDCA (*Plan, Do, Check, Act* – Planejar, Executar, Verificar e Agir). A proposta, ao final do estudo, é sugerir contramedidas que possibilitem a geração de um plano de ação voltado para o estabelecimento de um processo de melhoria contínua, buscando monitorar, controlar e, possivelmente, proporcionar melhoria na qualidade do óleo Diesel.

Com a intuito de preservar a identidade da organização na qual se realizará o estudo de caso, será dado um nome fictício para a identificação da empresa ao decorrer do trabalho: USS (Usina do Setor Sucoenergético).

1.1. DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema deste trabalho de conclusão de curso, surgiu durante o período de estágio realizado na USS dentro do setor de manutenção automotiva. Inicialmente foi elaborado pelo líder do setor um plano de ação individual – dividido em sete tópicos que serão melhor especificados no decorrer do trabalho – contendo as propostas de atividades a serem estudadas e executadas durante o período de permanência na empresa.

O tema, Qualidade do óleo Diesel, foi escolhido devido à sua relevância e correlação direta e indireta com alguns dos sete tópicos contidos no plano de ação e sua influência direta nos custos com os processos de manutenção automotiva. Por processos de manutenção automotiva, pode-se entender como toda e qualquer atividade de manutenção preditiva, preventiva e corretiva realizada na frota leve (veículos destinados para o deslocamento de integrantes tanto nas fazendas quanto

dentro dos limites físicos da empresa), ou na frota pesada (equipamentos como colhedoras, plantadoras, tratores, caminhões, pás carregadoras, etc.).

Como a gama de veículos motorizados da USS é grande, a análise da qualidade do óleo Diesel proposta será realizada apenas no fluxo de distribuição do mesmo – que será melhor explicado na área do estudo de caso – a fim de tornar o trabalho e o estudo mais direcionados.

1.2. PROBLEMAS E PREMISSAS

O intuito inicial do Trabalho de Conclusão de Curso consistia em não só avaliar a qualidade do óleo Diesel como também propor e executar um plano de ação voltado para o estabelecimento de um processo de melhoria contínua. Entretanto devido ao curto período de estágio proposto para o estudo e execução do projeto – de 14 agosto de 2017 à 14 outubro de 2017 –, este trabalho apresentará a avaliação e uma proposta de atividades direcionadas para elaboração de um plano de ação e implementação do mesmo, buscando o estabelecimento de um processo de melhoria contínua, o qual ficará a cargo da empresa para definir, implantar e acompanhar.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Qualificar a eficácia da utilização da metodologia do Processo A3 na avaliação da qualidade do óleo Diesel em uma usina do setor sucroenergético do Mato Grosso do Sul.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

Dentro do desenvolvimento deste trabalho, ficará clara a adoção de uma estrutura de pensamento e pesquisa cujos objetivos baseiam-se na metodologia do Processo A3. São eles:

- 1) Descrever o fluxo de distribuição do óleo Diesel;
- 2) Levantar os possíveis fatores de interferência da qualidade do óleo Diesel nos custos do processo de manutenção automotiva;
- 3) Descrever o objetivo da organização ao estudar a qualidade do óleo Diesel;
- 4) Coletar amostras de óleo Diesel em cada ponto do fluxo, se possível;
- 5) Comparar os resultados das amostras com a exigência normativa, se houver;
- 6) Identificar quais são os fatores que comprometem a qualidade do óleo Diesel;
- 7) Relacionar os fatores com suas possíveis causas;
- 8) Propor contramedidas para tratar estas causas;

1.4. JUSTIFICATIVA

A importância deste tema de trabalho de conclusão de curso se dá através do êxito que poderá ser alcançado pela organização ao se tornar ágil e apta a identificar o comprometimento ou não da qualidade do óleo Diesel em seu fluxo de distribuição, podendo mitigar a (s) causa (s) não só deste comprometimento, como também de outros possíveis problemas encontrados em seus processos de manutenção automotiva.

Seguindo a metodologia proposta no desenvolvimento deste trabalho, com certeza a redução de custos com o processo de manutenção automotiva será uma possibilidade eminente.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. MELHORIA CONTÍNUA

O surgimento dos conceitos e do termo melhoria contínua são arduamente contestados entre japoneses e americanos. Os primeiros alegam a origem a seu país, afirmando que as atividades de reestruturação do Japão, ocorridas após a Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), proporcionaram a incorporação e o desenvolvimento do termo através da idealização do *Kaizen*, dentro do STP – a letra *Kai* representa mudança e a letra *Zen* melhoria. (YEN-TSANG; CSILLAG; CATTINI, 2010 *apud* IMAI; PRADO; TANNER & RONCARTI, 1994; p.2-3)

Para os americanos o surgimento da melhoria contínua teve início durante o período da Revolução Industrial (1760 – 1840), através da utilização de um método científico proposto por Frederick Taylor e Frank Gilbreth com a finalidade de alcançar a melhor forma de produção (*one best way*). (YEN-TSANG; CSILLAG; CATTINI, 2010 *apud* IMAI; PRADO; TANNER & RONCARTI, 1994; p.2-3).

Pode-se dizer, portanto, que desde a Revolução Industrial a busca pela melhoria contínua se tornou objetivo comum entre as indústrias, visando otimizar atividades essenciais para garantia das metas, objetivos e estratégias competitivas.

Atualmente “a melhoria contínua é apontada por diversos estudos como uma peça chave para manter a competitividade de uma empresa em um cenário dinâmico” (YEN-TSANG; CSILLAG; CATTINI, 2010 *apud* IMAI; PRADO; TANNER & RONCARTI, 1994; p.2).

Segundo Rozenfeld (2006), a melhoria contínua está diretamente ligada a processos de gerenciamento de mudanças e melhoria de processos e produtos, visando suprir e/ou corrigir desconformidades, irregularidades e anomalias, sugerindo propostas de melhoria de processo ou propostas de mudanças no produto.

A mudança dentro do setor industrial é algo que ocorre com frequência, entretanto não é sempre muito bem vista e aceita pelos integrantes da organização, pois exige uma readaptação de todos os envolvidos para que o processo possa ocorrer com eficiência e eficácia.

Tendo isso em vista, o processo de mudança deve partir da realidade atual da organização. Primeiramente é necessária a identificação do seu nível de maturidade, para assim viabilizar a implantação de um modelo de melhoria contínua adequado não só à sua realidade como também à sua necessidade (Rozenfeld, 2006).

Neste contexto, é possível afirmar que a replicação de um processo de melhoria contínua implantado em uma organização bem sucedida, pode não gerar os mesmos resultados fora desta organização, pois cada empresa terá sua peculiaridade e necessidade. Portanto, para que haja sucesso, é necessária uma avaliação e readequação dos planos de ação do processo “copiado” para que resultados similares aos obtidos em uma possam também ser alcançados em outra.

“Melhorar os processos da organização é fator crítico para o sucesso institucional de qualquer organização, seja pública ou privada, desde que realizada de forma sistematizada e que seja entendida por todos na organização” (SCARTEZINI, 2009, p.5).

Nota-se, portanto, que a execução da melhoria contínua demanda como fator essencial a definição de seus alicerces que equivalem aos princípios e práticas futuramente adotados no processo de desenvolvimento da própria melhoria. “Os princípios são as regras que o sistema produtivo como um todo deverá seguir. Já as práticas viabilizarão a implementação dos princípios” (KERZNER, 2006).

Tanto os princípios quanto as práticas devem ser disseminados por todas as áreas da organização, não se limitando ao setor onde será desenvolvido o processo de melhoria contínua.

“A melhoria continua não é apenas um modismo. Ela é uma necessidade para quem realmente deseja obter melhorias sustentáveis”. (LIKER; FRANZ, 2013 p.18).

Sendo assim, pode-se afirmar que, independente da origem da terminologia “melhoria contínua”, ela é hoje consolidada como um processo essencial dentro do setor industrial por proporcionar amplas oportunidades de crescimento a toda e qualquer organização que vise estar sempre em um nível alto de competitividade, otimização de processos e produtos.

2.1.1. Qualidade e Melhoria Contínua

A melhoria contínua presente no âmbito industrial, em muitos casos, pode passar despercebida por alguns integrantes da organização que não possuem contato direto com o processo. Ou seja, ela não é conhecida por todos os integrantes da empresa. Pode ocorrer também a não sistematização ou não documentação do processo. Sabe-se que o processo de melhoria contínua está ocorrendo, entretanto não existe a comprovação formal do mesmo.

Percebe-se nesta situação dois impasses: o não conhecimento ou reconhecimento parcial do processo de melhoria contínua, e a não existência de padrões. Com isso, todo o processo de produção e seus resultados ficam desprovidos de qualidade (Rozenfeld, 2006).

A qualidade possui múltiplos sentidos para o seu significado que:

[...] nem sempre apresentam uma definição clara e objetiva, possuindo um conceito altamente subjetivo, ligado diretamente à percepção individual das pessoas, influenciado por fatores culturais, modelos mentais, necessidades e expectativas pessoais (ROTH, 2010, p.15).

Ou seja, algo que para um indivíduo pode por ter uma excelente qualidade, para outro pode não ter. Por este motivo o conceito de qualidade evoluiu tornando-se um padrão estruturado num entendimento integral e global, reunindo a exigência de diversos clientes.

Ressalta-se aqui que cliente não é só o receptor do produto final, ele engloba toda pessoa ou grupo inserido dentro do sistema organizacional como um *stakeholder*¹ (LYRA, 2009 *apud* FREEMAN, 1984, p. 41)

Contudo, no contexto industrial, o termo pode ser empregado para “associar a concepção e criação de um produto, na busca do atendimento da satisfação das necessidades do cliente”, onde este é o receptor que associa valor e utilidade ao produto de acordo com seu reconhecimento (ROTH, 2010, p.15-16).

¹ *Stakeholder* é um termo utilizado para caracterizar elementos essenciais que legitimam as ações de uma organização. Podem ser eles: acionistas, proprietários, investigadores, integrantes, fornecedores, sindicatos, concorrentes, consumidores, imprensa, governo, ONGs, etc., ou seja, todo aquele pelo qual ou para o qual o produto ou serviço e seus resultados são destinados.

Sendo assim, para ocorrência do sucesso de aplicação da melhoria contínua e garantia da qualidade do mesmo, primeiramente deve-se eliminar os dois obstáculos citados anteriormente – o não conhecimento ou reconhecimento parcial do processo e a não existência de padrões – através da realização de treinamentos, educação ou reeducação de todos os envolvidos nos processos organizacionais, para conscientizá-los sobre a importância individual e coletiva de todas as ações, suas consequências e sua íntima relação com a qualidade do produto/serviço e das atividades realizadas (Rozenfeld, 2006).

Esta evolução e treinamento organizacional devem ser feitos por meio do fornecimento de uma visão completa de todas as etapas de formação e desenvolvimento da melhoria contínua com qualidade, e da participação e responsabilidade individual de cada um dentro deste processo.

É de suma importância também a criação de padrões para que a melhoria contínua possa ser gerenciada da melhor forma possível, dando suporte suficiente para que as atividades tenham um excelente desempenho, apresentando ótimos resultados e, conseqüentemente, gerando uma qualidade satisfatória para os envolvidos no processo de produção (Rozenfeld, 2006).

Além de executar as tarefas, cada pessoa deve se conscientizar de que ele deve ser o elemento de diagnóstico e de solução de problemas para obter uma melhoria contínua de seu trabalho dentro da organização. E é assim que crescem e se solidificam as organizações bem-sucedidas (TIBURCIO; SANTANA, 2014 apud CHIAVENATO, 2002, p. 14)

2.2. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O sistema desenvolvido pelos japoneses surgiu essencialmente da necessidade de recuperação do Japão, após a Segunda Guerra Mundial perdida em 1945, buscando a reestruturação das atividades econômicas a fim de alcançar a capacidade de produção e venda de seus concorrentes americanos (OHNO, 1997, p.25).

Precursora da busca incessante por melhorias, redução de custos e redução de desperdícios, a Toyota apresentou ao mundo um novo conceito de produção, desenvolvimento de produtos e formação de pessoas. Em seu lema:

“construímos pessoas antes de automóveis”, reconhece que a criação de produtos e melhoria dos processos surgem através das pessoas e que a capacidade delas é importante (LIKER; FRANZ, 2013 p.21).

Taiichi Ohno, grande mentor do Sistema Toyota de Produção, concretizou, após um tempo relutante para formalizar o sistema, uma base para o movimento da “produção enxuta”, que se tornou tendência no meio industrial. Durante o desenvolvimento do próprio sistema, a necessidade de adequar os processos incitou a criação de diversas ferramentas para aplicação de melhorias em todos os setores.

“A necessidade é a mão da invenção”. Mesmo hoje, melhorias nas fábricas Toyota são feitas com base nas suas necessidades. A chave para o progresso nas melhorias da produção está em permitir que o pessoal da fábrica sinta a necessidade (OHNO, 1997, p.34).

Os dois pilares básicos do desenvolvimento do STP são o *Just-in-time* e a Autonomiação (*Jidoka*).

Just in time significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero. [...] A outra base do STP é denominada de Autonomiação que não deve ser confundida com a simples automação. Ela é conhecida também como a automação com um toque humano. [...] Não será necessário um operador enquanto a máquina estiver funcionando normalmente. Apenas quando a máquina para, devido a uma situação anormal, é que ela receberá atenção humana. Como resultado, um trabalhador pode atender diversas máquinas, tornando possível reduzir o número de operadores e aumentar a eficiência da produção (OHNO, 1997, p.25 - 28).

Estes dois pilares, junto ao *Kanban*, símbolo visual do STP, tinham como objetivo principal defender a absoluta eliminação do desperdício e trazer continuamente os problemas à tona para resolvê-los no momento em que ocorriam (OHNO, 1997, p.27).

Cada elo na corrente *just-in-time* está conectado e sincronizado. [...] O *Kanban* é o meio usado para transmitir informação sobre apanhar ou receber a ordem de produção. [...] Aqui desejo que o leitor compreenda a postura básica do Sistema Toyota de Produção. Ele é sustentado pelo sistema *just-in-time*, [...] e pela Autonomiação [...] (OHNO, 1997, p.27).

Sabendo equilibrar trabalho, excelência e eficiência – individual e em equipe –, a Toyota alcançou sucesso e chamou a atenção das indústrias para as ferramentas utilizadas em seu processo de produção.

Além do *Just-In-Time*, da Automação e do *Kanban*, outras ferramentas como: *Kaizen*, Fluxo Unitário de Peças, Nivelamento da Produção (*Heijunka*), Cinco Porquês, Processo A3, entre outras, qualificaram o sistema como é conhecido hoje: Sistema Enxuto de Produção (*Lean Manufacturing* ou *Lean Thinking*) (RIBEIRO, 2012 *apud* LIKER, 2005, p.25).

Ohno, descreve a evolução do STP como uma prática de uma simples indagação: a repetição do “porquê”. Percebendo que inquirir sobre procedimentos e tarefas realizadas o levava a respostas que geravam outras dúvidas, adotou uma postura de sempre perguntar o porquê dos fatos e acontecimentos, pelo menos cinco vezes. “O STP começou quando eu desafiei o sistema antigo” (OHNO, 1997, p.32).

Tal definição categoriza hoje a metodologia da ferramenta dos Cinco Porquês, citada a priori, que é uma das grandes ferramentas industriais voltadas para análise de problemas.

A solução dos problemas é muito diferente da conotação de apagar incêndios [...] A Toyota usa o método dos “cinco porquês” para se aprofundar cada vez mais com a pergunta “ por quê? ”, até descobrir a causa-raiz do problema (LIKER; FRANZ, 2013, p.12).

Outro item de fundamental importância dentro do STP foi a ferramenta PDCA (*Plan, Do, Check, Act* – Planejar, Executar, Verificar e Agir), que consiste em um ciclo de atividades direcionadas para facilitar a tomada de decisões, visando garantir avanço e planejamento eficaz. “O Ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização” (WERKEMA, 1995).

Machado (2007, p.7), estabelece as etapas do PDCA da seguinte forma:

- ✓ **Planejamento:** nesta etapa são estabelecidas as metas e as formas de alcançá-las. Para isso é necessário observar o problema a ser resolvido, analisa-lo e descobrir suas causas. É caracterizada como a etapa de maior complexidade pois erros cometidos na identificação do problema e no delineamento de ações dificultarão o alcance dos resultados;

- ✓ **Execução:** aqui as tarefas planejadas na etapa anterior são colocadas em prática e dados são coletados para as análises da próxima etapa;
- ✓ **Verificação:** nesta etapa é necessário iniciativa, educação e treinamento. Os dados coletados na etapa anterior são utilizados para comparação entre o resultado conquistado e a meta delineada.
- ✓ **Ação:** as ações acontecerão de acordo com o resultado obtido. Se a meta foi conquistada, a ação será de manutenção (adotar como padrão o plano proposto). Caso a meta não tenha sido atingida deve-se retornar à fase de observação da etapa de planejamento, analisar novamente o problema e elaborar um novo plano de ação, agindo sobre as causas que impediram o sucesso do plano.

A Figura 1, a seguir, representa e resume esquematicamente o ciclo do

PDCA:

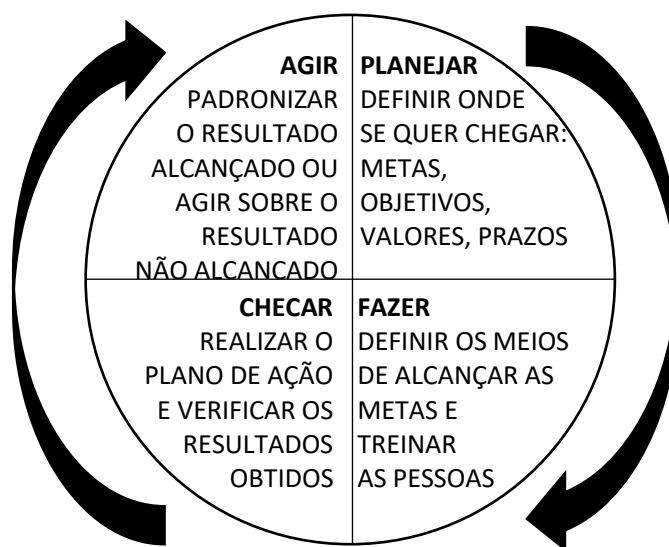


Figura 1 – Representação do ciclo PDCA
Fonte: Autoria Própria

Apesar de a ferramenta PDCA não ter sido desenvolvida pela própria Toyota, Liker e Franz afirmam:

“[...] o PDCA se tornou mais do que um conjunto de métodos para solução e resolução de problemas, e muito mais do que análise estatística. Ele se tornou um modo de pensar e a alma da filosofia de aprendizagem da empresa. [...] Tudo começa com o planejamento e com tentar descobrir qual o verdadeiro problema no qual você deveria estar trabalhando” (LIKER; FRANZ, 2013, p.27).

Sendo assim, observando os princípios e práticas do STP, nota-se que a organização desenvolveu sua própria filosofia de trabalho e que dentro dela os operadores participam da construção de um sistema total na área da produção, encontrando valor no seu trabalho através da execução de procedimentos padronizados e ajustados às habilidades individuais de cada integrante (OHNO, 1997, p.29).

O papel central do trabalho padronizado na melhoria é um dos aspectos mais importantes do TPS e um dos mais subutilizados fora da Toyota. [...] O verdadeiro valor do trabalho padronizado é servir de base para a experimentação. Padrões são definidos – como base de comparação – e usados como referências para a melhoria. Enquanto os padrões em vigor são o que são não devem ocorrer desvios. Entretanto, se alguém tiver uma ideia melhor de como fazer seu trabalho, ela é proposta, aprovada, testada, avaliada em comparação com o padrão vigente e recompensada. Longe de transformar o trabalho individual em funções robotizadas, o trabalho padronizado pode permitir a inovação individual em todos os níveis da organização (SHOOK, 2008 p.31).

No capítulo seguinte será dado destaque à metodologia de gerenciamento e aprendizagem de grande impacto e sucesso, desenvolvida dentro do STP: o Processo A3.

“Pode-se dizer que o A3 está para o gerenciamento na Toyota assim como o sangue que flui nas veias está para a nossa vida”. (SHOOK, 2008, p.viii)

2.3. PROCESSO A3

O Processo A3 é uma ferramenta de gerenciamento e aprendizagem que orienta o diálogo e a análise, buscando detalhar a realidade atual da situação abordada, guiando ao aprofundamento para descoberta da causa raiz dos problemas. Considera a proposição de diversas contramedidas, e permite a elaboração rigorosa de um plano de implementação e levantamento de dados para verificação do desenvolvimento da contramedida adotada (SHOOK, 2008, p.vii).

O termo contramedida é importante porque sugere a natureza provisória de qualquer ação utilizada para se contrapor a uma variabilidade indesejada. A Toyota não acredita que uma contramedida é a solução; em vez disso ela é a ideia sendo testada no momento. Se a verificação mostra que ela conseguiu

aproximar o processo da meta, ela é adotada até que uma outra contramedida melhor seja desenvolvida” (LIKER; FRANZ, 2013, p.30).

Este nome, A3, é referenciado à folha de papel que pode ser utilizada, de tamanho igual 29,7cm por 42cm, onde admite-se que cada problema pode e deve ser registrado, possibilitando que todos tenham a mesma perspectiva do problema. A Figura 2, a seguir, ilustra um modelo de relatório A3.

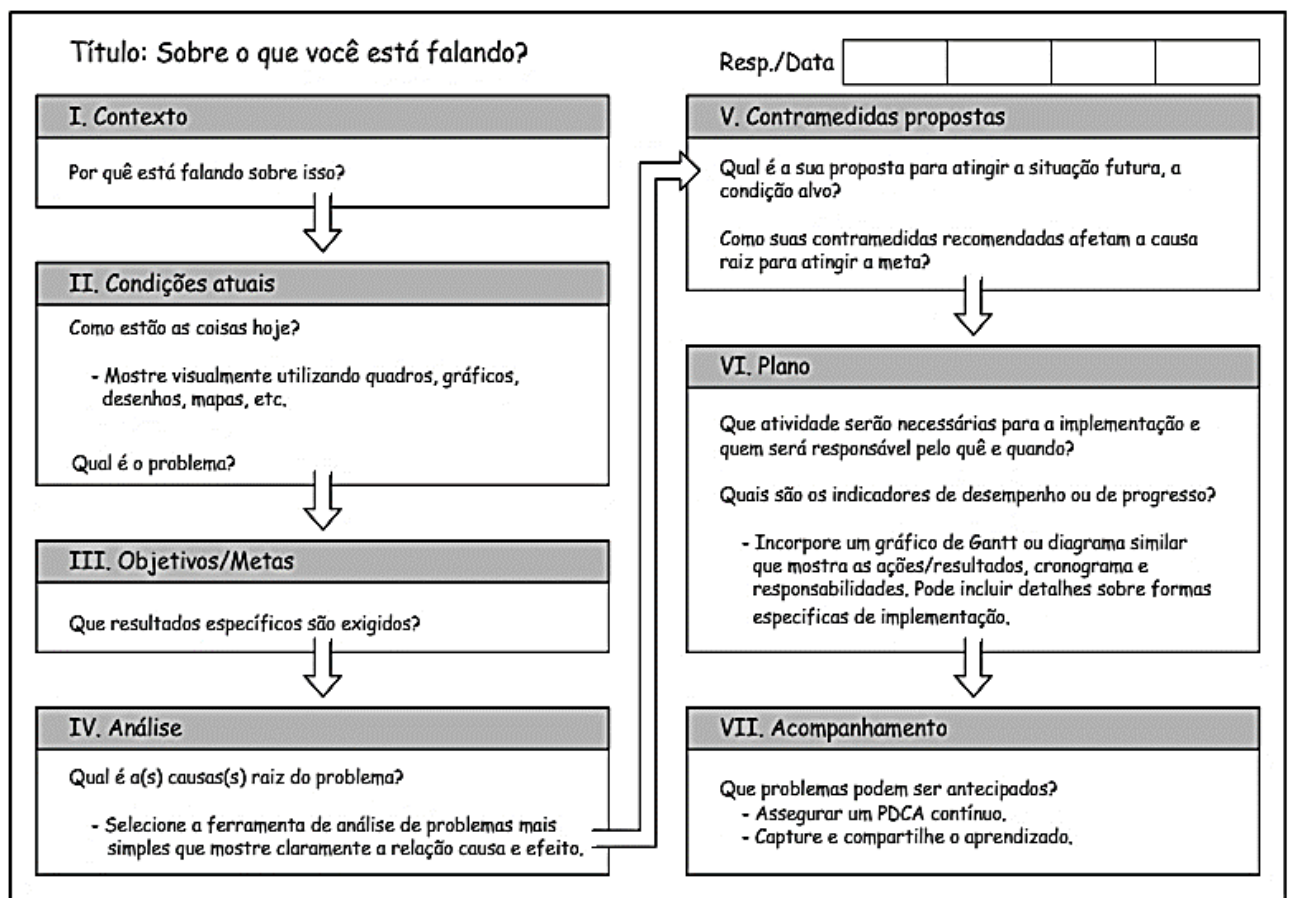


Figura 2 – Modelo de Relatório A3
Fonte: RIBEIRO, 2012, p.35 (apud SHOOK, 2008, p.8)

“O A3 é uma ferramenta clara e objetiva de comunicação que visa capturar a essência do conhecimento dos trabalhadores a respeito do processo em que atuam e resumi-los em uma folha simples de papel nesse tamanho padronizado internacionalmente. O A3 foca em problemas específicos, porém sob uma óptica microscópica. Trata-se, dessa forma, de um relatório, um roteiro, que permite a visualização de como um processo atual acontece, o que tem de errado e os motivos para tal deficiência. Esses fatores são ilustrados no lado esquerdo do A3, enquanto à direita, projeta-se o estado futuro pretendido, as questões que precisam mudar e um plano de ação para fazê-lo” (CRUZ, 2015 apud YUSOF; KHODAMBASHI; MOKHTAR, 2012, p.45)

Pode ser caracterizado como a diferença entre uma organização baseada na autoridade e uma baseada na responsabilidade, capaz de proporcionar benefícios duradouros obtidos pelos que buscam a fundo os detalhes para descobrir as causas raízes dos problemas em vez de mergulhar diretamente nas soluções. (SHOOK, 2008, p.vi).

Além de elemento essencial para o entendimento e implementação das atividades necessárias para atender às necessidades da empresa, o A3 é também um processo que permite fazer o aperfeiçoamento contínuo por estar diretamente estruturado e exigir um gerenciamento via PDCA (*plan, do, check, act* – planejar, executar, verificar e agir).

Liker e Franz (2013) afirmam:

Na Toyota o PDCA nunca termina em nenhum processo. Ninguém fecha o projeto, coloca-o sob controle e vai embora. O PDCA é mesmo um processo de melhoria contínua e, logo, de aprendizagem contínua (LIKER; FRANZ, 2013, p.30).

É relevante observar que o formato do relatório em si não é de circunstancial importância. A mentalidade implícita que leva o responsável ao ciclo PDCA é o verdadeiro foco.

O A3 é como um currículo que pode ser adaptado no layout, estilo e ênfase de acordo com a pessoa que está procurando o emprego e tipo de emprego que está sendo procurado. Os praticantes podem adaptar o formato para atender os requisitos de cada situação (SHOOK, 2008, p.7)

Vale salientar que O PDCA, ferramenta de origem ocidental, tem a tendência de orientar para resultados de curto prazo. Após a resolução do problema, segue-se em frente. Já através do A3, ferramenta de origem oriental, o processo de conquista dos resultados é tão importante quanto a resolução do problema; busca-se sempre o aprendizado, evitando a recorrência do problema (RIBEIRO, 2012, p.36).

Costuma-se dizer que se a Toyota e uma empresa americana enfrentarem um mesmo problema, a americana vai gastar os três primeiros meses com planejamento, os três seguintes com implementação e os últimos seis meses com ajustes e correções de detalhes. Ao passo que na Toyota, gastariam se onze meses com planejamento e um mês com implementação (RIBEIRO, 2012 *apud* SOBEK; SMALLEY, 2010, p.36)

Completar e discutir o material em um A3 força os indivíduos a observar a realidade, apresentar fatos e propor contramedidas de trabalho. Além de manter o foco nas metas, propõe um diálogo constante para obtenção da concordância da equipe e também permite fazer um acompanhamento com um processo de verificação e ajuste em busca de resultados reais (SHOOK, 2008, p.10).

O A3 representa uma manifestação visual de um processo conceitual de resolução de problemas que envolve diálogo contínuo entre o responsável por um problema e outras pessoas em uma organização. Trata-se de um processo de gestão fundamental que possibilita e estimula o aprendizado por meio do método científico. (SHOOK, 2008, p.11)

Consolidado, portanto, em uma nova maneira de gerenciar atividades, o A3 proporciona geração de um grande aprendizado e esclarecimento da responsabilidade ao colocar o controle do processo nas mãos do autor-responsável.

2.3.1. Os Oito Elementos

Para melhor ilustrar a lógica do A3, pode-se compará-la ao desenvolvimento de uma história. O arquivo deve contar uma história de solução de problemas onde os dados dessa história devem ser trazidos à tona e apontar para uma forma de melhorar a situação atual.

Tanto seu formato quanto seus objetivos podem ser orientados pelo seguinte conjunto de perguntas (SHOOK, 2008, p.10):

- ✓ Qual é o problema/necessidade/assunto discutido?
- ✓ Quem é o responsável pelo problema?
- ✓ Quais são as causas raízes do problema?
- ✓ Quais são as contramedidas possíveis?
- ✓ Como você decidirá que contramedidas propor?
- ✓ Como você vai obter concordância de todos os envolvidos?
- ✓ Qual é o plano de implementação?
- ✓ Como você saberá que suas contramedidas funcionam?
- ✓ Que problemas de acompanhamento você pode prever?

- ✓ Que problemas podem ocorrer durante a implementação?
- ✓ Como você vai capturar e compartilhar o aprendizado?

Estas perguntas servem para orientar uma lógica de execução do A3, seguindo os elementos enumerados a seguir, que serão estudados nos próximos capítulos:

- 1) Título, Responsável e Data;
- 2) Contexto;
- 3) Condições Atuais;
- 4) Objetivos e Metas;
- 5) Análise;
- 6) Contramedidas;
- 7) Plano de Ação;
- 8) Acompanhamento/Resultados.

O lado esquerdo do papel (título, contexto, condições atuais, objetivos/metasp e análise), foca-se em desenvolver o autor como um solucionador de problemas. A orientação e questionamento centram-se em proporcionar um aprendizado voltado para a visualização e distinção entre problemas, causas raízes e soluções. Já a parte direita tem o foco em obter concordância visando garantir o alinhamento organizacional.

2.3.1.1. Título, Responsável e Data

O Título corresponde ao tema que definirá o assunto em questão. O primeiro passo para dar início ao A3 é buscar problemas e se responsabilizar por eles. Avaliar o problema certo e defini-lo com precisão é a chave de todo o processo. Começar com o tema certo nem sempre será possível, mas a pesquisa revelará o caminho até o tema correto (SHOOK, 2008, p.17).

Ao se responsabilizar pela autoria do A3, o autor se responsabiliza pelas ações subsequentes, assumindo suas consequências. A data também é um dado

importante que permite a avaliação do tempo de implantação e correções feitas ao longo do desenvolvimento do A3.

2.3.1.2. Contexto

A contextualização do tema abordado, consiste na explicação do porquê está se falando sobre ele. Deve-se refletir sobre o problema, sua importância e qual é a melhor abordagem para expô-lo. Esta é uma etapa de reflexão onde deve-se confirmar a existência do problema e colocá-lo em um contexto real, sucinto e lógico. (SHOOK, 2008, p.21).

O autor do A3 não deve se apressar. Tirar conclusões precipitadas podem acarretar em pesquisas ineficientes e superficiais. Para que a pressa não leve o autor a um julgamento precoce, o processo de reflexão deve ser árduo.

2.3.1.3. Condições Atuais

Antes de projetar um novo sistema é preciso esclarecer como se encontra a situação atual, qual é o sofrimento real da organização e quais são as lacunas no processo que impedem o alcance do que se pretende realizar. “Quanto mais você sabe sobre um problema, mais desafiador ele fica” (SHOOK, 2008, p.33).

Perguntas como: Quais são as dificuldades enfrentadas pelos *stakeholders* do processo e suas necessidades? Como os problemas afetam demais processos? Levam o autor a montar um cenário de identificação de qualquer desempenho que seja diferente do desejado.

Expor as condições atuais, levantadas através de gráficos, desenhos ou dados quantitativos, facilita a visualização e entendimento da situação. O conhecimento do processo como um todo é essencial nesta etapa e para isso faz-se

necessário ir ao *gemba*². Ir ao *gemba* pode gerar responsabilidade compartilhada e conhecimento (SHOOK, 2008, p.26).

Durante esta atividade deve-se conversar com os envolvidos na busca de informações de onde, quando e sob quais condições o problema ocorreu, além de confrontar o que deveria estar acontecendo e não está, ou o que está acontecendo e não deveria. (RIBEIRO, 2012, p.41)

Aqueles que conhecem o trabalho são as pessoas certas para participar da investigação. Dessa forma o responsável pelo A3 utiliza o processo de levantamento de fatos e envolvimento dos indivíduos para estabelecer a autoridade necessária para fazer com que o trabalho seja realizado e as decisões sejam tomadas.

2.3.1.4. Objetivos e Metas

Nesta parte do planejamento, pretende-se identificar um estado futuro, uma condição alvo. Antes de projetar um novo sistema é preciso esclarecer dois pontos cruciais: como está a situação atualmente – já visto anteriormente – e onde se pretende chegar.

É precisa muita atenção ao definir os objetivos para não os confundir com as contramedidas que serão propostas futuramente. As contramedidas são ações que viabilizarão a conquista das metas e objetivos. Ações e atividades não devem ser colocadas como objetivos, apenas o estado futuro desejado. Esta projeção de estado futuro pode ser feita em termos de custos, qualidade, entrega e satisfação das partes interessadas, desde que sejam metas atingíveis. (SHOOK, 2008, p.45)

² *Gemba* é uma palavra japonesa que significa “lugar real” e descreve o local onde acontece o trabalho de criação de valor. Descreve qualquer ambiente onde as pessoas estão gerando valor para os *stakeholders*. Pode ser qualquer lugar onde o trabalho aconteça.

2.3.1.5. Análise

Segundo Shook, (2008), quando ocorre um problema, se a identificação da causa raiz for ligeiramente incorreta, a contramedida proposta também será completamente fora de foco. Estabelecer as lacunas entre as metas estabelecidas e as condições observadas, discernir quais problemas e fatos estão efetivamente prejudicando a organização, são itens essenciais desta etapa de análise. Precisa-se identificar a causa raiz de cada um dos fatos identificados.

A ferramenta dos “Cinco Porquês” é utilizada nesta etapa repetida e detalhadamente, proporcionando um entendimento cada vez mais amplo de levar os problemas até o nível no qual eles precisam ser atacados (SHOOK, 2008 p.45).

A Figura 3 apresenta uma esquematização de como os problemas podem ser analisados:

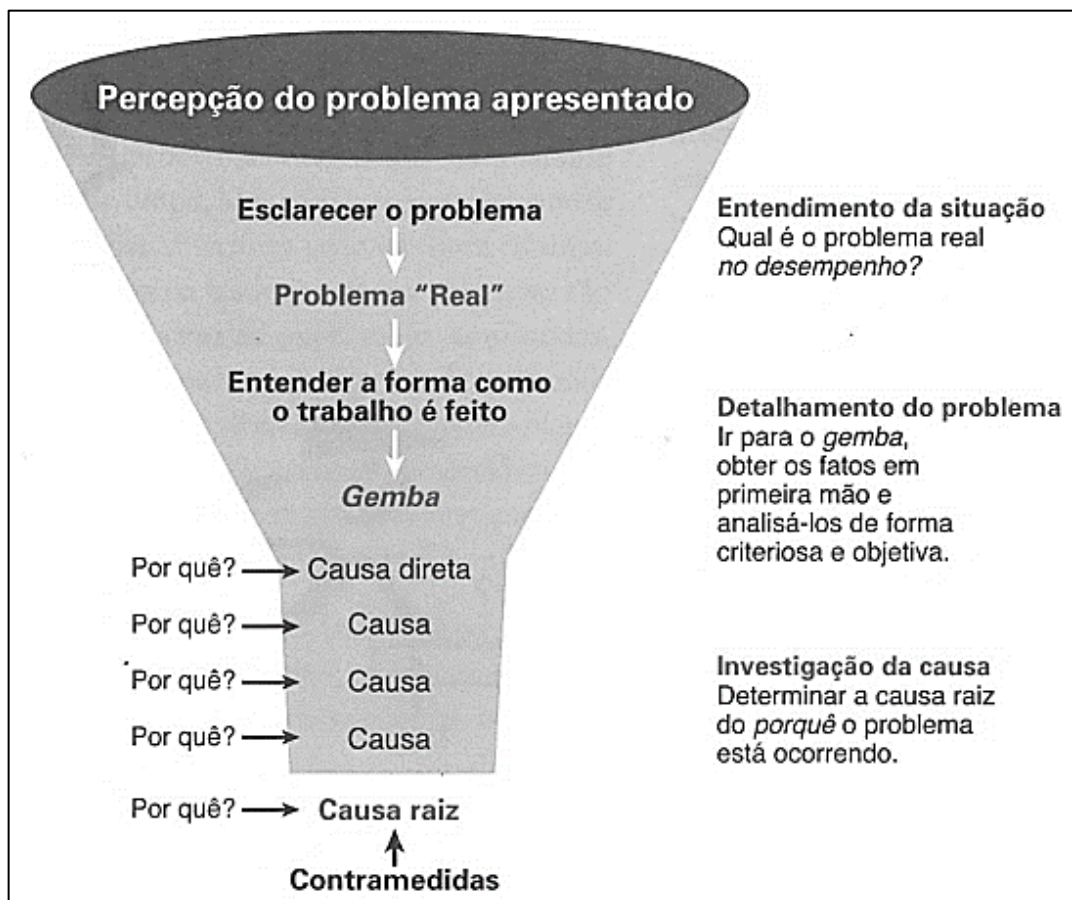


Figura 3 – Detalhamento do Problema
Fonte: SHOOK, 2008, p.41

Deve-se definir claramente o problema e não apenas identificar uma condição geral de complexidades. A realização dos cinco porquês proporciona uma discussão e definição da causa do problema, evitando a imediata reação de se saltar diretamente para soluções, mantendo as atividades focadas para fornecer tanto aprendizado quanto resultados. “Não tenha medo de admitir sua ignorância – ‘não sei’ é uma resposta muito adequada” (SHOOK, 2008, p.41).

A ferramenta permite também que se deixe a sequência do questionamento lógica, clara e explícita, proporcionando foco em questões importantes e discussões produtivas. Há momentos em que se chega à causa da raiz fazendo apenas duas perguntas e outras ocasiões em que é preciso mais tempo.

Por ocupar um grande espaço, Shook, (2008), propõe a realização da etapa de análise em um A3 intermediário, buscando proporcionar uma melhor visualização do contexto analisado. Para problemas mais complexos, aconselha-se a utilização de diversas ferramentas de solução de problemas aprendidas na Engenharia da Qualidade – gráfico de Pareto, Ishikawa, Fluxogramas, *Mind Maps*, entre outras.

Em suas reflexões Ohno, (1997), afirmava que um dos aspectos pessoais dos colaboradores posto em destaque durante o desenvolvimento do STP foi a resistência à mudança. Essa mesma resistência pode surgir nesta etapa de análise devido à investigação e questionamento constantes do porquê dos problemas no *gemba*.

Perguntar a alguém “como você sabe?” ou “por que está sendo feito dessa forma?”, não é um esforço para questionar o ponto de vista da pessoa, mas sim uma tentativa de discutir, entender e testar seu raciocínio, mantendo sempre o respeito pelos limites e individualidades do outro (SHOOK, 2008 p.73).

Respeitar neste contexto “não significa evitar opiniões conflitantes ou sentimentos hostis. Respeitar significa tratar os indivíduos como trabalhadores competentes que, com as ferramentas adequadas e o sistema correto, poderão demonstrar suas plenas capacitações. Se questioná-los com fatos, levando-os a explicar seu ponto de vista, e recusar-se a aceitar resultados limitados deixa seus colegas desanimados ou irritados, paciência. No final das contas, eles verão que essa abordagem representa uma maneira mais completa e duradoura de respeito que qualquer concessão de curto prazo. (SHOOK, 2008, p.73-74)

2.3.1.6. Contramedidas

Após levantar os problemas e isolar as causas raízes deve-se começar a análise das possíveis contramedidas a serem propostas. Ao analisar as contramedidas, examinar como o projeto do trabalho ou processo criou as variações ou motivo da lacuna é fator primordial. As contramedidas têm o objetivo de eliminar as causas raízes do problema e as lacunas. Para que isso ocorra de forma bem-sucedida, deve-se examinar os problemas de forma impessoal SHOOK, 2008, p.53-54).

Antes ainda de iniciar a proposição de contramedidas, deve-se ater às seguintes perguntas (SHOOK, 2008, p.57):

- ✓ O problema real foi identificado?
- ✓ É possível mostrar a lacuna entre a meta e a situação atual?
- ✓ O *gemba* foi investigado?
- ✓ Observou-se e conversou-se com as pessoas que executam o trabalho para dominar completamente a situação atual?
- ✓ Os verdadeiros objetivos do negócio foram esclarecidos?
- ✓ As informações corretas (isto é, mais significativas) para dar suporte à análise foram identificadas?
- ✓ As causas raízes dos principais componentes da lacuna foram isoladas?
- ✓ O material foi captado de forma mais clara e concisa, isto é, de uma forma que esclareça os problemas verdadeiros, identifique questões analíticas e sugira contramedidas diretas?

Quanto mais se conversa com os envolvidos mais se vê problemas subjacentes e interconectados e mais maneiras de melhorar partes do sistema podem ser encontradas. As opções devem ser viáveis e não simplesmente uma maneira de criar as melhores contramedidas. Devem envolver todas as pessoas adequadas e grupos interfuncionais no processo que definirá a base para a implementação (SHOOK, 2008, p.67).

Em vez de ficar preso a uma única opção de projeto e então passar por incontáveis protótipos e interações a partir desse ponto, desenvolvedores da Toyota consideram simultaneamente diversas possíveis soluções de projeto antes de tomar decisões importantes (SHOOK, 2008, p.75)

Deve-se vencer a barreira de resistência da equipe, pois em um sistema projetado para gerar contramedidas duradouras, solucionar problemas com palavras reconfortantes, mas sem nenhuma mudança significativa não durará mais do que qualquer solução rápida (SHOOK, 2008, p.76).

2.3.1.7. Plano de Ação

Após a etapa de elaboração de possíveis contramedidas há a definição do plano de ação. O grande passo a ser dado consiste em deixar de lado o papel de investigador e se tornar um defensor. Entre as diversas alternativas levantadas, deve-se decidir quais contramedidas serão escolhidas e defendidas (SHOOK, 2008, p.80).

Neste momento o autor do A3 sabe mais sobre o problema do que qualquer outra pessoa na empresa/equipe. O autor deve perceber que isso o torna o verdadeiro responsável pelo problema – com a obrigação de oferecer a melhor recomendação possível (SHOOK, 2008, p.82).

O autor agora deve colocar-se no lugar da empresa e da equipe, respondendo as seguintes perguntas:

- ✓ Qual será a proposta de ação?
- ✓ Foram exploradas todas as contramedidas alternativas razoáveis?
- ✓ Foram geradas alternativas viáveis com base em conversas produtivas com todos aqueles que realizam o trabalho? Com todos os *stakeholders*?
- ✓ É possível mostrar como as ações propostas abordam as causas raízes dos problemas de desempenho?
- ✓ É possível justificar por que as ações propostas são necessárias?
- ✓ Foi possível continuar indo para o *gemba* no levantamento de novas informações e contramedidas? (SHOOK, 2008, p.83)

Shook, (2008), afirma que algumas pessoas estarão mais envolvidas que outras em ações específicas, mas o principal objetivo é que todas tenham visto e discutido o plano, com uma participação clara na colocação das ideias no papel. As sugestões no A3 devem refletir as sugestões de todas as pessoas que efetivamente realizam o trabalho.

Deve-se enxergar o A3 como uma maneira aceita e comumente entendida de compartilhar e discutir informações importantes. Quanto mais ele for baseado em fatos e ideais de pessoas afetadas, associado a contramedidas claras, menor a probabilidade de alguém tentar minar o processo (SHOOK, 2008, p.70).

Ao escolher as contramedidas que farão parte do plano de ação, deve-se definir o *lead time*³, descrevê-la, avalia-la e esclarecer seu benefício. Não é necessário criar o plano perfeito, o intuito é aprender a utilizar o processo de planejamento para incluir todas as pessoas necessárias no que precisa acontecer. Cada plano, cada ferramenta, conjunto de ferramentas ou prática operacional, podem ser vistos como uma contramedida que está sujeita à mudança ou mesmo à eliminação conforme as condições mudam e evoluem no local de trabalho. Uma vez que uma contramedida está em vigor ela criará uma nova situação, com seu próprio conjunto de problemas que exigirão suas próprias contramedidas (SHOOK, 2008, p.91).

A metodologia do Processo A3 é um sistema dinâmico no qual os subprocessos estão bem definidos e a responsabilidade individual é clara e está alojada no nível “mais baixo” possível: onde o trabalho está ocorrendo. A vantagem deste sistema reside na criação de propostas sólidas, bem fundamentadas, ao invés da tomada de decisões individualistas.

Responsabilidade e autoridade, que geralmente se assume estarem atreladas, são reveladas como separadas e distintas. O acordo/consentimento emergirá do processo de inclusão, que por sua vez, gerará autoridade, ou seja, a autoridade será criada focada no problema para obtenção do consentimento de todas as partes envolvidas no mesmo (SHOOK, 2008, p.77).

³ *Lead time* é o tempo entre o início de uma atividade e o seu término ou ainda o tempo entre o momento do pedido do cliente até a chegada do produto no cliente.

Para que este sistema funcione da melhor forma possível, Shook, (2008), revela para esta etapa a utilização do 5W2H. Esta ferramenta, utilizada em busca da determinação exata de como o plano será implementado, baseia-se na utilização de perguntas e respostas que conduzem a um pensamento lógico, similar à ferramenta dos 5 porquês. Entretanto esta é uma ferramenta mais específica que propõe um mapa de atividades e não a investigação da causa raiz do problema.

Os conceitos da ferramenta estão representados no Quadro 1, a seguir:

5W2H	
WHAT (O quê?)	Objetivo, meta proposta
WHERE (Onde?)	Local, departamento
WHY (Por quê?)	Motivo, benefício
WHEN (Quando?)	Data, cronograma
WHO (Quem?)	Responsável, equipe
HOW (Como?)	Atividades, processo
HOW MUCH (Quanto?)	Custo ou quantidade

Quadro 1 – Conceitos da Ferramenta 5W2H

Fonte: Autoria Própria

Deve-se sempre tomar o cuidado com as decisões de metas e prazos finais, buscando sempre recomendações da equipe. Manter a prática de revisão imediata do plano, em resposta à cada recomendação produtiva, visitar sempre o *gemba* e estabelecer pessoas chave para serem responsáveis pelo resultado de cada atividade, são essenciais para o bom desempenho do plano de ação (SHOOK, 2008, p.91).

Nem sempre tudo o que foi planejado poderá ser executado. É essencial e desafiador continuar utilizando o pensamento A3 mesmo quando acontecem desvios em relação ao plano, pois este é acima de tudo um compromisso de atingir efetivamente um conjunto específico de metas em um prazo especificado (SHOOK, 2008, p.103).

Tendo estes conceitos em vista, observa-se que a tomada de decisão prematura priorizando propostas de soluções rápidas pode oferecer um grande risco ao deixar de lado fatos críticos a serem considerados. Adiar decisões até o momento

certo pode possibilitar à organização assegurar que as expectativas dos *stakeholders* sejam totalmente entendidas e atendidas.

2.3.1.8. Acompanhamento

Agora deve ser feita a seguinte pergunta: como planeja-se continuar avançando neste projeto? Como compartilhar o que a equipe aprendeu com tudo isso? Quem irá assegurar que o novo processo continuará a funcionar como pretendido?

Deve ser feito um processo de revisão gerencial para assegurar que tudo estará funcionando perfeitamente do ponto de vista de todos os envolvidos e em cada etapa do processo: primeiro os clientes, então os colaboradores e, finalmente, o responsável pelo A3 e aqueles que apoiam o processo. Assegurar que, a cada passo, as pessoas conheçam as etapas anteriores e as próximas etapas, além de receber continuamente e com rapidez as informações sobre prazos e a qualidade. Além disso, para avaliar o desempenho e o custo do processo como um todo, deve ser compilada uma análise contínua disponibilizada para os líderes de cada processo importante (SHOOK, 2008, p.93).

Agora também é o momento de discutir o que pode dar errado. “Se existem problemas que podem ser previstos, por que não tratar deles no plano logo de uma vez? ”. A discussão de pontos negativos pode ser encarada como uma forma de crescer como gerente e ajudar a equipe a se preparar. Iniciar um diálogo inquisitivo sobre o que pode dar errado – reforçando sempre a convicção de que o plano é bom e a equipe está fazendo progressos – ajuda a criar um novo conjunto de procedimentos de acompanhamento que aborda resultados positivos e negativos (SHOOK, 2008, p.94).

As pessoas podem reagir defensivamente, mas o trabalho do responsável é mostrar que perguntar o que pode dar errado é uma forma de apoio. Reconheceu-se que a abordagem do plano de ação mereceu ser implementada e agora deve-se redirecionar a lente para o futuro e não para o passado. Perguntas do tipo “e se...”, devem ser feitas em busca de prever erros, buscando assegurar o êxito do plano (SHOOK, 2008, p.95).

O bom desempenho desta etapa dependerá de reuniões e revisões. Para estabelecer pautas claras, buscando responder perguntas-chave, Shook, (2008, p.109), propõe as seguintes questões:

- ✓ Quão bem as pessoas se saíram em trabalhar em suas tarefas?
- ✓ O aprendizado está sendo compartilhado conforme o trabalho avança?
- ✓ Houve falha nas ações ou itens que o responsável pelo projeto precisará abordar da próxima vez?
- ✓ O trabalho está demonstrando ser mais fácil ou mais difícil? Alternativamente, há um desafio maior estabelecido?

Esse é o verdadeiro significado da expressão aprimoramento contínuo. Em vez de ser desestimulado pela natureza interminável dos problemas que irão surgir, deve se manter encorajado pela oportunidade e desafios inesgotáveis.

O PDCA funcionará como o motor por trás do A3. Ao testar as contramedidas propostas, será utilizado o ciclo PDCA como forma de determinar com exatidão como o plano está sendo implementado, os mecanismos existentes para monitoramento e como reagir ao que está (ou não) funcionando.

O objetivo final não é apenas solucionar o problema enfrentado – mas tornar no processo de resolução de problemas transparente e possível de ser ensinado, como forma de criar uma organização repleta de solucionadores de problemas (SHOOK, 2008, p. 109)

2.4. ÓLEO DIESEL

O óleo Diesel é um produto de característica fóssil, ou seja, não renovável, obtido a partir do refino do petróleo bruto. É utilizado em motores de combustão interna e ignição por compressão, denominados motores do ciclo Diesel, em homenagem a seu criador.

O principal objetivo do engenheiro alemão, Rudolf Diesel (1858-1913), consistia em projetar um motor com grande economia de combustível, proporcionando o alcance de uma alta eficiência energética. (*MARINE CORPS INST.*, 1984, p.9).

A principal diferença entre os motores Diesel e outros motores de combustão interna é o elemento de ignição. No motor Diesel, a ignição ocorre através do aumento de temperatura do ar comprimido a alta pressão, enquanto nos outros motores, a combustão ocorre através da provocação de uma faísca produzida pela vela de ignição no momento em que a compressão na câmara de combustão é máxima (*MARINE CORPS INST.*, 1984, p.15).

Estes motores podem ser classificados em quatro tipos básicos (PEREIRA, 2017, p.1):

- ✓ **Estacionários:** acionamento de geradores, máquinas de solda, bombas e outras máquinas que operam em rotação constante;
- ✓ **Industriais:** tratores, guindastes, compressores de ar, máquinas de mineração, máquinas agrícolas, veículos de operação *off-road*, acionamento de sistemas hidrostáticos e outras aplicações onde são exigidas características especiais do acionador;
- ✓ **Veiculares:** acionamento de veículos de transporte em geral, tais como caminhões e ônibus;
- ✓ **Marítimos:** propulsão de barcos e máquinas de uso naval.

O esquema de funcionamento de um motor Diesel, dito motor de quatro tempos, é esquematizado pela Figura 4, a seguir:

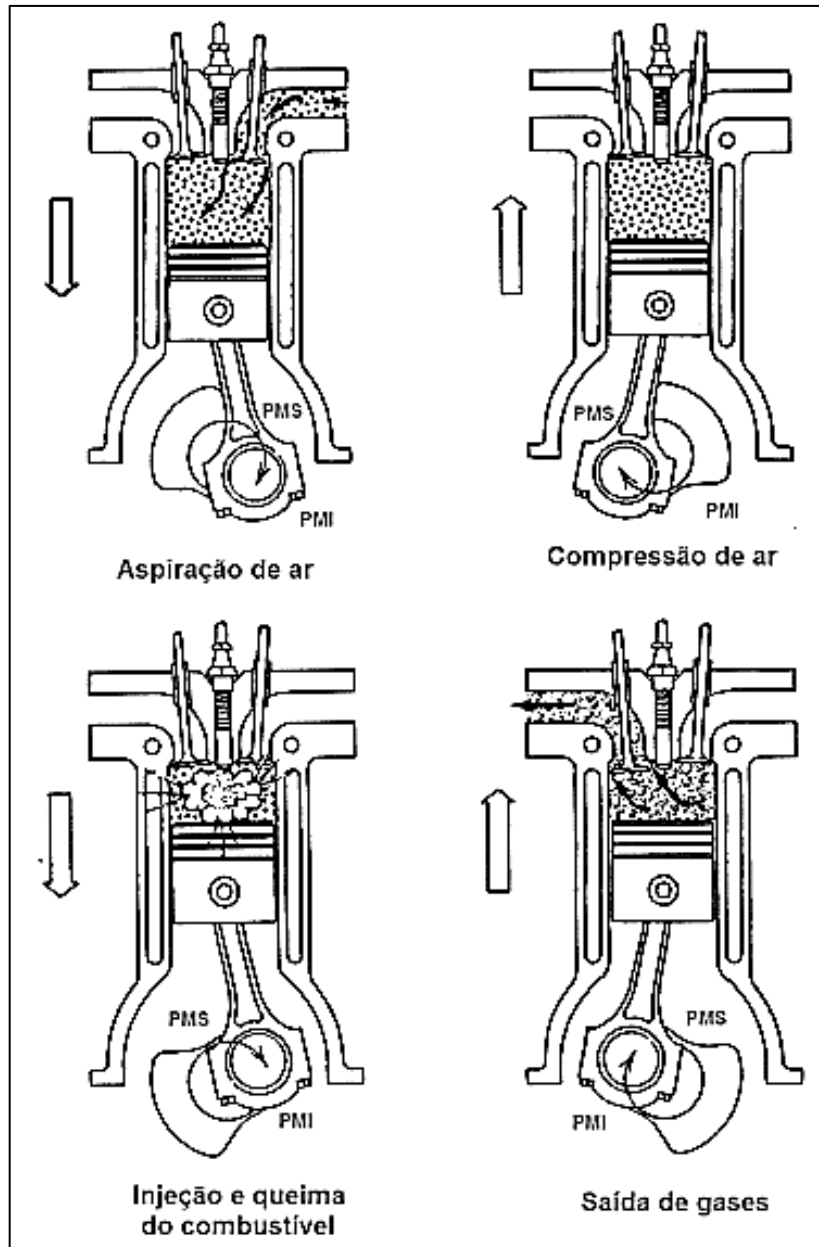


Figura 4 – Funcionamento de um motor Diesel de quatro tempos
Fonte: ALEME, 2011, p. 9.

Os primeiros protótipos do motor Diesel eram alimentados por óleos vegetais, petróleo filtrado e até mesmo óleos de peixe, entretanto, atualmente o combustível utilizado para alimentação deste tipo de motor é o óleo Diesel. (HAUCK, 2010, p.20)

Sabe-se que a principal etapa no processamento do petróleo bruto para a obtenção do óleo Diesel é a destilação, onde ocorre a separação do petróleo em GLP (gás liquefeito de petróleo), naftas, querosene de aviação, óleo Diesel, gasóleo pesado e resíduo de vácuo. Sua composição é dada basicamente por hidrocarbonetos

(composto orgânico que contém carbono e hidrogênio), enxofre, nitrogênio e oxigênio, sendo estes três em baixas concentrações (ALEME, 2011, p.2).

A Figura 5, abaixo, ilustra um esquema do processo de refino:

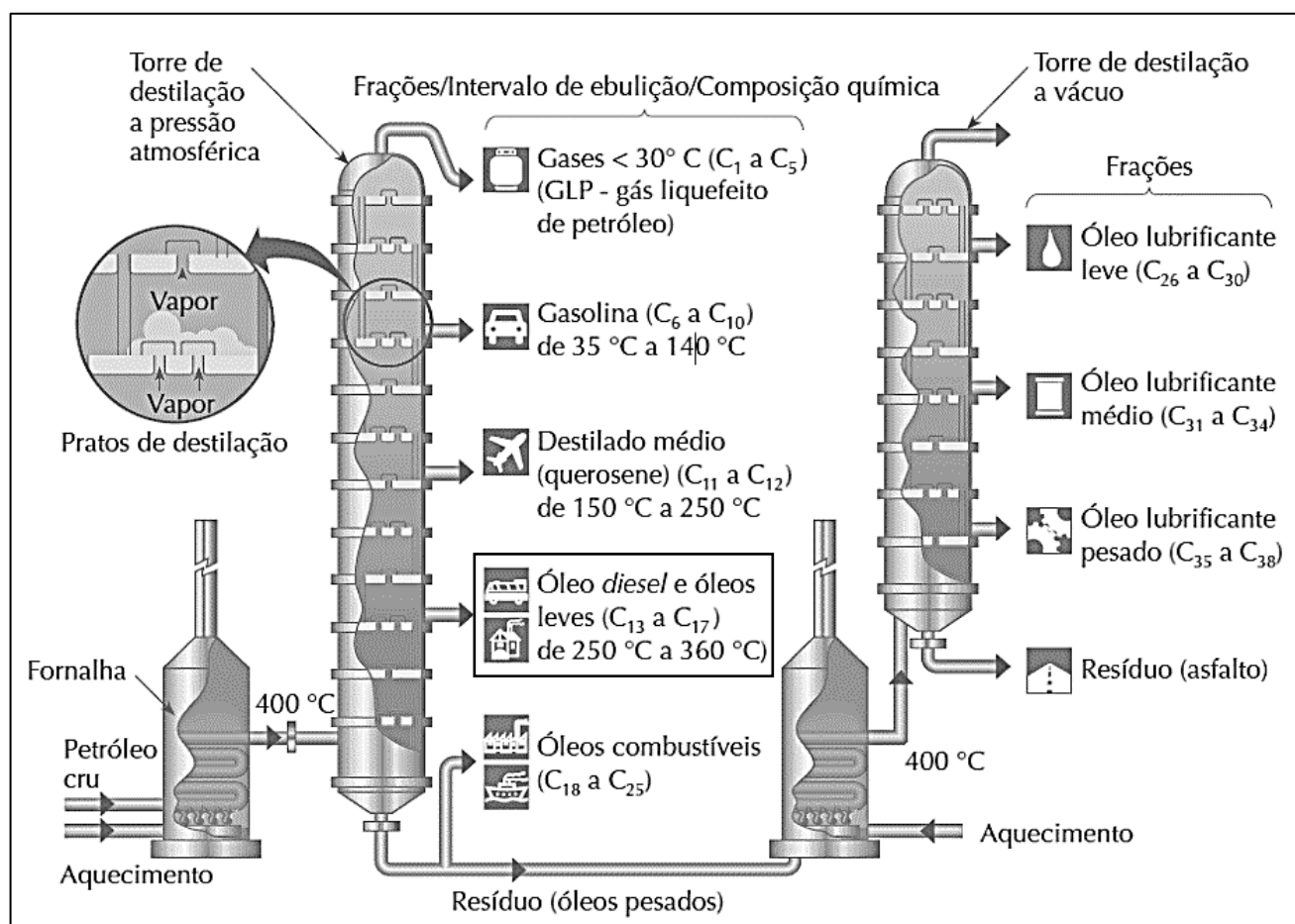


Figura 5 – Esquemática do processo de refino do petróleo
Fonte: <http://www.engquimicasantosp.com.br/2012/08/refino-do-petroleo.html>

O objetivo da alta eficiência energética proposta por Rudolf Diesel em seus motores é constantemente ameaçado pelas condições não adequadas dos fluidos envolvidos no funcionamento do motor, dentre eles o óleo Diesel, podendo sofrer alterações de acordo com o nível de contaminação ao qual está submetido.

Estas condições podem levar ao desgaste prematuro de componentes, além do acúmulo de resíduos ao longo de todo o motor. Os danos podem ser ainda maiores em vista das altas pressões nas quais o sistema opera. (SILVA, 2010, ed.46)

Por este motivo, a preocupação com a qualidade do óleo Diesel deve ocorrer desde o início do refino do petróleo. Além do cuidado com a proporção dos componentes do produto final, enquadrados em especificações previamente

definidas, buscando favorecer o bom desempenho do combustível, manter a emissão de poluentes em níveis aceitáveis e minimizar o desgaste precoce de componentes do motor, deve-se cuidar também da contaminação à qual o óleo Diesel pode ser submetido no processo de armazenamento e distribuição do mesmo (ALEME, 2011, p.6)

Atualmente, nota-se que “de todas as causas geradoras dos problemas com o motor, a mais menosprezada é a contaminação do óleo Diesel”, principal fator de comprometimento da qualidade do mesmo (SILVA, 2010, ed.46).

É natural buscar formas de reduzir a despesa com o óleo Diesel, visto que ele é um dos custos mais pesados de mecanização no setor sucroenergético. Entretanto, a melhor forma de evitar prejuízos é estar consciente dos possíveis problemas que o próprio pode gerar e agir de forma preventiva.

Como as medidas relacionadas aos crescentes aumentos do preço do combustível não sinalizam ter efeito a curto prazo, é fundamental atuar com medidas que envolvam o planejamento e o controle da qualidade e do consumo nas atividades que demandam quantidade elevada de combustível [...] (SILVEIRA; MACHADO; SOUZA; LEITE; SANTOS; FERNANDES, 2004, p. 100)

2.4.1. Características

No Brasil, a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), é responsável por elencar os atos normativos referentes às características e especificações do óleo Diesel. A principal delas é a Resolução ANP Nº 50/2013 que:

[...] estabelece as especificações do óleo Diesel de uso rodoviário, contidas no Regulamento Técnico ANP nº 4/2013, parte integrante desta Resolução, e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional (Resolução ANP Nº 50/2013).

Também, conforme o artigo 2º da Resolução Nº42/2009, os óleos Diesel de uso rodoviário classificam-se em:

- ✓ **Óleo Diesel A:** combustível produzido por processos de refino de petróleo e processamento de gás natural destinado a veículos dotados de motores do ciclo Diesel, de uso rodoviário, sem adição de biodiesel.
- ✓ **Óleo Diesel B:** combustível produzido por processos de refino de petróleo e processamento de gás natural destinado a veículos dotados de motores do ciclo Diesel, de uso rodoviário, com adição de biodiesel no teor estabelecido pela legislação vigente.

Assim como os motores são classificados de acordo com as funções a serem desempenhadas, são disponibilizados no mercado vários tipos de óleo Diesel, buscando atender às diversas aplicações e solicitações exigidas. No território nacional, a ANP estabelece:

- ✓ **Óleo Diesel (S10 e S500) de uso rodoviário:** veículos automotivos, máquinas agrícolas, máquinas de construção, máquinas industriais;
- ✓ **Óleo Diesel (S1800) de uso não rodoviário:** mineração a céu aberto, transporte ferroviário, geração de energia elétrica (outorgado pela ANEEL como produtor independente de energia ou serviço público);
- ✓ **Óleo Diesel marítimo DMA/DMB:** embarcações.

Feitas as devidas considerações e determinadas as resoluções regulamentadoras das características do óleo Diesel, o presente trabalho tem interesse em se aprofundar nas qualificações do óleo Diesel de uso rodoviário do tipo B S500, atual produto utilizado na USS.

A letra “B” caracteriza a mistura do óleo Diesel à uma porcentagem determinada de biodiesel, e a sigla “S500” representa o teor máximo de enxofre presente no produto. Em 2010 estabeleceu-se a obrigação da inclusão de 5% de biodiesel em todo óleo Diesel de uso rodoviário.

Com a criação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, em 2004, e a aprovação da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, o governo brasileiro introduziu o biodiesel na matriz energética nacional. Desde 1º de janeiro de 2010, todo o óleo Diesel veicular comercializado ao consumidor final contém 5% de biodiesel. Essa mistura é denominada óleo Diesel B [...] (Guia de Manuseio e Armazenamento de Óleo Diesel B, 2017, p.2).

Desde então, houve um significativo aumento da proporção de biodiesel ao óleo Diesel. Só em 2017 essa mistura passou de 7% para 8% e de acordo com a Resolução Nº 11 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), as composições deverão ser elevadas para 9% e 10%, respectivamente, a partir de 1º de março de 2018 e 1º de março de 2019 (Portal Brasil, 24 de março de 2017)

As características e especificações do óleo Diesel B S500 são determinadas segundo as resoluções supracitadas e também pela Resolução ANP Nº30/2016, buscando garantir a qualidade do mesmo, essencial para o bom desempenho do mesmo e dos componentes do motor. Algumas delas são notificadas na Tabela 1, logo a seguir:

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	BS500
Aspecto	-	Límpido e isento de impurezas
Cor	-	Vermelho (1)
Massa Específica (20°C) (2)	kg/m ³	817,8 a 875,5
Viscosidade a 40°C (3)	mm ² /s	-
Teor de Biodiesel, % vol.	% volume	8 (4)
Enxofre, máx.	mg/kg	500
Ponto de fulgor, °C, mín	°C	38
Teor de água, máx.	mg/kg	500
Água e sedimentos, máx.	% volume	0,05
Contaminação total, máx	mg/kg	-

Tabela 1 – Características Normativas do Óleo Diesel S500
Fonte: ANP RESOLUÇÃO ANP Nº 30/2016

Notas:

- (1) O corante vermelho deverá ser especificado conforme a Resolução ANP nº 50/2013, ou outra que venha substituí-la;
- (2) As normas NBR 14065 e ASTM D4052 devem ser utilizadas como referência.
- (3) As normas ASTM D445 e NBR 10441 devem ser utilizadas como referência.
- (4) Será admitida variação de ± 0,5% em volume para misturas de óleo Diesel com teor de biodiesel inferior a 20%.

2.4.2. Qualidade

As características supracitadas buscam qualificar alguns elementos essenciais para identificação da qualidade do óleo Diesel BS500. São eles:

- ✓ **Pureza:** indicador que consiste na medida do teor de impurezas (água e sedimentos), normalmente provenientes do transporte e armazenamento inadequados do combustível que podem prejudicar o funcionamento do motor;
- ✓ **Densidade:** relação entre massa e volume de óleo Diesel a temperatura de 20° C. A variação nesta relação tem influência na massa de combustível injetado, dificultando a obtenção de uma mistura de ar/combustível balanceada;
- ✓ **Viscosidade:** tem influência na lubrificação da bomba e bicos injetores. Valores baixos de viscosidade resultam em desgaste excessivo e vazamentos nestas partes do sistema de alimentação. Valores altos resultam em maior esforço da bomba injetora e atomização inadequada do combustível pelos bicos injetores;
- ✓ **Número de cetano:** medida da qualidade de combustão dos combustíveis. Fisicamente este número se relaciona diretamente com o retardo da ignição do motor de modo que, quanto menor o número de cetano maior será o retardo da ignição e, conseqüentemente, maior será a quantidade de combustível que permanecerá na câmara sem queimar no tempo certo (VARELLA; SANTOS, 2010, p.16).

Em vista das preocupações com estes indicadores de qualidade, houve uma intensificação com os cuidados relacionados ao óleo Diesel após a adição de biodiesel na sua formulação, pois a probabilidade de formação de bactérias teve um aumento significativo. (Manuseio e Armazenamento De Óleo Diesel B – Orientações e Procedimentos, 2016)

Observa-se, portanto, que a garantia das características normativamente definidas é crucial para manutenção da qualidade do próprio óleo Diesel e de componentes do motor.

Para operar com máximo desempenho, os equipamentos [...] precisam contar com óleos e fluidos hidráulicos limpos. Quando um sistema [...] é contaminado pelo ar, água ou sólidos em suspensão, sua performance começa a cair. (PARKER BRASIL, 2016)

2.4.3. Contaminação

Como visto anteriormente, a qualidade do óleo Diesel pode ser definida por vários indicadores. Um deles é o fator de pureza, representante da quantidade de água e sedimentos presentes no combustível, foco das análises de contaminação efetuadas no mesmo.

Buscando melhor avaliar esta contaminação, as normas ISO (*International Organization for Standardization*) 4406:1999/4407:2002 estabelecem os parâmetros de classificação da contaminação analisando tamanhos e quantidades de partículas por mililitro do fluido. *“This International Standard specifies methods for determining the level of particulate contamination in liquids used in hydraulic systems [...]”* (ISO 4407:2002)

Usualmente, utiliza-se esta norma para avaliação de sistemas hidráulicos. Entretanto é utilizada também para classificação do nível de contaminação de combustíveis, pois se a qualidade do combustível estiver comprometida em termos de pureza, ou seja, se houver presença de água e sedimentos, a chegada do mesmo contaminado até a máquina pode causar uma série de problemas, principalmente ao sistema de combustível do motor (.).

A Figura 6 ilustra os principais componentes de um sistema de combustível:

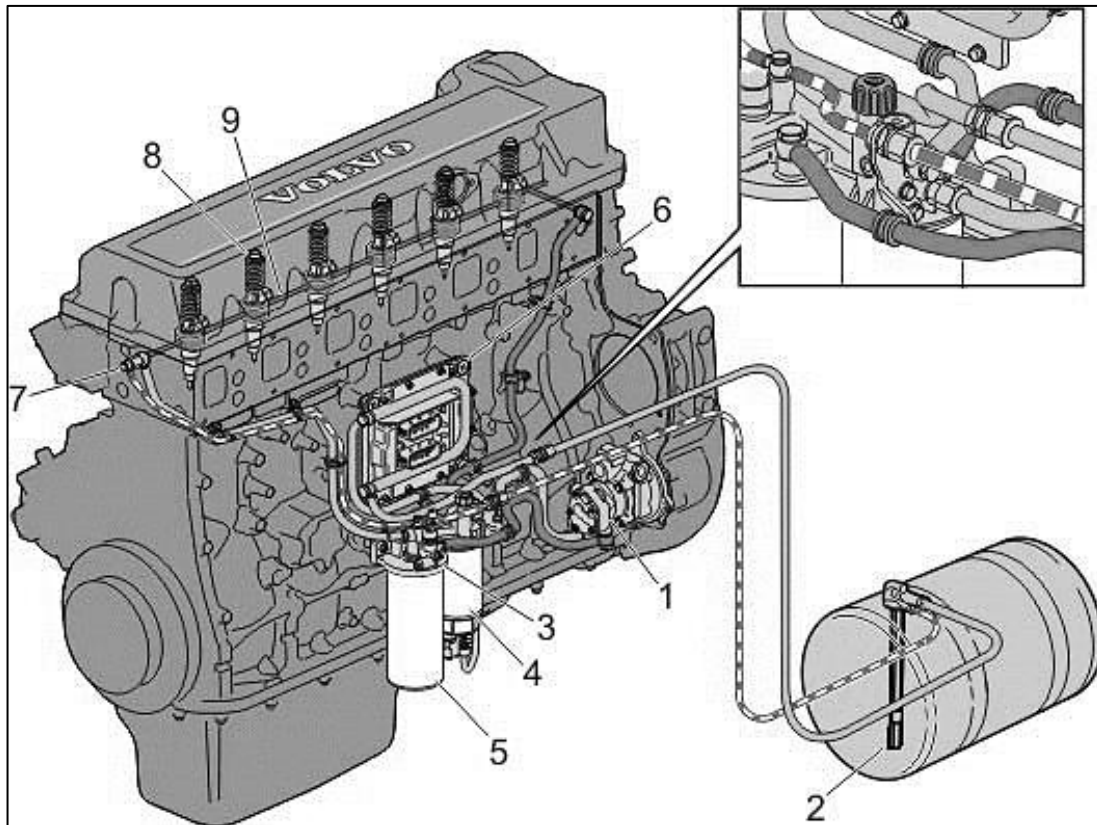


Figura 6 – Principais componentes do sistema de combustível

Fonte: <http://jotta-dieselnaveia.blogspot.com.br/2010/11/novo-volvo-com-motor-d13-sistema-de.html>

A numeração da Figura 6, representa:

- 1) Bomba de alimentação;
- 2) Filtro de tela, medidor do nível do tanque;
- 3) Alojamento do filtro de combustível;
- 4) Pré-filtro com separador de água;
- 5) Filtro combustível;
- 6) Circuito de arrefecimento da unidade de controle eletrônico do motor;
- 7) Válvula *bypass* com válvula de respiro embutida;
- 8) Unidade injetora;
- 9) Canal de combustível no cabeçote;

Diante do exposto e tendo em vista os modernos sistemas de injeção e unidades eletrônicas de injeção que operam a elevadas pressões com tolerâncias muito apertadas, os principais problemas causados não só nos elementos do sistema

de combustível do motor, como também em outros elementos do motor são destacados no Quadro 2, a seguir:

LOCAL	CONSEQUÊNCIA
TANQUE DE COMBUSTÍVEL	Danos nas paredes internas do tanque contribuindo para proliferação de bactérias, fungos e ferrugem
FLUXO DE COMBUSTÍVEL	Saturação precoce dos filtros, provocando excesso de contaminação no sistema, ocasionando fluxo ineficiente do combustível
BOMBA INJETORA	As partículas de contaminação podem provocar desgaste interno da bomba deixando-a desregulada, aumentando o consumo de combustível e ocasionando excesso de fumaça.
BICOS DE INJEÇÃO	O combustível que antes era pulverizado, passa a ser esguichado por causa do desgaste do bico. A máquina pode começar a falhar e perder desempenho.
DEMAIS COMPONENTES DO MOTOR	A fumaça gerada pela queima do Diesel contaminado provocará desgaste de válvulas de admissão, camisa do cilindro, anéis do pistão e pistão. Além disso, a queima do Diesel poluído contamina o óleo lubrificante em todo o cárter, prejudicando todos os componentes que são lubrificados, tais como: virabrequins, biela e tuchos. Com o desgaste dos anéis, pistões e cilindros, o óleo lubrificante irá em excesso para as partes superiores do motor e começará a ser carbonizado pelas altas temperaturas.

Quadro 2 – Principais problemas gerados pela contaminação do óleo Diesel

Fonte: <http://pocfiltros.com.br/blog-noticias/oleo-Diesel-contaminado-07-problemas/>

Observa-se aqui a importância deste procedimento de análise para poder haver o controle e qualificação da qualidade do óleo Diesel, buscando prevenir os problemas supracitados.

A análise de contaminação por contagem de partículas é feita por empresas especializadas ou equipamentos de alto investimento programados para este tipo solicitação. O processo consiste em uma contagem e quantificação de partículas que são classificadas entre os números zero a 24, e em tamanhos maiores ou iguais a 4µm, 6µm e 14µm (µm=micrômetros). O resultado é um código de 3 parcelas como este exemplo: ISO 21/20/17. A primeira parcela corresponde à menor

micragem (4 μ m), a segunda à intermediária (6 μ m) e a terceira à maior (14 μ m). (PARKER, 2011, p.4)

Para melhor entender esta classificação a Tabela 2, abaixo, especifica a quantidade de partículas aceitas em cada parcela do código gerado:

Código	Partículas	
	Mais de	Até/Inclusive
24	80000	160000
23	40000	80000
22	20000	40000
21	10000	20000
20	5000	10000
19	2500	5000
18	1300	2500
17	640	1300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2,5	5
8	1,3	2,5
7	0,64	1,3
6	0,32	0,64
5	0,16	0,32
4	0,08	0,16
3	0,04	0,08
2	0,02	0,04
1	0,01	0,02
0	0	0,01

Tabela 2 – Código ISO de contagem de partículas

Fonte: <https://pt.linkedin.com/pulse/interpretando-norma-iso-4406-1999-paulo-vitor-freitas>

O código citado acima, ISO 21/20/17, informa ao leitor que:

- ✓ Existem mais de 10000 até/inclusive 20000 partículas de tamanho igual a 4µm;
- ✓ Existem mais de 5000 até/inclusive 10000 partículas de tamanho igual a 6µm; e
- ✓ Existem mais de 640 até/inclusive 1300 partículas de tamanho igual a 14µm.

Vale ressaltar que esta análise de partículas não qualifica a partícula analisada, ou seja, não determina a composição de natureza química da mesma. Como medida de prevenção e prolongamento da vida útil dos componentes hidráulicos e do trem de força de seus equipamentos, grandes fabricantes de máquinas e veículos pesados como *Caterpillar®*, *John Deere*, *Case*, entre outras, especificam em seus manuais as classes máximas de contaminação permitidas (Filtros hidráulicos e de trens de força Cat®, 2006).

Utilizaremos no presente trabalho como referência o padrão Caterpillar® que estabelece os níveis ideais de limpeza para sistemas hidráulicos e trem de força de suas máquinas conforme a norma ISO18/15 ou menos, apresentados na Figura 7, logo abaixo:

Código ISO		Número de partículas/mL	
23	— Muito sujo —	40.000 - 80.000	
22		20.000 - 40.000	
21		10.000 - 20.000	
20		5.000 - 10.000	
19		2.500 - 5.000	
18	— Limpo (operacional) 18/15 —	1.300 - 2.500	Nível de 5 micros
17		640 - 1.300	
16	— Muito limpo (Óleo de abastecimento) 16/13 —	320 - 640	Nível de 5 micros
15		160 - 320	Nível de 15 micros
14		80 - 160	
13		40 - 80	Nível de 15 micros
12		20 - 40	
11		10 - 20	
10		5 - 10	
9		2 - 5	
8		1 - 2	

Figura 7 – Níveis ideais de limpeza para sistemas hidráulicos e de trem de força Caterpillar
Fonte: Filtros hidráulicos e de trens de força Cat®

Pode-se perceber que esta classificação está em termos de uma classificação ISO mais antiga que determinava apenas dois níveis de tamanho de

particulados. Atualmente, como citado a priori, esta classificação se dá em termos de três níveis (4 μ m, 6 μ m e 14 μ m). Portanto, o padrão que será utilizado no presente trabalho para classificação de qualidade do óleo Diesel será entre ISO 16/15/13 visto que este critério é considerado para óleo novo de abastecimento estabelecido como muito limpo (16/13), de acordo com a fabricante de máquinas de grande porte Caterpillar®.

3. METODOLOGIA

A metodologia de elaboração deste trabalho foi baseada em um estudo de caso montado sob a perspectiva da metodologia do Processo A3. Como dito anteriormente, o Processo A3 em si é não só uma ferramenta, como também uma metodologia de estudo e gerenciamento de projetos e atividades.

Estudo de caso, pois buscou-se investigar e compreender através de uma estratégia de pesquisa que se propôs a responder questões de “como” e “por que” avaliar a Qualidade do óleo Diesel, sob eventos reais de uma usina do setor sucroenergético (YIN, 2001, p.13).

Assim como propõe a estratégia de pesquisa do estudo de caso e também as oito etapas da metodologia do Processo A3 elucidadas na fundamentação teórica, a autora foi orientada a analisar profundamente cada questão referente a Qualidade do óleo Diesel e sua importância, proporcionando a qualquer indivíduo que tenha contato com texto e também à própria autora uma clara observação da realidade, apresentação de fatos e propostas de atividades relevantes, visando resultados reais para a USS.

O desenvolvimento se deu com base em atualizações constantes de informações a cada etapa executada, seguindo-se os princípios e práticas propostos pela metodologia do Processo A3 e pela lógica de planejamento do estudo de caso.

A viabilidade do estudo se deu devido a oportunidade de realização do programa de estágio obrigatório dentro da própria USS, proporcionando acesso aos dados e informações contidas no trabalho, ainda que limitados pela própria organização. Ressalta-se que a delimitação deste estudo ficou restrita apenas a seis das oito etapas propostas pela metodologia do processo A3:

- 1) Título, Responsável e Data;
- 2) Contexto;
- 3) Condições Atuais;
- 4) Objetivos e Metas;
- 5) Análise;
- 6) Contramedidas;

4. ESTUDO DE CASO

4.1. O SETOR SUCROENERGÉTICO

Durante o NovaCana *Ethanol Conference 2017*, renomes do setor sucroalcooleiro fizeram avaliações do universo financeiro das usinas. Claudio Perez Miori, afirmou que o cenário atual consiste em um gigantesco endividamento: “cerca de 50% das unidades em recuperação judicial tem um endividamento acima de R\$ 300/t.” (NovaCana, Universo financeiro das usinas: captação, financiamento e endividamento, 2017).

Os grandes grupos do setor seguem crescendo e investindo normalmente de acordo com Guilherme Pessini, entretanto, as empresas recém-chegadas no mercado encontram dificuldades para estabelecer-se. Willian Orzari, ainda afirma que hoje a grande maioria do setor opta por projetos de investimento com retorno rápido e projetos de competitividade (NovaCana, Universo financeiro das usinas: captação, financiamento e endividamento, 2017).

As últimas safras não apresentaram bons números para o setor sucroenergético. Para muitas usinas, de 2012/13 até 2014/15 os resultados foram nulos ou negativos, com custos de produção acima dos preços de venda. Adversidades climáticas, fatores cambiais, queda de qualidade da matéria-prima e problemas com a mecanização são alguns dos fatores que influenciaram diretamente no aumento dos custos nesse período. O cenário atual conta com uma melhora: os custos começam a diminuir e apontar para uma retomada do setor, ainda que alguns gastos importantes – como matéria-prima e arrendamentos – tenham subido, outros fatores fazem com que a margem finalmente volte a ser positiva. Mas ainda há ressalvas nesse sentido. (NovaCana, Empresas especializadas projetam safra 2018/19 e atualizam números para 2017/18, 2017)

Analisando a expansão do setor sucroenergético brasileiro, Guilherme Pessini ainda observa que se a expansão do setor vir a acontecer, esta ocorrerá através do modelo *brownfield* (NovaCana, Universo financeiro das usinas: captação, financiamento e endividamento, 2017)

Este termo é designado para referenciar terrenos previamente ocupados por estruturas permanentes, mais comumente utilizado na construção civil. Entretanto essa terminologia hoje também é adequada para designação de projetos. Portanto,

projetos *brownfield*, nada mais são do que projetos de empreendimentos executados sobre terrenos com estruturas já existentes, devendo estas ser demolidas ou renovadas. A utilização do termo em indústrias de diversos segmentos retrata que o projeto a ser desenvolvido ou atualizado se baseará em uma estrutura física ou processual já existente.

A realidade da USS onde será realizado o estudo de caso, consiste em um projeto *brownfield*. A antiga usina fora comprada pela organização de posse atual e passa por um processo de reforma física e organizacional, englobando todos os processos executados dentro da empresa.

Por exigir uma demanda de investimento recorrente, o setor sucroenergético exige de seus investidores a reflexão constante de dois pontos principais: custo de produção e liquidez. Manoel Pereira de Queiroz alerta: ter atenção, reduzir constantemente os custos de produção, aumentar e conservar constantemente a liquidez devem ser os principais focos das companhias, além é claro da produtividade agrícola (NovaCana, Universo financeiro das usinas: captação, financiamento e endividamento, 2017).

Não importa o tamanho da empresa: todas precisam ter um bom desempenho operacional, uma gestão de fluxo de caixa adequada e, claro, gerar lucros. Ainda que os efeitos de uma crise financeira não possam ser completamente evitados, uma companhia melhor preparada tende a levar um golpe 'acolchoado', enquanto uma que não esteja atenta a seus indicadores simplesmente não conseguirá evitar a força do impacto (NovaCana, Levantamento com 42 empresas mostra desempenho financeiro e operacional das usinas, 2017).

Com base nestes aspectos, duas das metas organizacionais da USS atualmente, focos de estudo do trabalho desenvolvido, é a redução dos custos e melhoria dos processos referentes à manutenção a automotiva. Durante o período de estágio foram identificados pelo líder junto à autora alguns pontos a serem trabalhados, especificados em seguida:

- 1) Avaliação da eficiência do sistema de filtragem off-line das colhedoras de muda;
- 2) Avaliação do aumento das trocas de óleo de motor (de 250hrs para 300hrs);
- 3) Controle de ressolagem de pneus e avaliação dos fornecedores;

- 4) Consumo de filtros (hidráulicos/combustível/ar);
- 5) Apoio aos planos de ação referentes à Qualimetria dos caminhões comboios e da rampa de lubrificação;
- 6) Qualidade do óleo Diesel;
- 7) Geração de resíduos contaminados.

Dentro destes sete aspectos a serem trabalhados durante o período de estágio, foi escolhido apenas um item para o estudo e desenvolvimento do presente trabalho: a Qualidade do óleo Diesel.

4.2. QUALIDADE DO ÓLEO DIESEL *versus* MANUTENÇÃO AUTOMOTIVA

Como explicado anteriormente, a qualidade do óleo Diesel é fator essencial para conquista das metas de consumo de combustível, bom desempenho dos equipamentos e contenção de custos com manutenção automotiva. Além do aumento no consumo do combustível e gastos excessivos com a manutenção dos equipamentos, a perda de produtividade por causa da indisponibilidade destes equipamentos é consequência direta da contaminação do óleo Diesel.

Todas as atividades referentes à manutenção automotiva são gerenciadas pelo setor de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) da USS. Neste setor é feita toda aquisição de dados referente ao controle de manutenções programadas ou emergenciais, movimentação de equipamentos, movimentação de pneus, movimentação de óleo Diesel, movimentação de óleos lubrificantes e graxas, movimentação de ferramentas, requisições internas de produtos e compras diretas, entre outras atividades que visam gerenciar as atividades do setor.

Como o objeto de estudo é a qualidade do óleo Diesel, primeiramente estabeleceu-se o fluxo do mesmo dentro e fora da USS na Figura 8, logo abaixo:

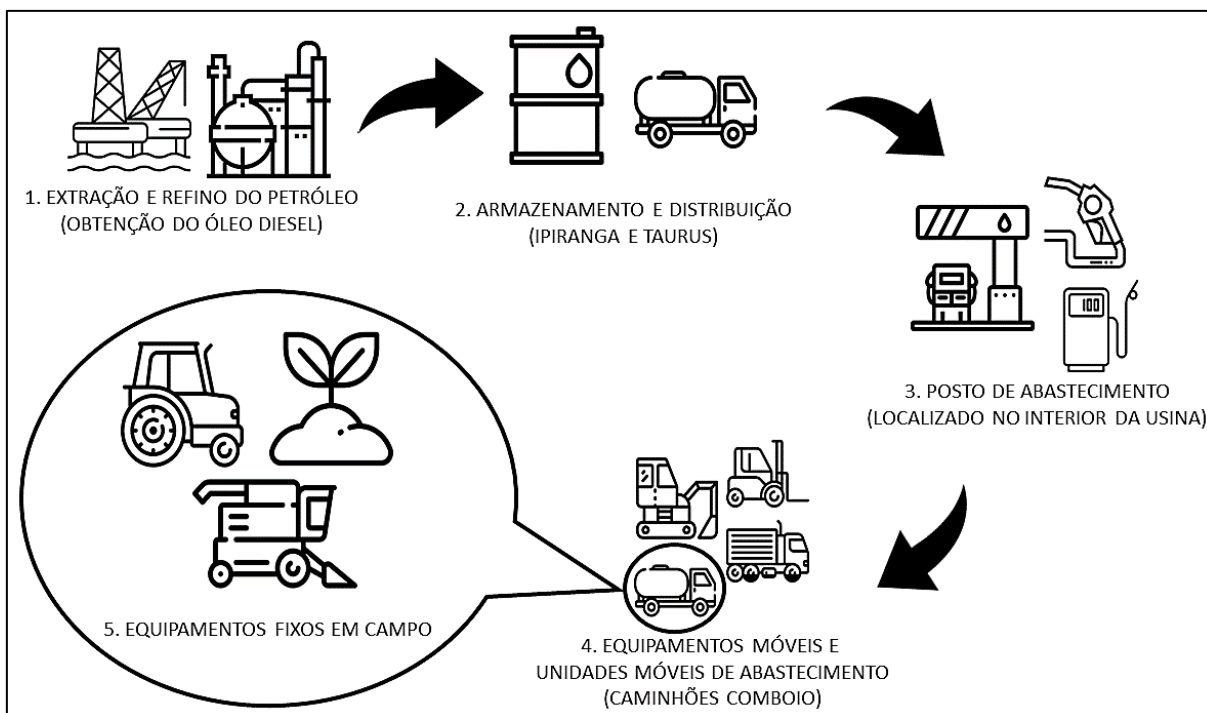


Figura 8 – Fluxo de Distribuição do Diesel na USS
Fonte: Autoria Própria

O óleo Diesel sai da refinaria e vai para as distribuidoras. Estas são responsáveis pela distribuição do produto e garantia da sua qualidade. Como citado na fundamentação teórica, a ANP estabelece critérios de contaminação de responsabilidade das distribuidoras que, no caso da USS, são: IPIRANGA e TAURUS. Quando o óleo Diesel chega na usina, no posto de abastecimento, o produto entregue deve estar dentro das conformidades estabelecidas pela ANP.

Ao ser descarregado, o óleo fica armazenado em tanques no Posto de Abastecimento. A partir do momento em que o combustível é descarregado, a qualidade do mesmo é de responsabilidade única e exclusiva da usina. Vale ressaltar aqui que não é realizado nenhum procedimento de avaliação do óleo Diesel antes do processo de descarregamento, ou seja, não há um dado de avaliação deste combustível na sua chegada.

Do Posto de Abastecimento o Diesel pode seguir dois caminhos: abastecimento direto de equipamentos móveis (equipamentos que se deslocam somente dentro da usina ou usina-campo) e as unidades de abastecimento móveis, que são os caminhões comboio, responsáveis pelo transporte de combustível, lubrificantes e graxa para realização da manutenção em campo. Por fim o diesel armazenado na unidade de abastecimento móvel chega até o equipamento em

campo. Nestes dois pontos também não há um dado de controle de qualidade estabelecido.

Nota-se que a cadeia de distribuição é grande, gerando um aumento na probabilidade de contaminação do mesmo durante estas etapas de distribuição e redistribuição, caso não haja controle adequado. A ANP estabelece um nível de contaminação muito abrangente para as distribuidoras, nível este que vai contra as necessidades estabelecidas pelos fabricantes dos equipamentos. Sendo assim, somente a qualidade estabelecida pela ANP não tem sido suficiente para garantir o bom desempenho e consumo de combustível dos equipamentos.

Como prova disso, foram recolhidos dados para justificação da avaliação da qualidade do óleo Diesel, dentro de um período estabelecido de análise: de 14 de agosto de 2017, à 14 de outubro de 2017, totalizando 62 dias, ou seja, 2 meses de avaliação. Os dados coletados foram separados em de três tópicos, são eles:

- ✓ Consumo de óleo Diesel;
- ✓ Requisições internas; e
- ✓ Peças aplicadas.

Estes fatores indicarão as condições atuais da USS.

4.2.1. Consumo de óleo Diesel

O primeiro fator indicativo das condições atuais da USS é o consumo de óleo Diesel que estabelece como está e como deveria estar sendo o consumo de combustível no período avaliado.

Foram avaliados todos os equipamentos da usina que utilizam o óleo Diesel como combustível, diferenciados apenas pelo indicador de consumo: km/L e L/h. Equipamentos de campo, como, por exemplo, as colhedoras, percorrem uma quilometragem pequena, entretanto têm um alto consumo em vista do trabalho solicitado. Por este motivo, equipamentos que geralmente ficam “fixos” em campo têm seu consumo estimado em litros por hora. Os demais equipamentos que percorrem grandes distâncias são avaliados em quilômetros por litro.

Sendo, assim, dentro dos dados fornecidos pela USS e posterior análise, obteve-se os dados mostrados na Tabela 3, a seguir:

CONSUMO	PADRÃO	MÉDIO PERÍODO
L/H	17,39	18,30
KM/L	2,10	1,80
CUSTO	PADRÃO	MÉDIO PERÍODO
R\$/H	42,61	44,84
R\$/KM	1,17	1,36
PREÇO DO DIESEL	PREJUÍZO/EQUIPAMENTO	
2,45	R\$/H	2,23
	R\$/KM	0,19
Nº EQUIPAMENTOS	PREJUÍZO	
86	R\$/H	192,20
77	R\$/KM	14,97
PREJUÍZO TOTAL POR DIA		
R\$/10H	R\$/100KM	TOTAL R\$
1.921,96	1.497,22	3.419,18
PREJUÍZO TOTAL PERÍODO		
R\$ 211.989,43		

Tabela 3 – Dados de consumo de óleo Diesel da USS
Fonte: Autoria Própria

Pode-se notar que ambas as avaliações de consumo estão acima das determinadas como padrão pela organização. A média do período revela que o consumo em L/h estimado para os equipamentos está 5% acima do previsto e em km/L este consumo está 14% abaixo do previsto.

Fazendo a análise de custo para um equipamento observa-se uma diferença equivalente a 5% e 17% a mais do valor programado para ambos os indicadores. Extrapolando este custo para todos os equipamentos, percebe-se um valor altamente significativo: 192,20 reais por hora e 14,97 reais por quilômetro. Ou seja, por dia, a cada hora trabalhada, todos os equipamentos avaliados em L/h e km/L geram um prejuízo de 192,20 reais e 14,97 reais, respectivamente.

É difícil estimar a quilometragem percorrida e a quantidade de horas trabalhadas exatas por dia por equipamento, entretanto, foi fornecida pela USS uma média de estimativa igual a 100km e 10 horas, medidas diárias de trabalho por equipamento de acordo com a sua avaliação de consumo (km/L ou L/h). Com estas médias calculou-se que a usina pode chegar a ter um prejuízo de aproximadamente

três mil e quinhentos reais por dia. Extrapolando para o período avaliado, esse prejuízo pode chegar a aproximadamente duzentos e doze mil reais.

4.2.2. Requisições Internas

O segundo fator de avaliação é relativo a quantidade itens requisitados internamente relacionados diretamente com a qualidade do óleo Diesel. Estas requisições são pedidos de compra interno feitos para itens que constam em estoque, pois para a retirada dos mesmos é necessário existir um pedido de compra e uma aprovação desta compra.

A Figura 9, representa um fluxo simplificado compra de produtos que ocorre na USS:

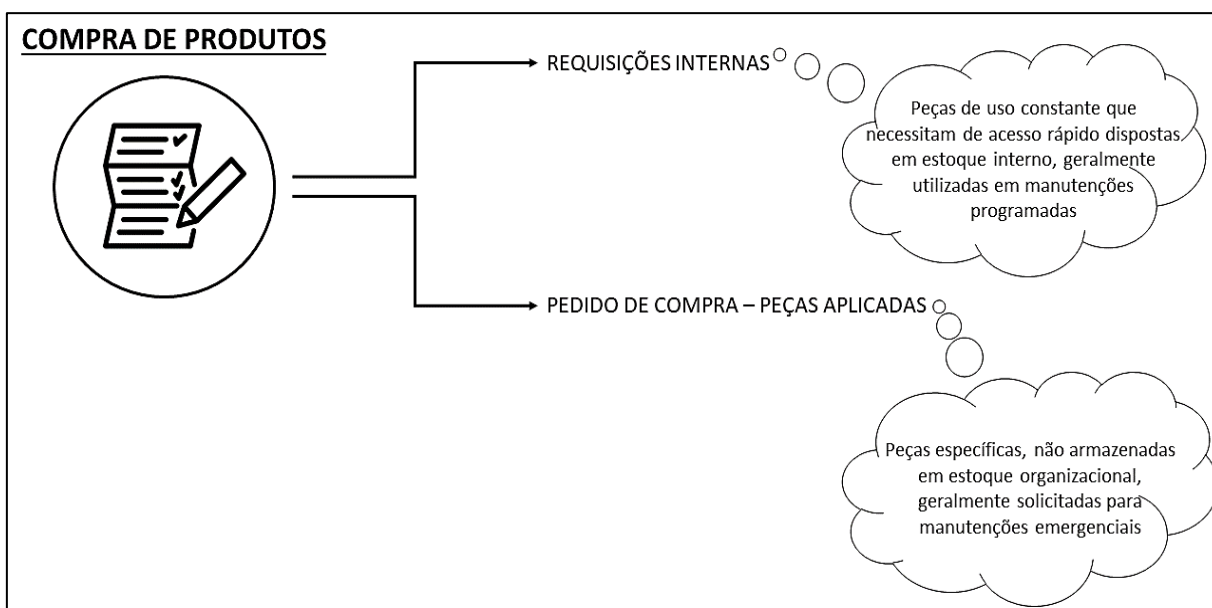


Figura 9 – Esquematização simplificada do processo de compra de produtos
Fonte: Autoria Própria

Em geral, os produtos destas requisições internas relacionados à qualidade do óleo Diesel são filtros de combustível, elementos filtrantes e conjuntos de filtro que são trocados durante a manutenção preventiva ou quando solicitados por motivo de saturação precoce (manutenção emergencial).

A descrição completa dos produtos cedida pela empresa constava com as datas de compra dos produtos e locais aplicados (equipamento no qual foi utilizado o produto). Em posse destes dados, foi possível estabelecer uma correlação com dados de custo de controle diários de requisições internas, durante o período solicitado. Após a análise de todos os dados, obteve-se o resultado exposto na Tabela 4, a seguir:

MÊS	REQUISIÇÕES INTERNAS
AGOSTO	R\$ 188.605
SETEMBRO	R\$ 413.187
OUTUBRO	R\$ 159.378
TOTAL GERAL	R\$ 761.170
TOTAL RID	R\$ 26.400

Tabela 4 – Custo total de produtos solicitados por requisições internas
Fonte: Autoria Própria

Onde RID corresponde ao total de requisições internas relacionadas ao óleo Diesel. Este valor representa 3,5% do gasto total com requisições internas, durante os dois meses de avaliação, correspondendo a aproximadamente vinte e sete mil reais e uma quantidade total de 347 itens a um custo médio de R\$ 83,55 reais.

4.2.3. Peças Aplicadas

Por fim, o terceiro fator avaliado foram as peças aplicadas relacionadas aos problemas gerados pela má qualidade do óleo Diesel. Foram avaliadas compras de peças para elementos do motor e do sistema de combustível, citados na fundamentação teórica (bicos injetores, bombas, válvulas, pistões, etc.).

É feita esta divisão entre requisições internas e peças aplicadas, pois como exemplificado na Figura 9, as peças aplicadas são itens que não constam em estoque. É preciso fazer uma solicitação de compra para obter tais peças e, geralmente, há um tempo de espera para que essas peças cheguem, ou seja, o equipamento fica parado enquanto não é feita a substituição da peça solicitada.

Os dados referentes ao montante de peças aplicadas no período de análise determinado foram cedidos pela empresa, junto às datas e locais de aplicação das peças. Na Tabela 5, abaixo, têm se os resultados resumidos da análise:

MÊS	PEÇAS APLICADAS
AGOSTO	R\$ 529.411
SETEMBRO	R\$ 249.207
OUTUBRO	R\$ 138.712
TOTAL GERAL	R\$ 917.330
TOTAL PAD	R\$ 88.098

Tabela 5 – Custo total de produtos solicitados por peças aplicadas
Fonte: Autoria Própria

Na Tabela 5, PAD corresponde ao total de peças aplicadas relacionadas ao óleo Diesel (bicos injetores, bombas, válvulas, pistões, anéis, etc.). Este valor representa 10% do gasto total com peças aplicadas, durante os 62 dias de avaliação, correspondendo a aproximadamente oitenta e oito mil reais, uma quantidade total de 221 itens a um custo médio de R\$ 908,23 reais.

O Gráfico 1, a seguir, faz uma correlação dos produtos solicitados, suas respectivas quantidades e valores:

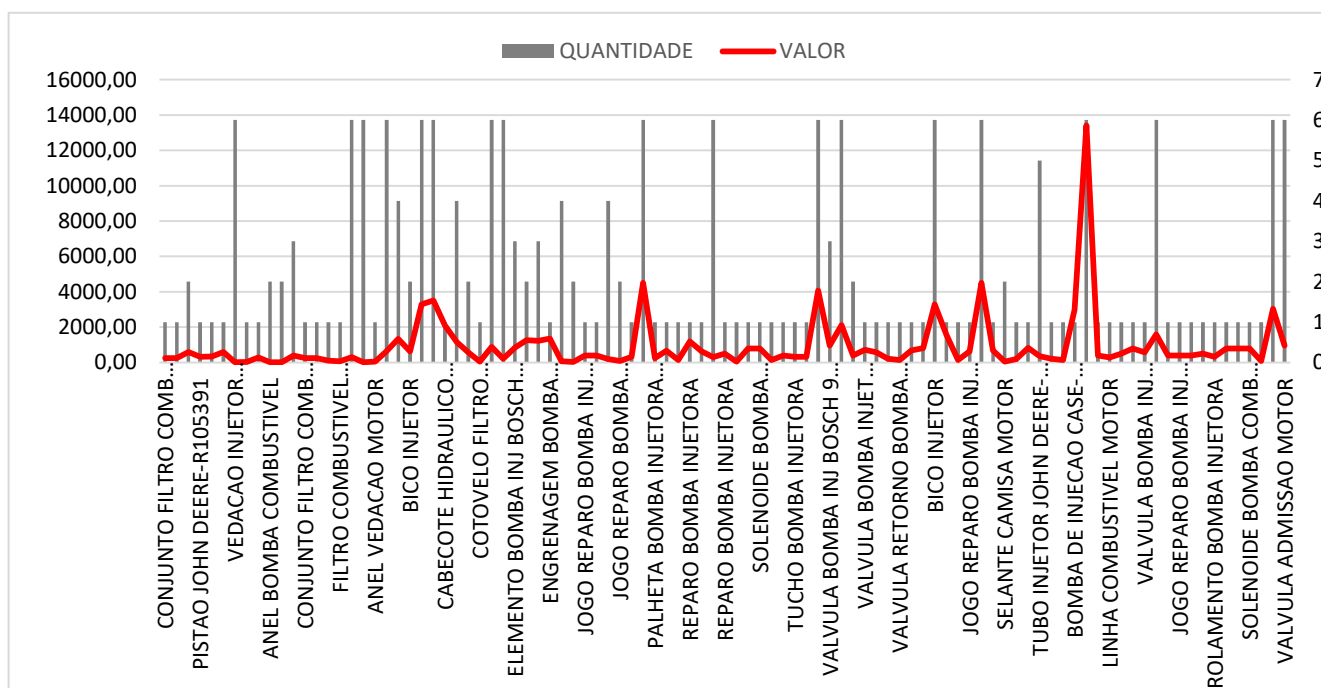


Gráfico 1 – Dados referentes às peças aplicadas
Fonte: Autoria Própria

Para melhorar identificar estas peças, foram filtrados os itens com os valores e quantidades mais relevantes, obtendo o Gráfico 2, apresentado logo a seguir:

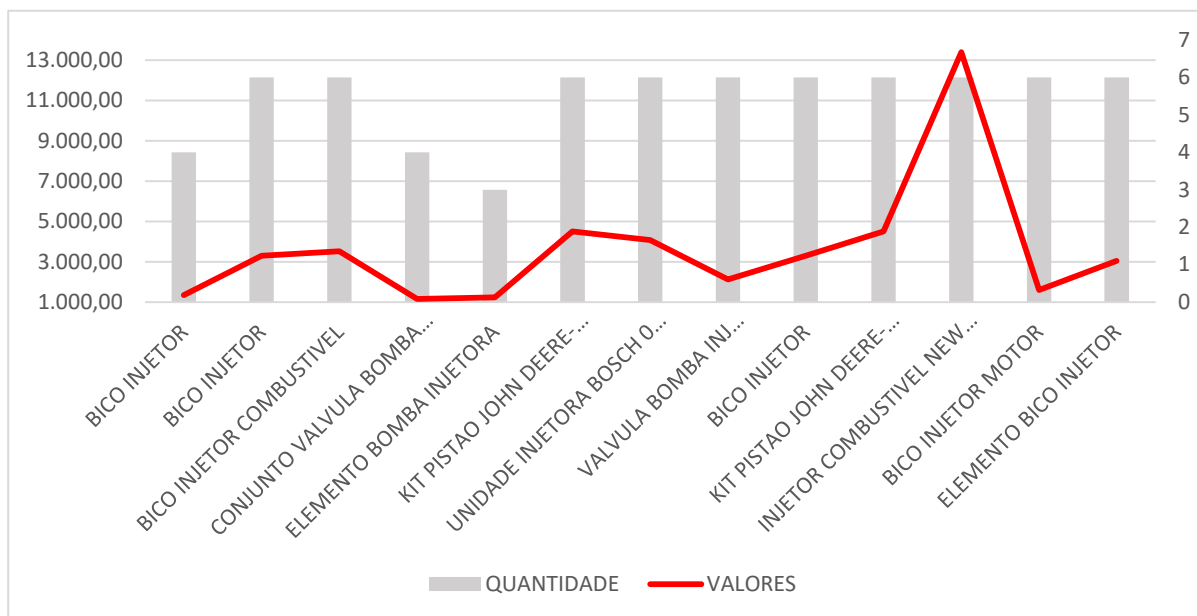


Gráfico 2 – Produtos mais relevantes de peças aplicadas

Fonte: Autoria Própria

Através deste gráfico fica clara a identificação das peças, seus valores e quantidades. Pode-se observar que os elementos da tabela consistem em: elementos de injeção (bicos e bombas injetoras), pistões e válvulas, sendo estes, portanto, os itens de maior importância dentro da análise das peças relacionadas à qualidade do Diesel.

Em comparação ao valor total de PAD e à quantidade total de peças, foram elaborados outros dois gráficos e uma tabela, representativos de quantidades e valores. A seguir, a Tabela 6 e 7, representam a quantidade e o valor dos itens constantes no Gráfico 2, junto às suas respectivas porcentagens no total de PAD:

PRODUTO	QUANTIDADE	PORCENTAGEM
DEMAIS PEÇAS	150	68%
ELEMENTOS DE INJEÇÃO	49	22%
PISTÕES	12	5%
VÁLVULAS	10	5%

Tabela 6 – Quantidades dos principais produtos de peças aplicadas

Fonte: Autoria Própria

PRODUTO	VALOR	PORCENTAGEM
DEMAIS PEÇAS	R\$ 40.992,58	47%
ELEMENTOS DE INJEÇÃO	R\$ 34.828	40%
PISTÕES	R\$ 9.000	10%
VÁLVULAS	R\$ 3.278	4%

Tabela 7 – Valores dos principais produtos de peças aplicadas
Fonte: Autoria Própria

Os gráficos 3 e 4, a seguir, representam respectivamente a indicação da quantidade de peças aplicadas e o custo envolvido nelas:

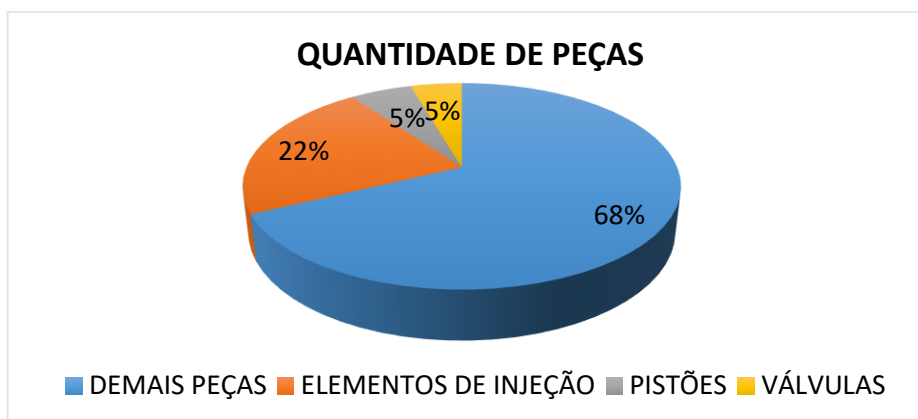


Gráfico 3 – Representação do percentual da quantidade de produtos de peças aplicadas
Fonte: Autoria Própria

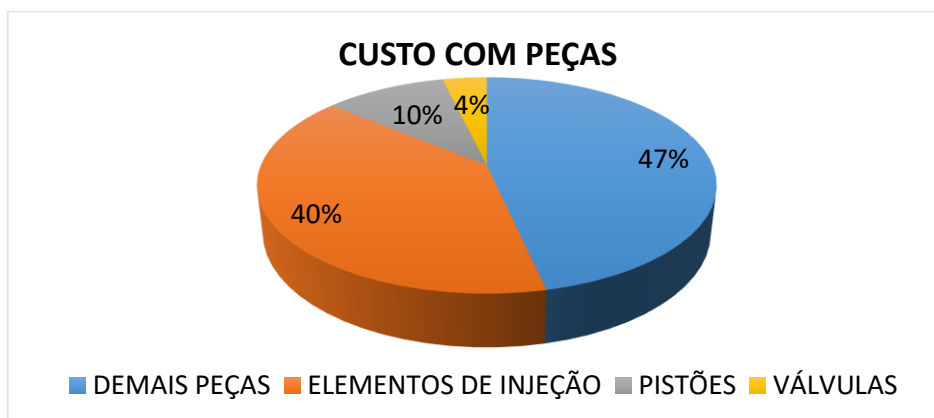


Gráfico 4 – Representação do percentual de custo com produtos de peças aplicadas
Fonte: Autoria Própria

Percebe-se assim, que no fator analisado de peças aplicadas referentes à qualidade do óleo Diesel, pode-se afirmar que os itens mais relevantes são os elementos de injeção (bombas e bicos injetores) que correspondem a 40% do custo total e 22% da quantidade total.

Estes elementos são diretamente influenciados pela qualidade do óleo Diesel e com os resultados obtidos acima, pode constatar-se que existe sim um problema acarretando em um alto consumo de produtos e que este problema pode ser a contaminação do óleo Diesel.

4.3. PRINCIPAIS DIFICULDADES

No período de investigação e aquisição de dados, a ida ao *gemba* proporcionou a identificação de várias dificuldades e lacunas no fluxo de distribuição do óleo Diesel. Dentre elas destacaram-se:

- ✓ Não existência de procedimentos de controle de qualidade na transferência de óleo Diesel do caminhão da distribuidora (Taurus ou Ipiranga) para o tanque do posto de abastecimento;
- ✓ Não existência de procedimentos rígidos de controle de qualidade no tanque do posto de abastecimento;
- ✓ Não existência de procedimentos rígidos de controle de qualidade nas unidades móveis de abastecimento;
- ✓ Não existência de manutenção preventiva no sistema de abastecimento das unidades móveis de abastecimento (tanque de combustível, filtros, gatilhos de abastecimento, válvulas de controle);
- ✓ Ambiente de manutenção e abastecimento exposto a um alto índice de contaminação (áreas abertas expostas a muita poeira e ventilação intensa);
- ✓ Descuidos operacionais (manuseio inadequado das ferramentas de abastecimento e manutenção);
- ✓ Elevado custo com consumo de óleo Diesel;
- ✓ Elevado custo com compra de produtos relacionados à qualidade do óleo Diesel (requisições internas e peças aplicadas).

Os dados levantados induzem a acreditar na existência de um índice de contaminação preocupante na qualidade do óleo Diesel devido aos altos custos com

consumo de combustível e compra de produtos. Entretanto, se esta contaminação existe, ainda não é possível afirmar por causa da ausência de dados referentes à qualidade.

4.4. OBJETIVOS E METAS

Apesar de ainda não ser possível classificar a contaminação, todo o fluxo de distribuição do óleo Diesel e os principais fatores causadores de lacunas foram analisados. Com esta análise pôde-se enxergar as falhas e principais dificuldades encontradas no sistema, para assim estabelecerem-se objetivos e metas alinhados às necessidades organizacionais. São eles:

- ✓ Garantir e estabelecer uma métrica de qualidade para o óleo Diesel;
- ✓ Atender às exigências dos fabricantes de equipamentos movidos a Diesel;
- ✓ Estabelecer procedimentos padronizados de controle de qualidade em todo o fluxo de distribuição do óleo Diesel;
- ✓ Estabelecer procedimentos padronizados e adequados para abastecimento e manutenção do sistema de combustível dos equipamentos;
- ✓ Diminuir os custos com compra de produtos (peças aplicadas e requisições internas);
- ✓ Diminuir o custo com consumo do óleo Diesel.

4.5. ANÁLISE E RESULTADOS

Como afirmar que o alto consumo e os altos custos com compra de produtos são consequências da má qualidade do óleo Diesel? Até o momento é

possível afirmar que a frequência de abastecimento bem como a quantidade de compra de itens não está adequada, considerando que o sistema de uma máquina opera como um sistema fechado e controlado. Entretanto, para afirmar que estas consequências são causas diretas da má qualidade do óleo Diesel é preciso identificar esta qualidade.

Como dito anteriormente, não existem dados que possam classificar essa qualidade, pois não existem padrões de controle da mesma. Posto isto, foram coletadas amostras de óleo Diesel nos pontos de distribuição 3 e 4, correspondentes ao posto de abastecimento e à unidade móvel de abastecimento (caminhões comboio), respectivamente, ressaltadas pelos círculos vermelhos da Figura 10, abaixo.

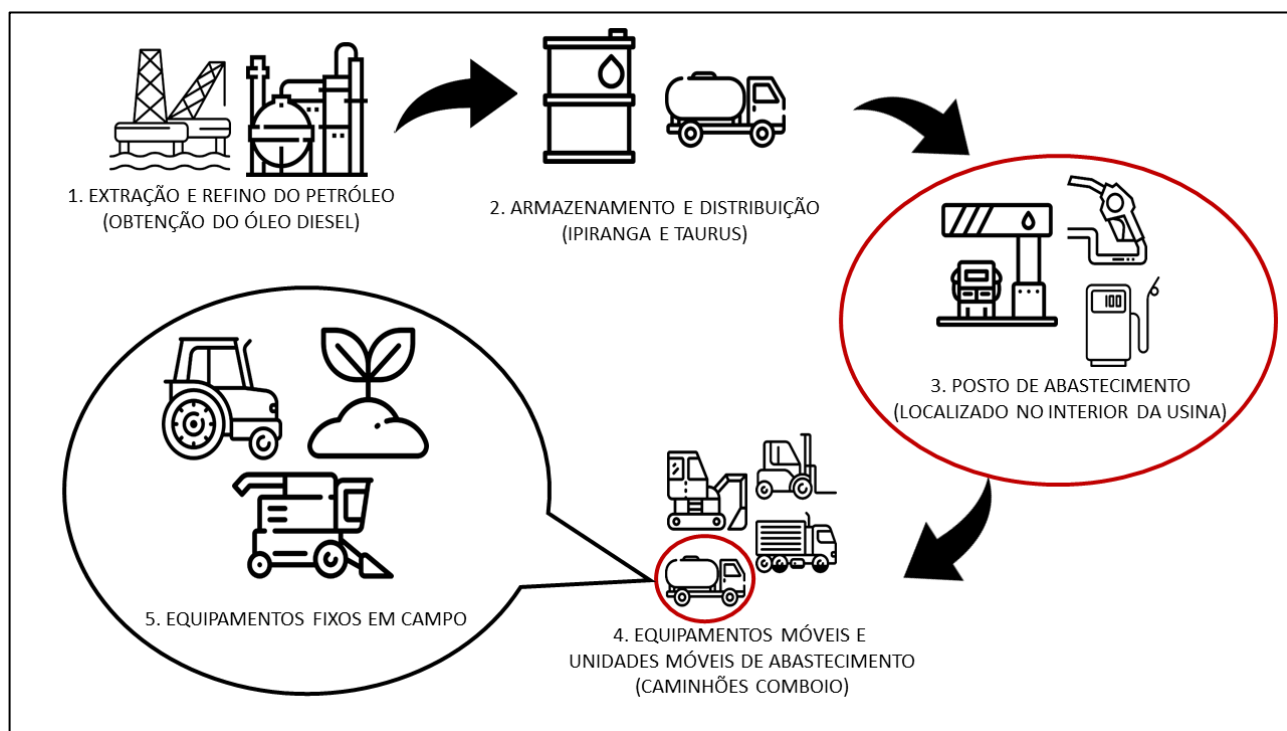


Figura 10 – Pontos de coleta de amostras no fluxo de distribuição
Fonte: Autoria Própria

As coletas foram enviadas para análise em uma empresa especializada, determinada pela própria USS.

No primeiro ponto, posto de abastecimento, foram coletadas 5 amostras, representadas pelos gráficos 5, 6, 7, 8, a seguir. Cada gráfico representa um tamanho de particulado, junto ao seu correspondente número de partículas. A curva em preto refere-se à quantidade de particulados presentes na amostra coletada e a linha em

vermelho corresponde ao padrão adotado, ISO 16/15/13 e uma porcentagem de água de 200ppm.

No que se refere à quantidade de água, tanto as Resoluções da ANP quanto as normas ISO, não estabelecem níveis claros permissíveis. A Tabela 1 p.46, mostrada a priori, é passível de confusão, pois a mesma, referenciada em norma da ANP, estabelece dois parâmetros para análise da água. Em vista desta dificuldade e da ausência de literaturas mais aprofundadas sobre o tema, estabeleceu-se que o teor de água considerado será de 200ppm em razão do limite estabelecido para o óleo Diesel S10, em Resolução da ANP.

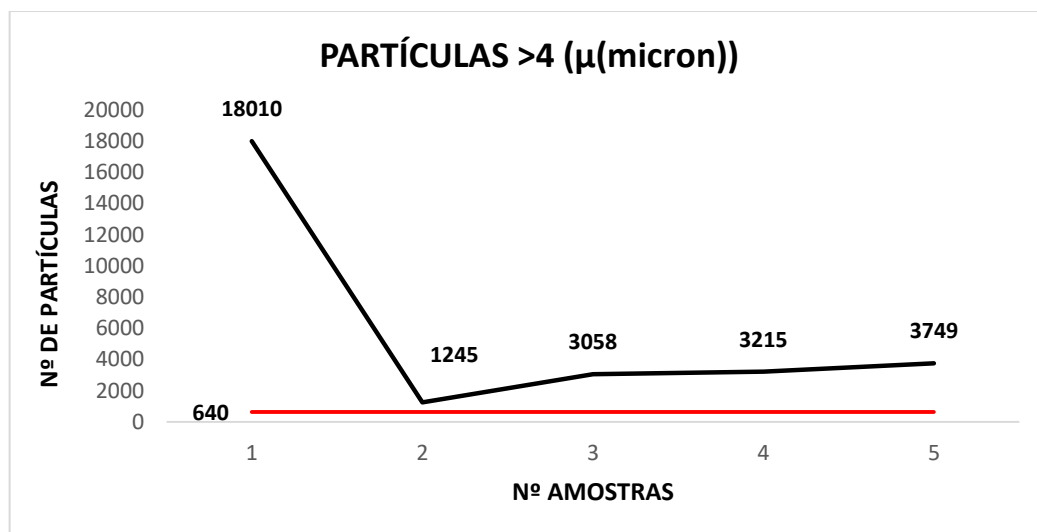


Gráfico 5 – Quantidade de partículas maiores ou iguais a 4 µm, posto de abastecimento
Fonte: Autoria Própria

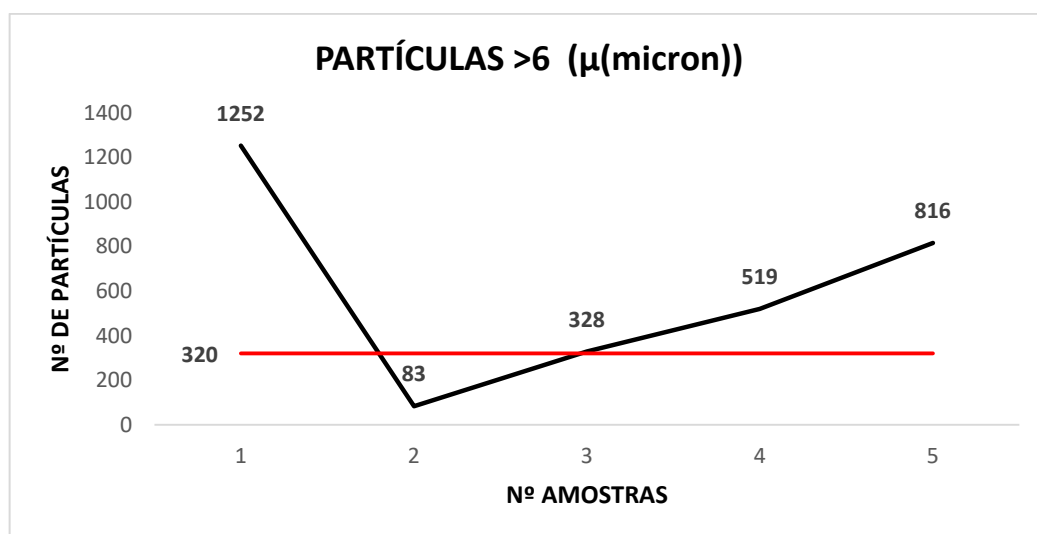


Gráfico 6 – Quantidade de partículas maiores ou iguais a 6 µm, posto de abastecimento
Fonte: Autoria Própria

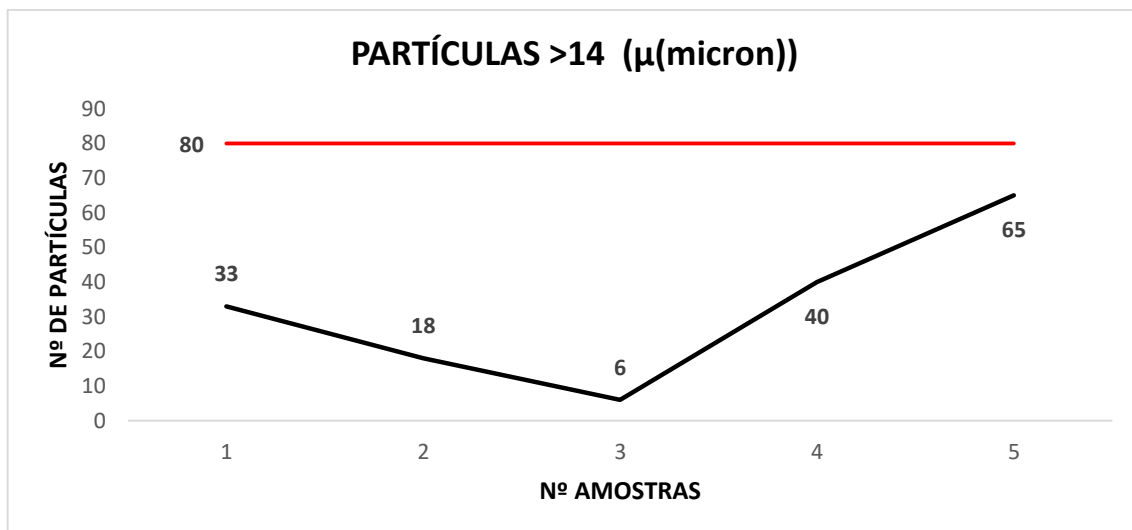


Gráfico 7 – Quantidade de partículas maiores ou iguais a 14 µm, posto de abastecimento
Fonte: Autoria Própria

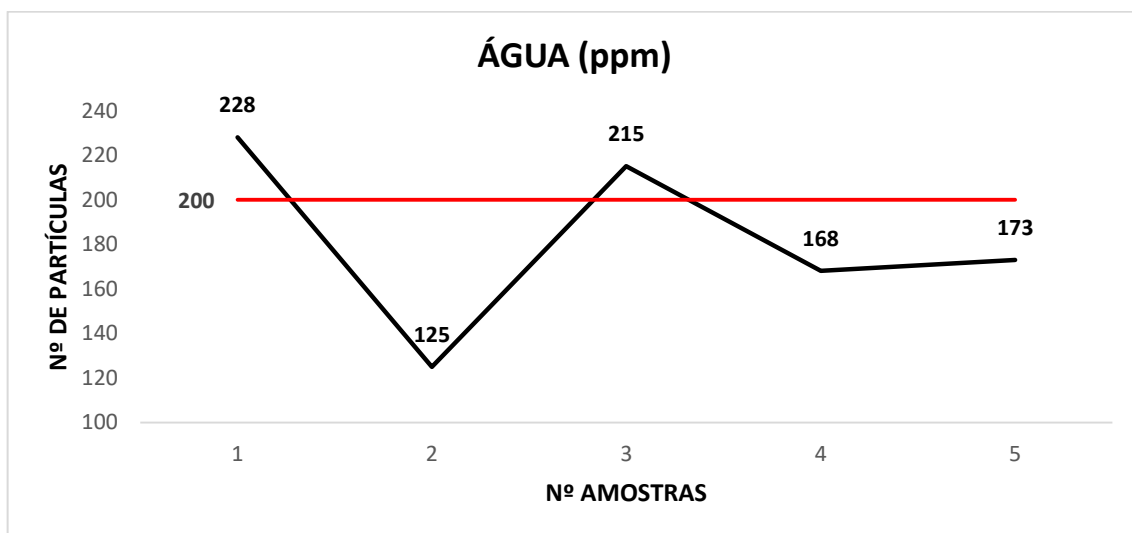


Gráfico 8 – Quantidade de água maior ou igual a 200ppm, posto de abastecimento
Fonte: Autoria Própria

Para melhor observar, entender e eliminar dados discrepantes das análises, foram estimadas as médias das amostras, expostas no Gráfico 9, a seguir:

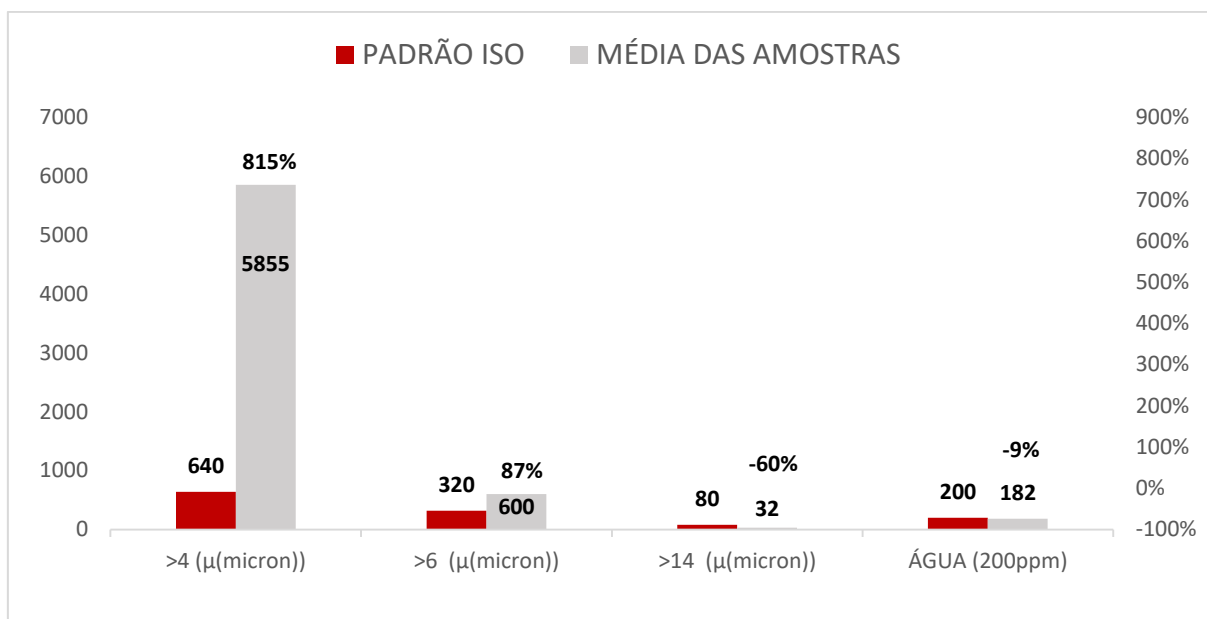


Gráfico 9 – Média das amostras do posto de abastecimento

Fonte: Autoria Própria

Nota-se através da análise dos gráficos anteriores e, principalmente, do Gráfico 9, acima, que as condições das amostras no posto de abastecimento, não atendem completamente ao parâmetro imposto. O número de particulados maior e a quantidade de água presente nas amostras estão abaixo do indicado. Em contrapartida os números de particulados médios e menores estão muito acima dos adotados como parâmetro.

Na segunda etapa de análises, foram recebidos dados de 4 amostras de cada caminhão comboio (unidades móveis de abastecimento), coletadas no período de 14 de agosto até 14 de outubro. As amostras foram coletadas em uma frequência aproximada de 15 em 15 dias.

Também, para melhor análise dos dados, os resultados foram aproximados por uma média, buscando suprimir dados discrepantes (valores muito acima ou muito abaixo do padrão). A Tabela 8, a seguir, apresenta as médias das amostras de Diesel de cada equipamento das unidades móveis de abastecimento (comboios), a quantidade de particulados com seus respectivos tamanhos, quantidade de água e também a porcentagem de biodiesel presente:

AMOSTRAS DE DIESEL						
DADOS DA AMOSTRA		CONTAMINAÇÃO				CONDIÇÕES DO ÓLEO
EQUIPAMENTO	ISO	>4µm	>6µm	>14µm	ÁGUA (ppm)	% DE BIODIESEL
11070004	20/17/14	8699	1249	85	235	7,6
11070006	21/19/14	19661	4456	113	665	7,6
11070038	19/17/14	4927	744	56	231	7,6
21070201	19/16/13	2991	565	46	174	7,6
21070202	19/16/14	3110	460	89	193	7,6
21070204	20/19/13	8710	1404	52	222	7,6

Tabela 8 – Dados das médias de amostras de Diesel das unidades móveis de abastecimento
Fonte: Autoria Própria

Foram projetados também gráficos mais explicativos para visualização dos padrões, quantidades de particulados e porcentagens que podem estar acima do padrão adotado. Repetindo o padrão dos gráficos referentes ao posto de abastecimento, nos gráficos a seguir

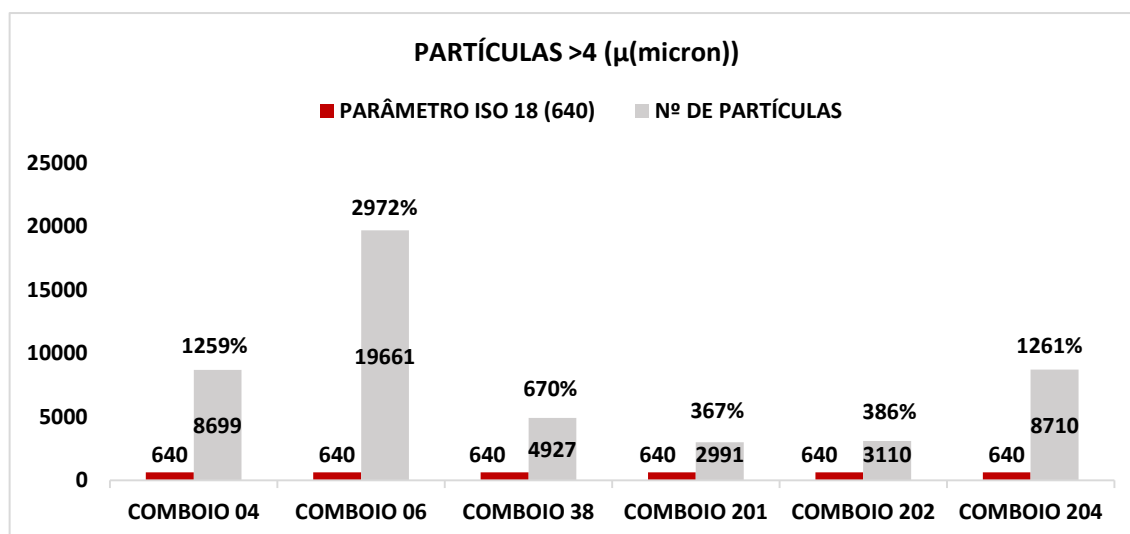


Gráfico 10 – Quantidade de partículas maiores ou iguais a 4 µm, comboios
Fonte: Autoria Própria

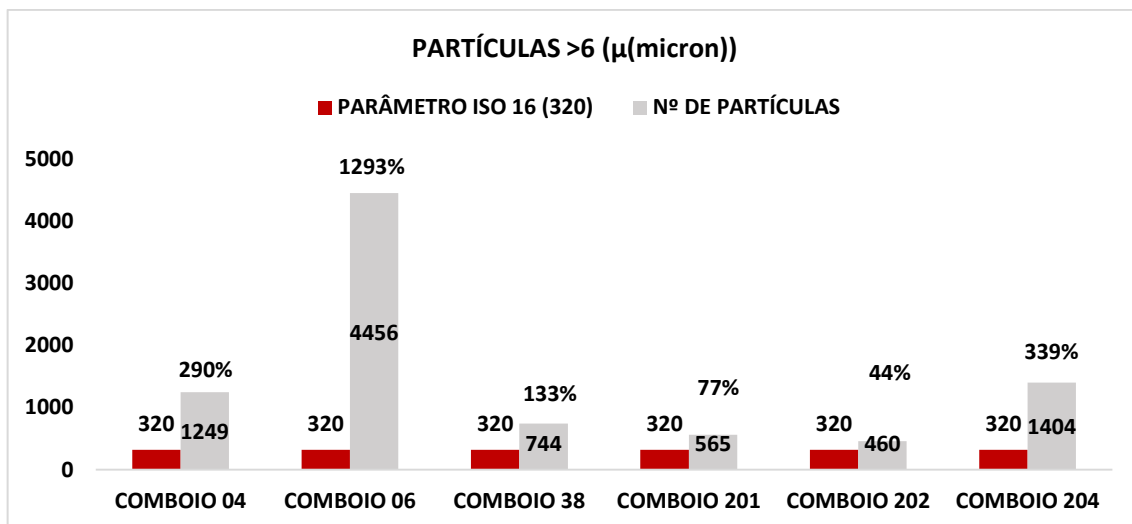


Gráfico 11 – Quantidade de partículas maiores ou iguais a 6μm, comboios
Fonte: Autoria Própria

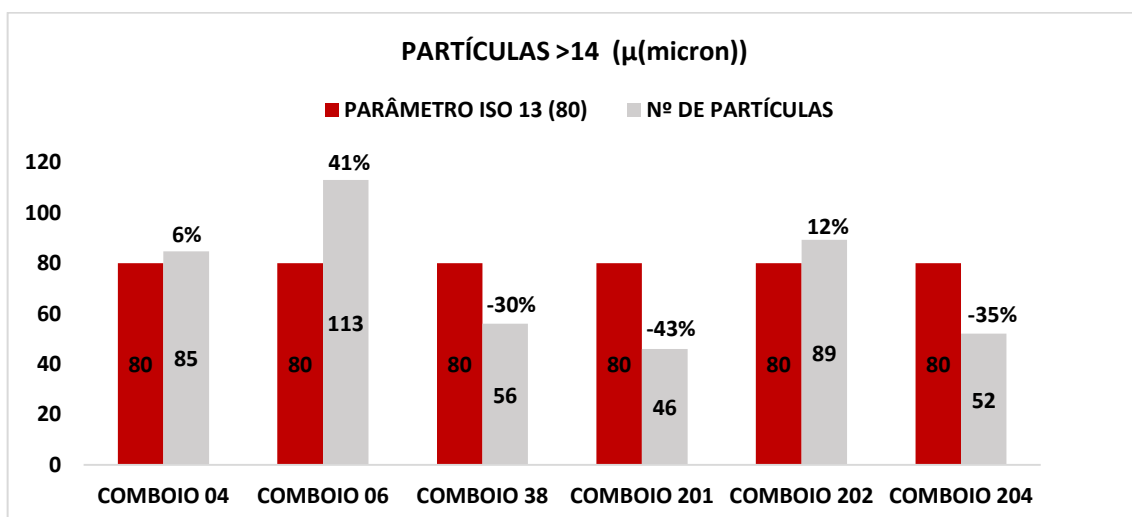


Gráfico 12 – Quantidade de partículas maiores ou iguais a 14μm, comboios
Fonte: Autoria Própria

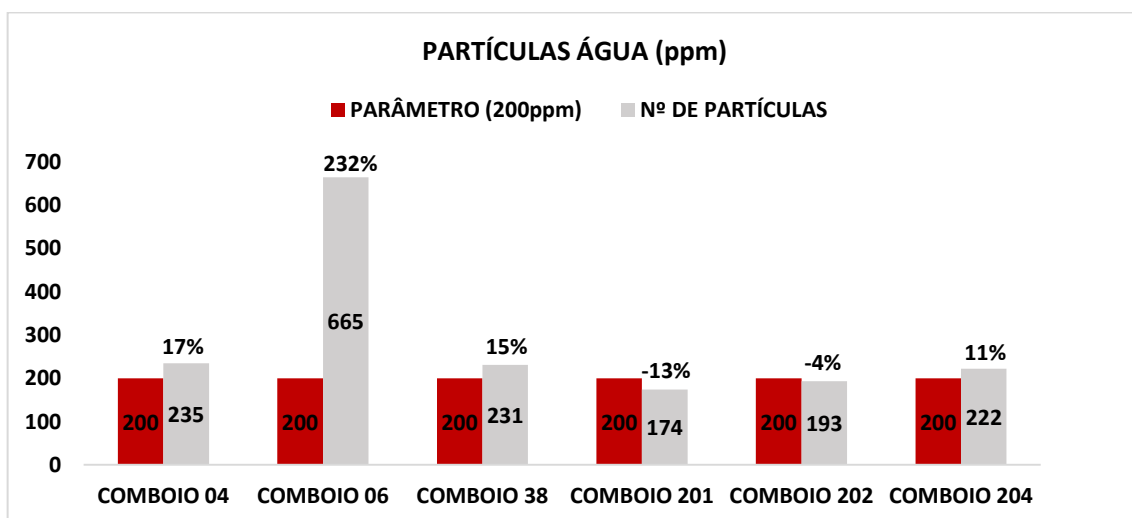


Gráfico 13 – Quantidade de água maior ou igual a 200ppm, unidades móveis de abastecimento
Fonte: Autoria Própria

Em vista dos dados de análise apresentados tanto para o posto de abastecimento quanto para as unidades de abastecimento móveis, pode-se dizer que ambos não atendem aos requerimentos estabelecidos neste trabalho. Observa-se também, que grande parte dos equipamentos são abastecidos atualmente pelas unidades móveis, piorando ainda mais a situação, pois o óleo Diesel destes caminhões está com um índice de contaminação preocupante.

Algumas considerações como estado do equipamento (novo ou antigo), manutenções recentes em elementos de contato direto com o Diesel (soldas no tanque, limpeza recente, troca dos filtros do sistema de abastecimento, entre outras), podem ser levadas em consideração, entretanto não alterariam significativamente os resultados, pois todos os caminhões estão expostos diariamente às mesmas condições de trabalho.

Para encontrar a causa-raiz desta lacuna na qualidade do óleo Diesel, utilizou-se a ferramenta dos cinco porquês. O resultado foi exposto no Quadro 3, a seguir:

PROBLEMA: QUALIDADE DO ÓLEO DIESEL
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA: COMPROMETIMENTO DA QUALIDADE DO ÓLEO DIESEL
POR QUÊ A QUALIDADE DO ÓLEO DIESEL ESTÁ COMPROMETIDA?
POIS HÁ UM ALTO ÍNDICE DE CONTAMINAÇÃO (PARTÍCULAS SÓLIDAS E ÁGUA). POR QUÊ?
POIS AS MEDIDAS DE CONTENÇÃO DE CONTAMINAÇÃO NÃO ESTÃO SENDO SUFICIENTES E O ÍNDICE DE REINCIDÊNCIA É ALTO. POR QUÊ?
POIS A CONTAMINAÇÃO OCORRE EM MUITOS SETORES DO FLUXO, DIFICULTANDO O CONTROLE E NÃO HÁ UMA CULTURA DE CUIDADO COM A MESMA. POR QUÊ?
POIS NÃO EXISTEM PROCEDIMENTOS E TREINAMENTOS ADEQUADOS E PADRONIZADOS PARA CADA SETOR DO FLUXO. POR QUÊ?
POIS NÃO EXISTE UM SETOR RESPONSÁVEL POR ESTABELECEER, CONTROLAR E AVALIAR DADOS E RESULTADOS REFERENTES À QUALIDADE DO ÓLEO DIESEL. A RESPONSABILIDADE ESTÁ DISSOCIADA NO FLUXO DE DISTRIBUIÇÃO

Quadro 3 – Utilização da ferramenta 5 porquês
Fonte: Autoria Própria

Percebe-se através desta análise que a causa-raiz dos problemas com a contaminação do óleo Diesel é a ausência de um setor responsável pelo controle e avaliação permanente do combustível. Além da não geração de dados, a ausência de um responsável por este controle e avaliação dificulta a identificação dos principais locais de contaminação, impossibilitando a mitigação deste problema.

4.4. PROPOSTA DE CONTRAMEDIDAS

Após todas as análises feitas, foi possível constatar que além do consumo de alguns equipamentos estar acima do padrão estabelecido – acarretando em custos superiores às metas estabelecidas –, também, a qualidade do óleo Diesel, de acordo com padrão definido neste trabalho (ISO 16/15/13 e 200 ppm água), não atende às expectativas propostas. Sendo assim, neste momento pode-se afirmar que a principal causa dos problemas com o sistema de combustível e aumento no consumo do mesmo é a contaminação.

Em vista disto, as contramedidas propostas a seguir, visam alinhar os objetivos e metas às lacunas encontradas no sistema de distribuição do óleo Diesel da USS e também mitigar a causa-raiz encontrada.

Foram consideradas para as contramedidas propostas grau de relevância e investimento numerados de 1 a 5, significando: 1) Muito Baixa; 2) Baixa; 3) Normal; 4) Alta; 5) Muito Alta. Junto a proposta também está a justificativa de cada contramedida. Todos estes dados estão descritos no Quadro 4, a seguir:

	Contramedida	Relevância	Justificativa	Investimento
1	Adotar o padrão ISO 16/15/13 como métrica de análise	5	Controle de qualidade e atendimento às exigências de fabricantes e metas organizacionais.	1
2	Elaborar uma cartilha de boas práticas para orientar e fornecer treinamento para todos os integrantes no fluxo de distribuição do óleo Diesel	4	Minimizar a contaminação	1

3	Adotar um padrão para realização das atividades de abastecimento (tanto no posto de abastecimento quanto nas unidades móveis)	5	Minimizar a contaminação	1
4	Instalar um sistema de pré filtragem do óleo Diesel no momento de entrega das cargas novas	3	Minimizar a contaminação	5 (entre 20 e 50 mil reais)
5	Realizar a contagem de partículas imediata com equipamento de contagem de partículas a cada nova entrega de carga no posto de abastecimento. Caso não seja possível, retirar uma amostra da carga e enviá-la para análise.	5	Controle de qualidade do óleo Diesel	2
6	Realizar avaliações periódicas de limpeza e organização no posto de abastecimento e nas unidades móveis de abastecimento.	5	Minimizar a contaminação	1
7	Estabelecer um período para executar a manutenção preventiva no sistema de abastecimento do posto de abastecimento e das unidades móveis de abastecimento.	5	Minimizar a contaminação	3
8	Coletar análises periódicas de óleo Diesel do posto de abastecimento unidades móveis de abastecimento.	5	Controle de qualidade do óleo Diesel	2

Quadro 4 – Contramedidas propostas, grau de relevância e investimento
Fonte: Autoria Própria

Como pode-se observar no Quadro 4, acima, as contramedidas consideradas com nível de relevância 5, foram as consideradas mais urgentes para início das atividades e, coincidentemente, são as que demandam baixo investimento. A contramedida de número 5 foi considerada de baixo investimento, pois o aparelho de contagem de partículas já existe na USS, entretanto ele é destinado apenas para contagem de partículas de fluidos hidráulicos, nunca foi utilizado para contagem de partículas de óleo Diesel.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como dito na fundamentação teórica, a metodologia proposta pelo A3 é baseada em um ciclo PDCA que oferece não só o planejamento e desenvolvimento de projetos como também implementa a execução e acompanhamento do mesmo, visando corrigir possíveis desvios de projeto.

Conclui-se, portanto, que a utilização da metodologia A3 como forma de avaliar a qualidade do óleo Diesel no setor automotivo da USS pôde ser qualificada como bem-sucedida e eficaz, visto que foi possível definir, quantificar e qualificar a situação atual da qualidade do óleo Diesel.

Observa-se que foi possível fazer uma projeção de padrão de qualidade almejado, bem como das principais falhas no sistema de distribuição, locais onde a contaminação está ocorrendo e sua influência no custo de manutenção automotiva.

Através dos dados obtidos e analisados, constatou-se que o prejuízo com o alto consumo de combustível alcançou a casa dos cinco dígitos em apenas 62 dias. Se formos levar em consideração os prejuízos de compra excessiva de produtos (requisições internas e peças aplicadas), esse número com certeza aumentará.

Infelizmente, devido ao curto tempo de análise e desenvolvimento, não foi possível a implementação e acompanhamento das contramedidas propostas. Entretanto, observa-se que estas foram rigorosamente elaboradas e classificadas de acordo com as necessidades atuais da USS e sua real viabilidade de implantação.

O trabalho proporcionou também a inclusão do máximo de pessoas possível para a determinação das contramedidas propostas, visto que a ida ao *gemba* foi feita até os últimos acertos do presente trabalho, sempre buscando adequar não só a necessidade e redução de custos e melhoria da qualidade do Diesel, como também uma proposta de trabalho integrada à realidade dos colaboradores que realizam as atividades de contato direto com o óleo Diesel.

Sendo assim, conclui-se que a metodologia A3 pode ser considerada como um método eficaz de análise da qualidade do Diesel, visto que proporcionou um aprofundamento essencial para o desenvolvimento de futuras atividades. Fica a proposta para a USS de adoção das contramedidas para elaboração de um plano de ação, relato e acompanhamento dos resultados obtidos, buscando reforçar a eficácia

da metodologia do Processo A3 e consolidá-lo como um processo de melhoria contínua da qualidade do óleo Diesel.

REFERÊNCIAS

ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando Antônio; TOLEDO, José Carlos de; et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo**. Editora Saraiva, 2006.

SILVA, Carlos E. S. da. **Análise de Projetos de Melhoria contínua Desenvolvidos Pelo Método A3**. Belo Horizonte, MG, 2011. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/309035143_ANALISE_DE_PROJETOS_D_E_MELHORIA_CONTINUA_DESENVOLVIDOS_PELo_METODO_A3>. Acesso em: 21 out. 2017.

SCARTEZINI, Luís Maurício B. **Apostila: Análise e Melhoria de Processos**. Goiânia, 2009. 54 p. Disponível em: < http://igepp.com.br/uploads/arquivos/texto___-gestao_de_processos_complementar.pdf >. Acesso em: 21 out. 2017.

KERZNER, Harold. **Gestão de Projetos: As Melhores Práticas**. 2. Ed. Bookman, Segunda Edição, 2006.

NovaCana, **Universo financeiro das usinas: captação, financiamento e endividamento**. 2017. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/eventos/universo-financeiro-das-usinas-captacao-financiamento-e-endividamento-290917/>>. Acesso em: 21 out. 2017.

_____, **Empresas especializadas projetam safra 2018/19 e atualizam números para 2017/18**. 2017. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/cana/safra/empresas-especializadas-projetam-safra-2018-19-atualizam-2017-18-171017/>>. Acesso em: 21 out. 2017.

_____, **Levantamento com 42 empresas mostra desempenho financeiro e operacional das usinas**. 2017. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/industria/financeiro/indicadores-economico-financeiros-sucroenergeticas-disparidades-231017/>>. Acesso em: 21 out. 2017.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 150 p.

PARKER BRASIL. **Óleo hidráulico limpo é a chave da alta performance**. 2016. Disponível em: < <http://blog.parker.com/br/oleo-hidraulico-limpo-e-a-chave-da-alta-performance>>. Acesso em: 21 out. 2017.

PARKER. Guide to Contamination Standards. 2011. Disponível em: <www.parker.com/hfde>. Acesso em: 21 out. 2017

CRUZ, Lucio A. A. S. **Aplicação da mentalidade enxuta (lean thinking) na atividade de recebimento físico-fiscal de suprimentos: o caso de uma empresa pública do setor elétrico brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, 2015, 231 p. Disponível em: <<http://www.repositorio.uff.br/jspui/bitstream/1/855/1/DISSERT%20Lucio%20Alexandre%20Alves%20Soares%20Cruz.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2017.

DATAGRO. **Análise de Custos e Competitividade Agrícola Fornecedores e Usinas**. 2014. Disponível em: <http://www.assocana.com.br/restrito/Datagro_Relatorio_Final_Custos_Producao_Dr.Plinio_Nastari.pdf >. Acesso em: 21 out. 2017.

RIBEIRO, Pedro M. de F. **Aplicação da Metodologia A3 como instrumento de melhoria contínua em uma empresa da indústria de linha branca**. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-06082012-100317/?&lang=br> >. Acesso em: 21 out. 2017.

YEN-TSANG, Chen; CSILLAG, João M.; CATTINI, Orlando Júnior. **Melhoria Contínua? Conceitos, Vertentes e Tendências**. 2010. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/gol1817.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2017.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **Normas para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos**. Curitiba: [s.n.], 2008. 122 p. Disponível em: <<http://mecanicatcc-cp.000webhostapp.com/documentos.php>>. Acesso em: 21 out. 2017.

ROTH, Claudio W. **Curso técnico em automação industrial: Qualidade e Produtividade**. 3ª ed. Santa Maria. Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011. 74 p.

TIBURCIO, Jussara S.; SANTANA, Lídia C. **A comunicação interna como estratégia organizacional**. Revista de Iniciação Científica Cairu, 2014. Disponível em: <http://www.cairu.br/riccairu/pdf/artigos/2_COMUNICACAO_INTERNA ESTRATEGIA.pdf>. Acesso em: 21 out. 2017.

ALEME, Gabriela H. **Determinação de parâmetros físico-químicos do óleo diesel a partir de curvas de destilação utilizando técnicas quimiométricas**. Tese,

UFMG. 2011. 149 p. Disponível em:
<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/SFSA-8XST7U/tese_helga_pdf__1_.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 out. 2017.

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Guia de Manuseio e Armazenamento de Óleo Diesel B**. Disponível em:
<<http://www.anp.gov.br/wwwanp/publicacoes/cartilhas-e-guias/2408-manuseio-e-armazenamento-de-oleo-diesel-b>>

RESOLUÇÕES 42/2009, 50/2013, 30/2016. Disponível em:
<<http://www.anp.gov.br/wwwanp/legislacao/qualidade>>. Acesso em: 21 out. 2017.

SILVA, Anderson V. **Filtragem de óleo diesel**. Revista Meio Filtrante, ed. Nº 46 - Setembro/Outubro, 2010. Disponível em:
<<http://www.meiofiltrante.com.br/edicoes.asp?id=635&link=ultima&fase=C>> Acesso em: 21 out. 2017.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. vol. 2. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

MACHADO, Liliana G. **Aplicação da metodologia PDCA: etapa P (plan) com suporte das ferramentas da qualidade**. Monografia. UFJF. Engenharia de Produção. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2006_3_Liliana.pdf>. Acesso em: 21 out. 2017.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARINE CORPS INSTITUTE. **Guide: Fundamentals Of Diesel Engines**. Wasington, DC 1984, 112 p. Disponível em:
<<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED259132.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2017.

PEREIRA, José C. **Motores e Geradores: Princípios de Funcionamento, Instalação, Operação e Manutenção de Grupos Diesel Geradores**. 2017. 49 p. Disponível em: < <http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/PDF/diesel1.pdf> >. Acesso em: 21 out. 2017.

HAUCK, ETELSON A. R. **Modelo de Simulação Para um Motor Diesel**. Dissertação. Engenharia Mecânica. PUC Minas Gerais. 2010. Disponível em:
<http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EngMecanica_HauckEA_1.pdf>. Acesso em: 21 out. 2017.

PORTAL BRASIL. **Percentual obrigatório de biodiesel no óleo diesel passa para 8%**. Matéria: 24 de março de 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/03/percentual-obrigatorio-de-biodiesel-no-oleo-Diesel-passa-para-8>>. Acesso em: 21 out. 2017.

ISO (International Organization for Standardization). **ISO 4407:2002; ISO 4406:1999**. Disponível em: <<https://www.iso.org/>>. Acesso em: 21 out. 2017.

LYRA, Mariana G; GOMES, Ricardo C; JACOVINE, Laércio A.G. **O Papel dos Stakeholders na Sustentabilidade da Empresa: Contribuições para Construção de um Modelo de Análise**. RAC, Curitiba, v. 13, Edição Especial, art. 3, p. 39-52, 2009. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/periodicos/content/frame_base.php?revista=1>. Acesso em: 21 out. 2017.

SHOOK, John. **Gerenciando para o aprendizado**. Lean Institute Brasil. São Paulo. 2008. 137 p.