



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

RAMONN RANIELLE MEDEIROS DE LIMA

**ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO E ANÁLISE DE FERRAMENTAS DA GESTÃO
DA QUALIDADE NA MANUTENÇÃO DE UMA EMPRESA DE LOCAÇÃO**

CARAÚBAS

2021

RAMONN RANIELLE MEDEIROS DE LIMA

**ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO E ANÁLISE DE FERRAMENTAS DA GESTÃO
DA QUALIDADE NA MANUTENÇÃO DE UMA EMPRESA DE LOCAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Diego David Silva
Diniz.

CARAÚBAS

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

LL372 e Lima, Ramonn Ranielle Medeiros de.
Estudo de caso: Aplicação e análise de
ferramentas da gestão da qualidade na manutenção
de uma empresa de locação / Ramonn Ranielle
Medeiros de Lima. - 2021.
68 f. : il.

Orientador: Diego David Silva .
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2021.

1. Gestão da qualidade e suas ferramentas. 2.
Manutenção. 3. Just-in-time. 4. diagrama de
Ishikawa. 5. sistema KANBAN. I. , Diego David
Silva , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

RAMONN RANIELLE MEDEIROS DE LIMA

**ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO E ANÁLISE DE FERRAMENTAS DA GESTÃO
DA QUALIDADE NA MANUTENÇÃO DE UMA EMPRESA DE LOCAÇÃO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em Ciência
e Tecnologia.

Defendida em: 17 / 11 / 2 021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Diego David Silva Diniz (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Jackson de Brito Simões (UFERSA)
Membro Examinador

Profa. Pâmela Larissa de Sousa Vieira (UFERSA)
Membro Examinador

*Em memória da minha avó, Maria
Edite de Medeiros, que não poderá ver a
formatura do neto.*

Agradeço também a minha família e amigos que acreditaram no meu potencial.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho possibilitará a realização do sonho de se obter um curso a nível superior e um futuramente a graduação em Engenharia.

Gostaria de agradecer aos meus pais, minha irmã e minha família, principalmente minhas tias (Marinha, tia Nega, tia Nira), que me aparam e deram-me o apoio necessário para eu chegar onde estou, foram muitos momentos difíceis.

Agradeço a minha namorada, Gabriella, que me apoiou e teve a paciência ao longo desta trajetória. Ela deu-me força para seguir dia após dia fazendo a diferença.

Agradeço ao Orientador, Diego Diniz, por ter tido compreensão como horário de trabalho e sempre me apoiando com um “vai dar certo” ou quando estava um pouco atrasado falando “tem tempo, vamos ter calma”.

Agradeço a Banca Examinadora por ter disponibilizado seu tempo e ser paciente para hora da apresentação

Agradeço aos meus Amigos de infância, Amigos e aos que chegaram agora. Agradeço a Hildo Junior; Maverick Iohanatan; Paulo Augusto; João Pedro; Kayo; Antônio Luiz; Genesis; Marcos Alves; Breno; Naara; Aline; Tulio; Thierry; Tulio Emanuel; Caio; Denis; Luan; Marcelo; Macus Paulo; Rosivaldo; Wesley Bessa; Adriel; Thierry; Gleidosn; o pessoal da padaria; Bruna; Lucas Alexandre; Wesley Bessa; George; Thiago; Caio.

“Convicção absoluta é loucura plena.
Quem não tem dúvida faz sempre do mesmo
modo. Quem tem dúvida se inova, se
reinventa.”

Mário Sérgio Cortella.

RESUMO

Com o conceito de globalização, iniciou-se a evolução da engenharia de manutenção que visa o funcionamento pleno das máquinas, máxima eficiência, organização e necessidade do aumento de produtividade. Com o incentivo governamental na produção de energia através de aerogeradores e painéis solares em estados localizados no Nordeste, como, por exemplo, no município de Areia Branca – RN, tem sido observado um aumento excessivo no aluguel de maquinários pesados nesses lugares, surgindo a necessidade de estudos voltados à otimização no setor de alugueis de máquinas pesadas, de modo que possa reduzir despesas com falhas e reposições de peças, consequentemente diminuição de custos. Este trabalho apresenta um estudo de caso referente a execução das ferramentas da gestão da qualidade em uma empresa de locação de máquinas para construção, que proporcionou uma busca na relação do controle e planejamento com a eficiência da empresa na entrega de equipamentos com o foco na manutenção feita no local, relação de estoque de peças e num *layout* mais eficiente a ser aplicado no setor da oficina e do almoxarifado. Como metodologia, foram utilizadas algumas ferramentas de gestão, utilização do *just-in-time*, sistema KANBAN e análise e o diagrama de Ishikawa. A metodologia da gestão da qualidade mostrou-se eficiente para o objetivo proposto, que foi estudar a dinâmica da empresa, verificar as falhas e propor soluções para as mesmas.

Palavras-chave: manutenção; gestão da qualidade; ferramentas; *just-in-time*; diagrama de Ishikawa; sistema KANBAN.

ABSTRACT

With the concept of globalization, the evolution of maintenance engineering began, aimed at the full functioning of machines, maximum efficiency, organization and the need to increase productivity. With the government incentive in the production of energy through wind turbines and solar panels in states located in the Northeast, for example, in the municipality of Areia Branca - RN, an excessive increase in the rental of heavy machinery in these places has been observed, creating the need studies aimed at optimizing the heavy machinery rental sector, so that it can reduce expenses with failures and replacement parts, consequently reducing costs. This work presents a case study regarding the implementation of quality management tools in a construction machinery rental company, which provided a search for the relationship between control and planning with the company's efficiency in the delivery of equipment with a focus on maintenance made on site, parts inventory list and a more efficient layout to be applied in the workshop and warehouse sector. As a methodology, some management tools, use of just-in-time, KANBAN system and analysis and the Ishikawa diagram were used. The quality management methodology proved to be efficient for the proposed objective, which was to study the dynamics of the company, verify the flaws and propose solutions for them

Keywords: maintenance; quality management; tools; just-in-time; Ishikawa diagram; KANBAN system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os pilares da TPM.	19
Figura 2 - Desenvolvimento da TPM ao longo das gerações	22
Figura 3- Diagrama de Ishikawa.	23
Figura 4 - Brainstoring e suas etapas.....	25
Figura 5 - Quadro dos 5 S.	26
Figura 6 - Passos para aplicação do método.....	26
Figura 7 - fluxograma para desenvolvimento de trabalho.	28
Figura 8 - Manipulador Telescópio Manitou MTX 1740 S3E3.	29
Figura 9 - Área de trabalho onde fica o ferramental.....	30
Figura 10 - Estoque de material da empresa estudada.....	31
Figura 11 - Escavadeira em manutenção.....	32
Figura 12 - Diagrama de Ishikawa produzido através do Brainstoring.	34
Figura 13 - Aplicação dos 5 Porquês.....	36
Figura 14 - Quadro de ferramentas.....	38
Figura 15 – Antes e depois da organização de parte do estoque.	39
Figura 16 - Projeto das caixas para guardar porcas, parafusos e arruelas.	40
Figura 17 - Aplicação do projeto de caixas para guardar porcas, parafusos e arruelas.	40
Figura 18 - Placa para aplicação de higienização na oficina.	41
Figura 19 - Placa para padronização de ação dentro da oficina.	41
Figura 20 - Fluxograma de funcionamento da oficina.	42
Figura 21 - Cadastro de entrada de produtos.....	43
Figura 22 – Cadastro de saída produtos.	43
Figura 23 - Planilha de entrada de produtos.....	44
Figura 24 - Planilha de saída de produtos.	44
Figura 25 - Estoque geral.	45
Figura 26 - Base de dados da escavadeira de 07/05/2021 – 09/09/2021.....	46
Figura 27 - MTTR da Base de dados da escavadeira de 07/05/2021 – 09/09/2021.....	47
Figura 28 - MTBF da Base de dados da escavadeira de 07/05/2021 – 09/09/2021.....	47
Figura 29 - Taxa de falha e Confiabilidade para os próximos 123 dias.	48
Figura 30 - Diagrama de manutenção.	49
Figura 31 - Plano de manutenção semanal do operador.....	50

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 27

Equação 2 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - As doze etapas da manutenção da TPM.	20
Tabela 2 - Preenchimento do formulário de análise de falhas referente ao brainstorming.....	33
Tabela 3 - Preenchimento do formulário de análise do Diagrama de Ishikawa.	34
Tabela 4 - Preenchimento do formulário de análise de falha.	36
Tabela 5 - Quadro de paradas de manutenção por horas de operação.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIMP	Japan Institute of Plant Maintenance
MPT	Manutenção produtiva Total
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTR	Mean Times To Repair
MTV	Medir, Testar e verificar
PDCA	Plan, Do, Check, Action
PM	Prevenção da manutenção
PSM	Pedido de Serviço de Manutenção
RN	Rio Grande do Norte
TPM	Total Productive Maintenance

LISTA DE SÍMBOLOS

N°	Número(s)
Σ	Somatório
t	Tonelada

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1.	JUSTIFICATIVA.....	17
1.2.	OBJETIVO.....	17
1.2.1.	Objetivo geral	17
1.2.2.	Objetivo específico	17
1.3.	ESCORPO DO TRABALHO.....	18
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1.	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	19
2.2.	OS PILARES DO TPM	21
2.3.	FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE.....	23
2.3.1.	Diagrama de Ishikawa.....	23
2.3.2.	KANBAN	24
2.3.3.	<i>Brainstorming</i>	25
2.3.4.	Técnica dos 5 S.....	25
2.3.5.	5 Porquês	26
2.4.	Indicadores de Manutenção	26
3.	METODOLOGIA	28
3.1.	CASO 1: INVESTIGAÇÃO DA FALHA DE UM EQUIPAMENTO	29
3.2.	CASO 2: DESORGANIZAÇÃO DA OFICINA E DO ALMOXARIFADO ...	30
3.3.	CASO 3: EQUIPAMENTO SEM MANUTENÇÕES CONSTANTES	32
4.	RESULTADO E DISCURSÕES	33
4.1.	SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O CASO 1.....	33
4.2.	SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O CASO 2	38
4.2.1.	Organização de estoque por sistema VBA.....	43
4.3.	ESTUDO DA CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTO	45
4.3.1.	MTTR.....	46
4.3.2.	MTBF.....	47
4.3.3.	CONFIABILIDADE.....	48
4.3.4.	Análise dos parâmetros e soluções propostas da escavadeira	48
5.	CONCLUSÃO.....	54
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

O termo manutenção surgiu por volta do século XVI, com a chegada das máquinas mecânicas e da necessidade de técnicos e assistências. O ápice da manutenção veio com a revolução industrial, que se tornou uma necessidade após o aumento da exigência do aumento da produtividade. Um dos períodos históricos que contribuíram para evolução da manutenção foi a Segunda Grande Guerra, os países devastados tiveram como “alavancar-se” através da manutenção industrial e engenharia, com isso, houveram ascensões nessas áreas.

Com o conceito de globalização no final da década de 80 veio a evolução da manutenção, tendo em vista os seguintes pontos: funcionamento das máquinas, máxima eficiência e organização. Alguns outros pontos são abordados no conceito de manutenção, como a qualidade no produto (menor quantidade de defeitos ou zero defeitos), produções sem atraso ou sem descontinuações, custos mínimos e satisfação do cliente final.

Assim, pode-se afirmar que a manutenção tem como objetivo garantir a produção costumeira e a manter qualidade do produto, para isso será diligenciado manutenções diárias em serviços. A rotina de manutenção poderá evitar problemas recorrentes em maquinários, onde reparos periódicos programados seriam uma solução viável para isso.

Qual seria a manutenção ideal? É aquela que provem a alta disponibilidade, que representa bom desenvolvimento e acréscimo de produtividade. A manutenção tem como constituintes importantes, o preço e o prazo, na qual são diretamente ligados aos equipamentos mecanizados, onde deverão funcionar de forma plena, sem apresentarem interrupções e/ou descontinuidades. Nas últimas décadas, houve uma procura por um aumento de desempenho de máquinas e serviços, com isso nasce o conceito de manutenção moderna, em que os cuidados técnicos têm como pontos principais: conservação, adequação, restauração, substrução e a prevenção.

Como base nesse contexto, o corrente trabalho tem como objetivo estudar e propor ferramentas da qualidade para manutenção de uma empresa que trabalha com aluguel de máquinas para construção. Dessa forma, a análise da empresa irá proporcionar uma melhor relação do controle e planejamento com a eficiência da empresa na entrega de equipamentos com o foco na manutenção feita no local, relação de estoque de peças e de um *layout* mais eficiente a ser aplicado no setor da oficina e do almoxarifado.

1.1. JUSTIFICATIVA

O aumento da demanda por energia elétrica renovável no Brasil e no mundo tem estimulado o governo a apoiar a instalação de indústria de aerogeradores e de painéis solares em alguns estados do Nordeste, como é o caso do Rio Grande do Norte que vem despontando nesse cenário.

O município de Areia Branca/RN abriga esses dois ramos econômicos, além de outras atividades industriais, como a petrolífera e a salineira. Nesse contexto, observa-se um crescimento de empresas para atender a demanda da indústria para e, consequentemente, vem surgindo a necessidade da realização de um estudo para otimizar o setor de manutenção dessas máquinas pesadas, visando reduzir as despesas com falhas e reposições de peças, aumentando, assim, o desempenho das máquinas e a rentabilidade/proficuidade da empresa.

A aplicação de ferramentas da gestão da qualidade é de extrema importância no desenvolvimento e funcionamento de empresas, fazendo uma envoltura eficiência e eficácia, relaciona uma melhoria contínua no processo produtivo. Com o estudo em questão, pode-se aplicar uma metodologia, que possa cessar ou eliminar problemas encontrados na empresa.

1.2. OBJETIVO

1.2.1. Objetivo geral

Analisar uma empresa de alugueis de máquinas usando gestão da qualidade e suas ferramentas, de modo a aplicar a engenharia de manutenção para propor melhorias no planejamento e organização.

1.2.2. Objetivo específico

- Propor o uso das ferramentas da gestão da qualidade em equipamentos e departamentos da empresa;
- Construir ferramentas como finalidade de auxílio na manutenção, e organização dos equipamentos da empresa;
- Utilizar o *just-in-time* como ferramenta de organização, utilização dos 5S;
- Utilizar o Sistema KANBAN para propor ideias de controle de estoque;

- Empregar o diagrama de Ishikawa, definir claramente possíveis causas enfrentadas como atraso de entrega de equipamento;
- Analisar a confiabilidade do equipamento que mais apresenta falha na empresa;
- Analisar falhas e propor soluções para a empresa.

1.3. ESCORPO DO TRABALHO

O referente trabalho foi estruturado da seguinte forma: A primeira parte é constituída por textos introdutórios, abordando o assunto de uma forma geral, demonstrando a justificativa para um desdobramento e os objetivos a serem alcançados. Na segunda parte foi realizada uma análise explanatória de trabalhos que apresentam as temáticas das ferramentas de gestão da qualidade. A terceira parte apresenta a metodologia estudada, aplicada nos estudos de casos. Por fim, na quarta parte, estão os resultados e discussões obtidos, seguido pela conclusão exibida na quinta parte.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

Com globalização e o desenvolvimento industrial no mundo veio a fervorosa competitividade entre empresas e assim, a adequação dos padrões de qualidade e a visão de gestão de qualidade (KARDEC & NASCIF, 2009). De acordo com Kardec & Nascif (2009) apud Chaves (2019) “a gestão da empresa deve ser sustentada por uma visão de futuro e os processos gerenciais devem focar na satisfação plena dos clientes, através da qualidade intrínseca de seus produtos e serviços, tendo como balizadores a qualidade total dos processos produtivos”.

Com a visão de qualidade e eficiência veio a produção Manutenção Produtiva Total – TPM, que segundo Wyrebki (1997), é demonstrada como uma gestão empresarial baseada em oito pilares (Figura 1) que mostram que a acessibilidade de equipamentos e convergência da produção. Seguido por todas as repartições da instituição, a TPM é derivada do Japão pós Segunda Guerra Mundial. Antes, as empresas Japonesas eram conhecidas por produtos de baixa qualidade. Os primeiros traços de TPM no Brasil apareceram por volta de 1986 nas empresas do grupo Denso, grupo Toyota.

Figura 1 - Os pilares da TPM.



Fonte: adaptado de COUTINHO (2019).

Segundo Nakaji (1989) apud Amorim e Hatakeyama, (2016) a TPM normalmente é implantada através de doze etapas que estão dentro de quatro de fases (preparação, introdução, implementação e consulta). As dozes etapas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – As doze etapas da manutenção da TPM.

(continua)

Fase	Etapas	Conteúdo
Preparação	1 Administração.	Compromisso acerca da TPM por toda a empresa.
	2 Treinamento.	Treinamento para todos os níveis da empresa.
	3 Aplicação do TPM.	Implementação da TPM através de comitês e subcomitês formados.
	4 Estruturação de diretrizes.	Estabelecer objetivos, metas, indicadores e previsões.
	5 Implantação da TPM através de uma implementação direta.	Planejar a implementação, delimitação do início ao fim das etapas.
Introdução	6 Introduções da TPM.	São informadas as diretrizes da TPM.
Implementação	7 Maximizações da produção, confiabilidade produtiva.	Maior eficiência dos equipamentos, eficácia de produção.
	7.1 Focar em melhorias específicas.	Pequenos grupos funcionais irão eliminar enormes perdas.
	7.2 Manutenção Autônoma.	Treinamento do operador, possibilitando uma maior eficiência.
	7.3 Manutenção planejada.	Melhoramento da eficiência do equipamento, possibilitando uma quebra mínima.
	7.4 Treinamento e educação.	Treinamento dos integrantes da empresa, possibilitado através de reeducação e treinamento.

Tabela 1 – As doze etapas da manutenção da TPM*(conclusão)*

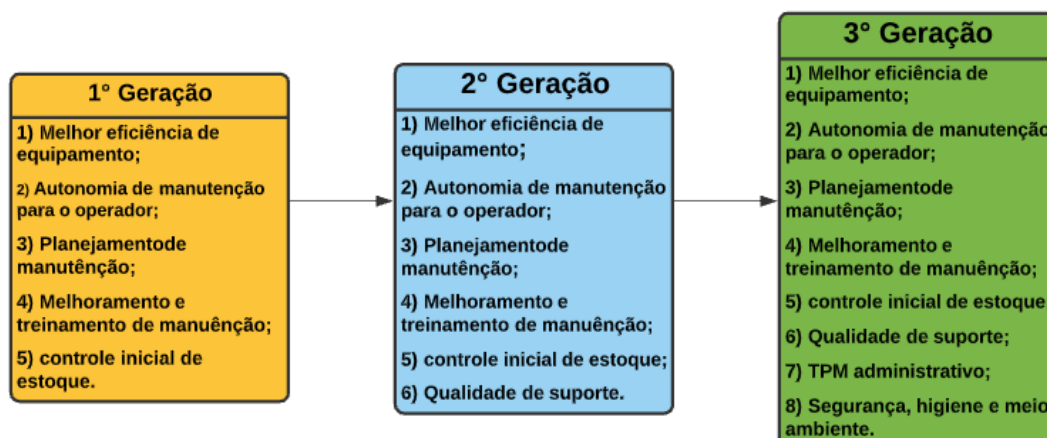
	8 Gestão de equipamentos.	Equipamentos de fácil manuseio, possibilitando a minimização de ineficiências.
	9 Qualidade manutenção.	Defeito zero, feito através de planejamento e controle.
	10 Desenvolvimento administrativo e eficaz.	Maximização da administrativa, descomplexificará a parte administrativa organizando o ambiente de trabalho.
	11 Ampliação de segurança, saúde e meio ambiente.	Possibilitar um ambiente seguro, sem acidentes e poluição.
Consolidação	12 Aperfeiçoamento.	Correção de PM.
		Realizar novas metas, metas maiores.

Fonte: Adaptado de Loss prevention (2011) apud Amorin e Hatakeyama (2017).

2.2. OS PILARES DO TPM

Segundo Amorin e Hatakeyama (2017), os desenvolvimentos dos pilares vieram ao longo do tempo. No início eram apenas cinco pilares e com o crescente uso da metodologia o JIPM (*Japan Institute of Plan Maintenance*) foram implementados mais três pilares como mostrados na Figura 2. Na primeira etapa, as gerações tinham foco em equipamentos. A geração seguinte interessava-se pelos processos e produção. E a terceira geração, focava na companhia.

Figura 2 – Pilares da TPM ao longo das gerações



Fonte: Adaptado de Chandegra; Deshpande (2014) apud Amorin e Hatakeyama (2017). Os pilares de forma detalhada são apresentados a seguir:

O pilar “melhor eficiência de equipamento” é o conjunto de atividades que busca obter a eficiência máxima dos equipamentos através da utilização plena de suas funções e capacidades. O aumento da eficiência dos equipamentos é a consequência da eliminação das falhas (Ribeiro, 2003, p.29).

Segundo Souza (2001), o pilar “autonomia de manutenção para o operador” busca a redução de defeitos ou igualá-los a zero. A busca da redução é feita a partir de dois pressupostos, a prevenção e correção de problemas, onde, através do planejamento evita-se novas avarias.

No pilar “planejamento de manutenção”, Tales (2021) afirma que esse tipo de manutenção deve ser aplicado de acordo com o conhecimento e capacitação dos envolvidos. Tendo como principal função a elevação dos índices de confiabilidade do equipamento e a redução de paradas indesejadas.

No pilar “melhoramento e treinamento de manutenção”, Ribeiro (2003) pressupõe que sua função é a habilitação e conscientização de todas as pessoas no ciclo do trabalho, onde são aplicados os aspectos de conhecimento, habilidade e atitude.

Segundo Tales (2021), o pilar “controle inicial” visa a maximização do equipamento ou produto, através da eliminação de perdas.

Ainda segundo Tales (2021), o pilar “qualidade de suporte” visa a independência dos operadores, nesse sentido, as atividades devem acontecer de forma rotineira, com alinhamento entre colaborador e gerência. Esse pilar tem função de autocapacitar a operação, e o TPM, por intermédio da manutenção autônoma, tem a finalidade de retirar o conceito “eu opero, você conserta” e passar a ter uma cooperação mútua (RIBEIRO, 2003).

O pilar “TPM administrativo” tem “o objetivo de atuar na eliminação das perdas que tenham suas origens na geração de informações, tendo como objetivo a otimização e eficiência do processo administrativo” (RIBEIRO, 2003, p.31).

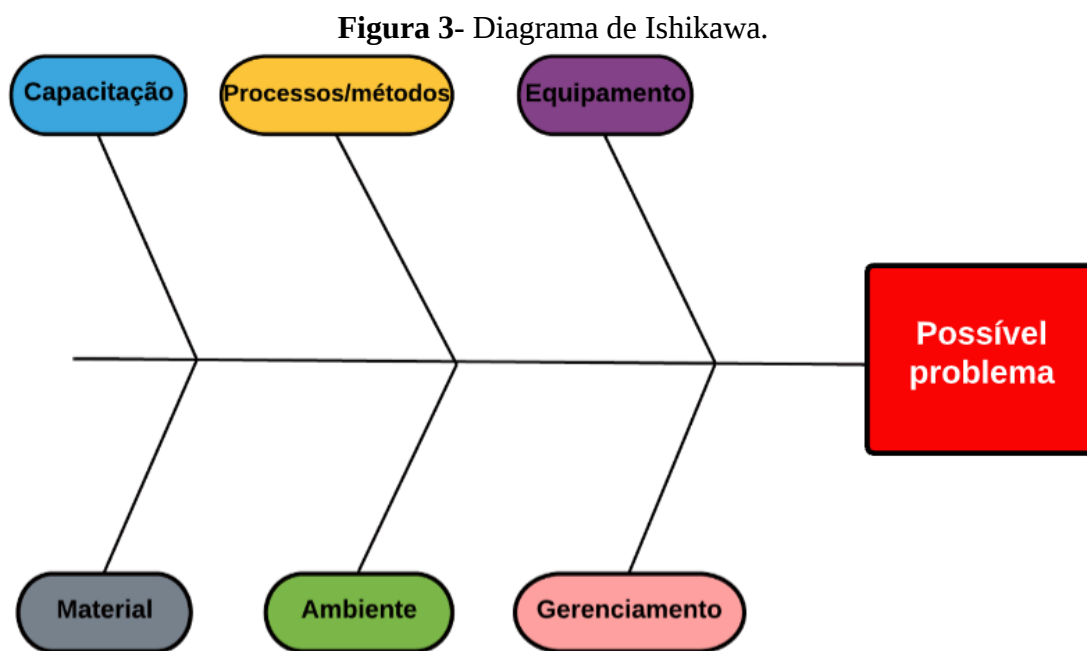
Segundo afirma Suzuki (1993), o pilar de “segurança, higiene e meio ambiente” busca eliminar principalmente os acidentes relacionados aos operadores. Higiene e meio ambiente objetivam promover a preservação ambiental e dos ativos industriais (RIBEIRO, 2003).

2.3. FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE

2.3.1. Diagrama de Ishikawa

Conforme afirma Willians (1995), o diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe, é uma ferramenta simples que aponta e investiga potenciais causas em um determinado episódio. Criada por Ishikawa, em 1943, essa ferramenta tem uma esfera industrial que verifica as peculiaridades de produto e processo.

Como bem nos assegura Barbosa (2011), uma ferramenta utilizada na manutenção é o diagrama de Ishikawa (Figura 3). Nesse contexto, o Diagrama acorda uma relação de escala, onde alavanca as problemáticas, e assim, encontra variadas soluções para um problema ou outros problemas relacionados.



Fonte: Autoria própria.

Como base no argumento de Passamai e Castilho (2007), o diagrama de causa e efeito pode ser estruturado como Espinha de peixe. Segundo Ishikawa o agrupamento de falhas ou problemas são observados através das seguintes categorias:

- Equipamento: compilam razões ligadas ao estado de constituintes dos equipamentos ou sistema em questão.
- Material: compilam razões relacionadas de falhas do material usado no equipamento ou na estrutura do equipamento.
- Processos ou métodos: compilam razões problemáticas nas ações de manutenção operacional, dependente de normas, planos, procedimentos ou métodos.
- Ambiente: compilam razões voltadas ao ambiente de trabalho.
- Gerenciamento: compilam razões de alterações que foram ou não previstas no processo, contendo ainda a problemática da reserva de componentes ou peças.
- Capacitação: compilam razões voltadas ao preparo de pessoas relacionadas.

A análise de Ishikawa tem ainda o objetivo de filtrar as causas prováveis para eliminar, através da verificação de alguns parâmetros, aqueles que certamente não são responsáveis pela falha que está sendo analisada. Isso permite que se passe para a próxima etapa somente as causas fundamentais de falha que são aquelas que tem realmente tem potencial para ter causado a falha (PASSAMAI e CASTILHO, 2007, p.40)

2.3.2. KANBAN

De acordo com Ribeiro (2003), o *just-in-time* surgiu no Japão por volta da década de 50 com a finalidade de eliminar o estoque total com a máxima qualidade total, o qual requer um sistema de várias células que sejam conectados por um sistema de informação que é denominado de KANBAN, controle de estoque que se relacionará a movimentação e ao controle de peças.

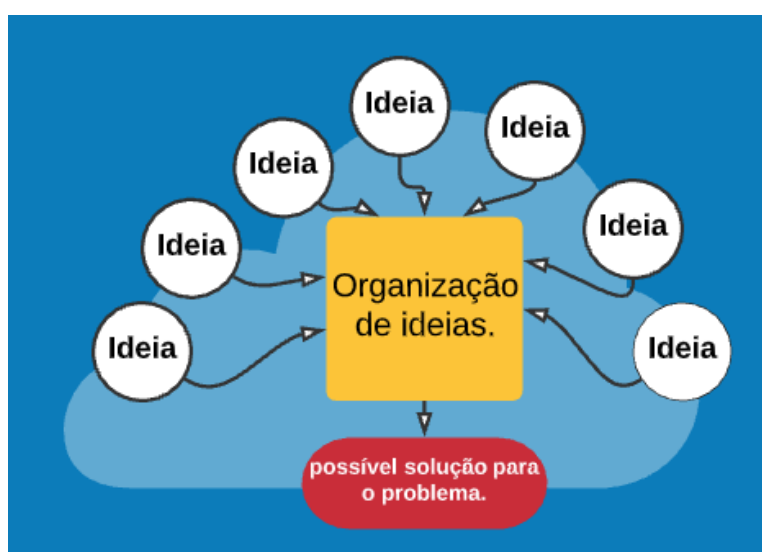
Pode-se afirmar que “o sistema aplicado pela Toyota, Sistema KANBAN, é um sistema eficiente de controle usando o *just-in-time*, o método promete o uso total de todas as capacidades disponíveis pelos trabalhadores, demonstrado nas oficinas da Toyota” (SUGIMORI et al., 1977, tradução própria).

O sistema KANBAN foi criado para atender as necessidades da Toyota, seu uso está relacionado com o controle de estoque (LAGE JR. e GODINHO FILHO, 2003). Trata-se de um sistema para controle de produção e movimentação, usando cartões impressos, com sistema de puxar, onde o consumo de peças é chamado de produção “puxada” (RUSSOMANO, 2000).

2.3.3. Brainstorming

A técnica “tempestade de ideias ou explosão de ideias” é usada para achar ideias para um eventual problema, tendo um objetivo pré-determinado (BERH, MORO e ESTABEL, 2008). Durante o uso da fermenta são colocadas várias sugestões e ideias, separadas por categorias e analisadas por importância após serem registradas. Como explica Passamai e Castilho (2007), a análise das informações podem definir as possíveis causas para o problema, como mostra a Figura 4, que demonstra eficiência na organização das ideias coletadas.

Figura 4 - Brainstorming e suas etapas.



Fonte: autoria própria.

2.3.4. Técnica dos 5 S

Os 5 S criam um ambiente de trabalho organizado e limpo (Figura 5), são eles: seiri, retira do ambiente de trabalho qualquer coisa que não é útil; seiton, ordena os itens; seisou, realiza uma limpeza da área de trabalho; seiketsu, utiliza padrões para que o trabalhador esteja seguro e saudável; shitsuke, garante que os padrões sejam utilizados usados (Tales, 2021).

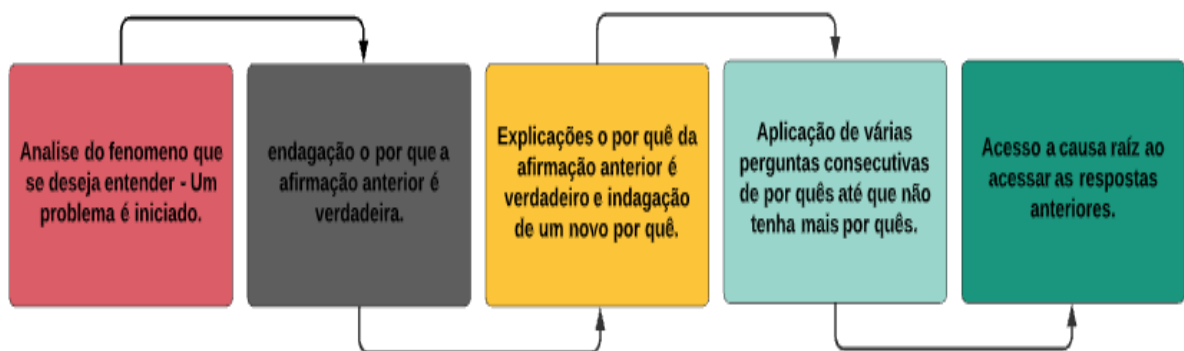
Figura 5 - Quadro dos 5 S.

Fonte: Adaptado de Tales (2021).

Mazzafero e Grosseli (2009) afirmam que a ferramenta proporciona melhorias de qualidade, melhoras no ambiente de trabalho, melhora de espaço tudo isso proporcionado através de autodisciplina.

2.3.5. 5 Porquês

A técnica dos 5 porquês teve surgimento nos anos 70 (GLASSER, 1994), a técnica foi aplicada pelo sistema Toyota de produção, usado para alcançar a causa raiz de uma problemática, onde são utilizados 5 porquês (OHONO, 1997). Segundo Weiss (2011) são utilizados cinco passos na aplicação do método como mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Passos para aplicação do método.

Fonte: Adaptado de Weiss (2011).

2.4 Indicadores de Manutenção

Segundo Vieira (2009) “A confiabilidade de manutenção tem se tornado cada vez mais importante para o aumento da eficiência de equipamentos e, conseqüentemente, da produção, pois permite analisar os piores equipamentos e então tomar ações corretivas, preventivas e preditivas para evitar quebras futuras”.

De acordo com Sae, 1993 e Sem, 1994 a confiabilidade é mostrada por:

- MTBF – *Mean Time Between Failures*

O MTBF é definido como a função que uma máquina exerce por um intervalo de tempo (DIAS, 2015). Irá ser a média de intervalo entre a falha do equipamento, analisando apenas o tempo de operação da máquina. De acordo com Souza (2010), o cálculo do MTBF é realizado através da Equação 1.

$$MTBF = \frac{\Sigma \text{ tempo de funcionamento}}{N^{\circ} \text{ de intervalos observado}} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo, Σ (tempo de funcionamento) é igual a data que os dados foram extraídos menos a diferença do Σ do fechamento e abertura do Pedido de Serviço de Manutenção - PSM. PSM será o número de intervalos observados.

- MTTR – *Mean Times To Repair*

Neste processo é mostrado o tempo ideal para realização de manutenções, ajustes enfrentados, reconhecido como indicador de eficácia, quanto maior o MTTR, menor a eficácia para o reparo, o que pode ser observado através da Equação 2 (Viana, 2014).

$$MTTR = \frac{\Sigma \text{ Tempo de reparo de um componente}}{\Sigma \text{ Número de reparos ocorrido}} \quad \text{Equação 2}$$

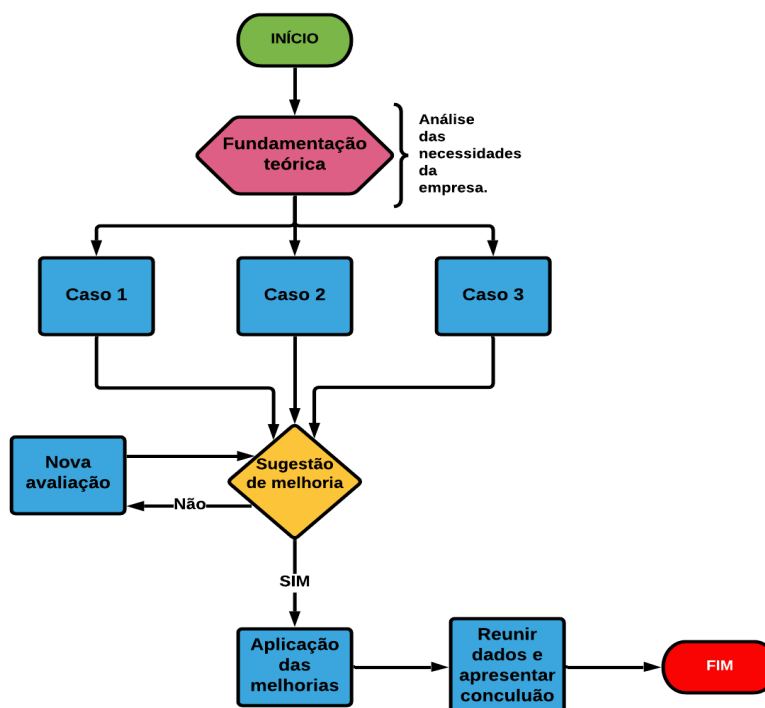
Sendo, Σ (somatório dos tempos de reparo) sobre o Σ (o número de intervenções realizadas) é igual ao tempo médio para reparo.

3. METODOLOGIA

Este trabalho de conclusão de curso possui um caráter investigativo na área da manutenção industrial através da manutenção da qualidade. Iniciou-se com o levantamento bibliográfico de artigos científicos, trabalho de conclusão de curso, dissertações, teses e livros, para embasar e nortear os caminhos a serem seguindo pela pesquisa.

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa, localizada no município de Areia Branca/RN, que tem como razão social “Aluguéis de máquinas e equipamento para construção sem operador”. A empresa trabalha com aluguéis de equipamentos, nos últimos anos, com foco em aluguéis de maquinários para o ramo de construções eólicas, um ramo em alta no Rio Grande do Norte. A empresa estudada conta com um acervo de maquinário de 40 equipamentos, dentre os principais estão: mucks, manitous, retroescavadeiras e escavadeiras. A descrição metodológica pode ser verificada detalhadamente na Figura 7, que inicia com um levantamento teórico. A análise da empresa foi feita através de questionário e apresentação de dados. Em seguida, foi apresentada uma sugestão para melhoria, a qual foi acatada e posteriormente, aplicada. Os dados foram coletados após a aplicação desta metodologia.

Figura 7 - Fluxograma para desenvolvimento de trabalho.



Fonte: Autoria própria.

As problemáticas enfrentadas foram apresentadas à gerência e ao setor de manutenção, a não utilização da gestão da qualidade e suas ferramentas. Assim, baseado nessas problemáticas, esse trabalho foi dividido em estudos de casos, analisados através de ferramentas da gestão da qualidade, com apresentação de possíveis soluções, que foram aplicadas para desenvolvimento e eficiência da empresa, o detalhamento dos casos serão evidenciados nos tópicos 3.1., 3.2. e 3.3..

3.1. CASO 1: INVESTIGAÇÃO DA FALHA DE UM EQUIPAMENTO

Após a análise dos questionários encontrados no APÊNDICE I, verificou-se que o equipamento Manipulador Telescópio Manitou MTX 1740 S3E3 (Figura 8), alocado para uma empresa de construção eólica, apresentou falhas de funcionamento hidráulico. Após investigada e detectada a falha, percebeu-se que sua origem estava relacionada ao processo inadequado de abastecimento de combustível, no qual houve a troca da entrada de abastecimento de combustível pelo abastecimento de óleo hidráulico proporcionando, assim, uma mistura de óleo hidráulico com combustível. Após a troca, o equipamento funcionou por aproximadamente cinco horas, apresentando então uma falha que resultou na substituição de peças do equipamento, referenciadas no Anexo C.

Figura 8 - Manipulador Telescópio Manitou MTX 1740 S3E3.



Fonte: acervo da empresa.

Para o estudo de caso foi aplicado o Questionário 2, encontrado no APENDICE I, com cinco colaboradores da empresa estudada, e posteriormente, foi realizada uma coleta de dados

através de suas respostas. Por meio das respostas procurou-se a metodologia mais adequada para analisar o caso.

A análise de falhas proporcionada pela coleta de dados, questionários, entrevistas no APENDECE I e *Brainstorming*, Ishikawa, estão apresentadas no Anexo A. Através do preenchimento dos formulários, foi feita a padronização de um fluxo de informações que busca evidenciar e ratificar a problemática principal do questionamento “O que ocorreu para proporcionar a eventual troca das entradas de abastecimento de combustível e óleo hidráulico na hora de abastecer a máquina?”

O preenchimento do anexo A resultou em uma possível causa da problemática, o estudo de caso se deu através da seguinte sequência: Aplicação de um *Brainstorming* que proporcionou um diagrama de Ishikawa e o uso da ferramenta dos 5 porquês para se encontrar uma causa raiz. Após análise dos resultados, foram propostas soluções usando a gestão da qualidade e suas ferramentas de base.

3.2. CASO 2: DESORGANIZAÇÃO DA OFICINA E DO ALMOXARIFADO

Este caso demonstra a desorganização da oficina e do estoque podendo proporcionar paralização na manutenção e consequentemente o atraso na entrega de equipamentos. Através dessa problemática, o estudo de caso vem propor soluções para evitar atrasos.

A organização da oficina é uma problemática vultosa na empresa, proporcionando dificuldades, como por exemplo, localizar ferramentas dentro da oficina. A desorganização do ferramental da oficina tem onerado a empresa com a perda de ferramentas ou de tempo, na procura da ferramenta. A organização da área de trabalho da oficina é ilustrada na Figura 9.

Figura 9 - Área de trabalho onde fica o ferramental



Fonte: Autoria própria.

A metodologia utilizada para essa problemática foi fundamentada na gestão da qualidade e suas ferramentas. Uma das ferramentas de base da gestão da qualidade que foi empregada é a técnica dos 5 S, sendo usada para retirada de materiais desnecessários do local de trabalho. A fundamentação dos 5 S funcionou de uma forma fluida, proporcionando organização de itens, limpeza da área de trabalho, uma padronização e uma disciplina para manter o ambiente de trabalho organizado, a organização proporcionada se deu através de treinamento e orientação, assim, gerando eficiência dentro da oficina.

Em segundo plano, a falta de controle de estoque (Figura 10) promove a ausência ou a compra de materiais desnecessários. A problemática gerada no caso é proporcionada pela falta de controle de almoxarifado fazendo com que a falta de conhecimento leve a compra de materiais que já se encontram em estoque ou a demora em procurar materiais esgotados no almoxarifado.

Figura 10 - Estoque de material da empresa estudada.



Fonte: Autoria própria.

A utilização das ferramentas da gestão da qualidade será dada através do uso do *just-in-time* em conjunto com o sistema KANBAN, ambos visam um controle de estoque detalhado. A análise de controle de estoque foi dada em *Virtual Basic For Application* - VBA, explanada em planilhas do Excel, que apresentaram os materiais em estoque e sua situação.

3.3. CASO 3: EQUIPAMENTO SEM MANUTENÇÕES CONSTANTES

O caso 3 refere-se a um estudo sobre um equipamento da empresa (Figura 11) com um histórico de paradas e avarias superiores aos outros equipamentos pertencentes a empresa analisada, o que vem proporcionando vários tipos de manutenção ao longo do tempo. Logo, o objetivo desse estudo do caso é viabilizar a confiabilidade do equipamento, trazendo à empresa uma melhor consciência sobre o equipamento e suas verdadeiras condições, além de possibilitar avaliar o desempenho do equipamento através estratégias que possam elevar sua confiabilidade.

Figura 11 - Escavadeira em manutenção.



Fonte: autoria própria.

A metodologia utilizada no caso foi o uso do MTBF, que indicou o tempo médio de operação entre uma e outra falha do equipamento, podendo mensurar seu desempenho. Além disso, será MTTR indicou o tempo de demanda para reparar e viabilizar a máquina para operações e pôr fim, foi encontrado a taxa de falhas e a confiabilidade que o equipamento estudado proporciona no próximo aluguel.

4. RESULTADO E DISCURSÕES

4.1. SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O CASO 1

Inicia-se o caso com o seguinte questionamento “O que ocorreu para acarretar a eventual troca das entradas de abastecimento de combustível e óleo hidráulico na hora de abastecer da máquina?”, a partir desse ponto, foi realizada uma investigação através da gestão da qualidade e suas ferramentas.

Uma investigação mais ampla do caso foi realizada com a aplicação do questionário 2 (APENDICE I) para uma investigação do equipamento. O questionário foi aplicado com cinco colaboradores da empresa, com posterior coleta de dados. As respostas orientaram a metodologia mais adequada para analisar o caso.

Somado a isso, foram reunidas informações através dos formulários de falhas no ANEXO A. O formulário preenchido em conjunto com os colaboradores e administração encontra-se na Tabela 2, em que, através do *brainstorming*, foram registradas as ideias que poderiam levar a possível falha.

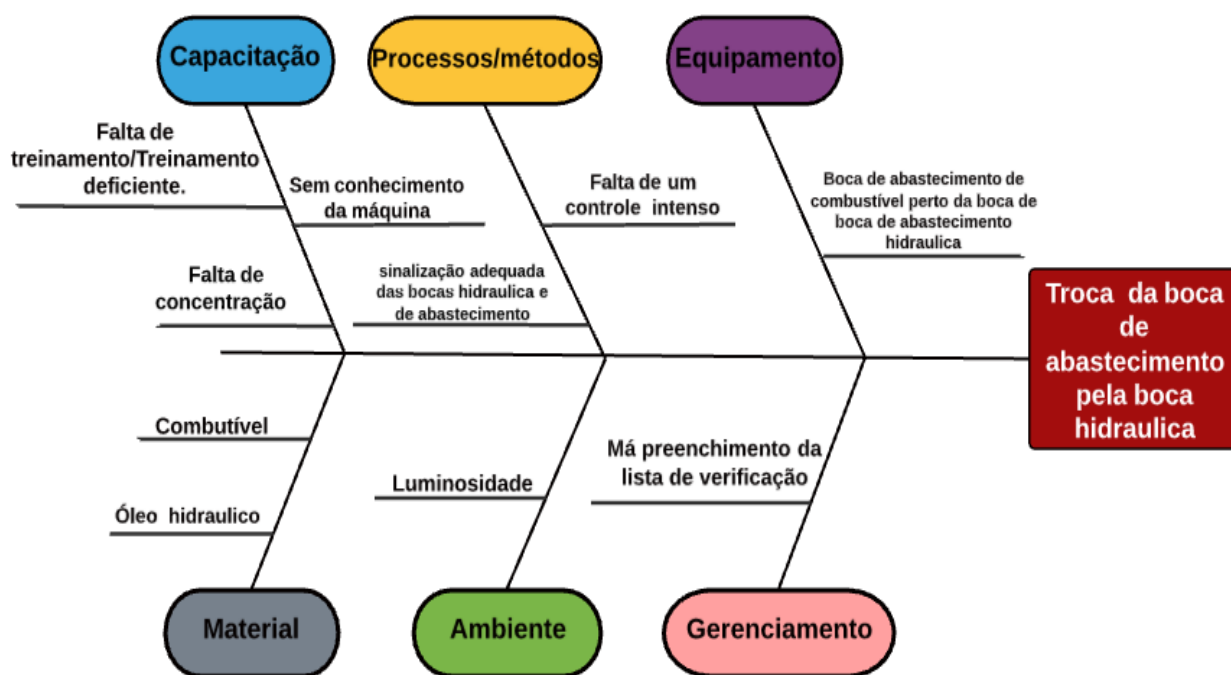
Tabela 2 - Preenchimento do formulário de análise de falhas referente ao *brainstorming*.

REGISTRO DE ANÁLISE DE FALHAS	
Equipamento: Manipulador Telescópico Manitou MTX 1740 S3E3	Descrição: Troca da boca do tanque de abastecimento de combustível pelo hidráulico
BRAINSTORMING	
• Falta de conhecimento do operador; • Falta de concentração do operador; • Sinalização dos tanques trocadas; • Operador sem vontade de trabalhar; • Operador sobre pressão no trabalho; • Horário de abastecimento, possível falta de luz; • Tanques sem sinalizações; • Tanques próximos;	

Fonte: Autoria própria.

Com uma análise do *Brainstorming* ou tempestade de ideias, pode-se prover e organizar ideias das seguintes células: capacitação, processo/métodos, equipamento, material, ambiente e gerenciamento. Com isso, foi produzido um Diagrama de Ishikawa (Figura 12), em que são demonstradas as problemáticas enfrentadas em cada tópico que podem ter levado à troca.

Figura 12 - Diagrama de Ishikawa produzido através do *Brainstorming*.



Fonte: Autoria própria.

A produção do Diagrama de Ishikawa gerou a análise encontrada no Anexo A. A análise do diagrama está apresentada na Tabela 3, com as possíveis justificativas das problemáticas enfrentadas em cada uma célula.

Tabela 3 - Preenchimento do formulário de análise do Diagrama de Ishikawa.

(continua)

ANÁLISE DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA	
Equipamento: Manipulador Telescópio Manitou MTX 1740 S3E3	
DESCRIÇÃO: Troca da boca do tanque de abastecimento de combustível pelo hidráulico	
CAPACITAÇÃO	JUSTIFICATIVA

Tabela 3 - Preenchimento do formulário de análise do Diagrama de Ishikawa.

(conclusão)

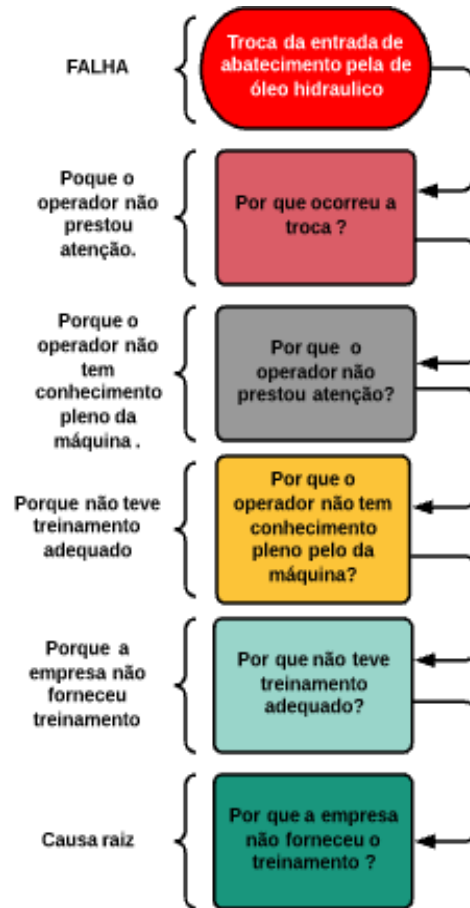
- Falta de treinamento; - treinamento deficiente; - Sem conhecimento da máquina; - Falta de concentração.	- Bocas de combustíveis muito próximas; - Falta de treinamento; - Operador distraído.
MATERIAIS	JUSTIFICATIVA
- Combustível; - Óleo hidráulico.	Troca das bocas de abastecimento, o óleo hidráulico estava misturado com combustível.
PROCESSOS/MÉTODOS	JUSTIFICATIVA
- Falta de um controle intenso; - Sinalização adequada das bocas hidráulicas e de abastecimento.	- Não era feito o check list após o uso do equipamento; - Para não haver trocas.
AMBIENTE	JUSTIFICATIVA
Luminosidade	Luminosidade ineficiente ou inadequada poderia ter influenciado a troca das bocas.
EQUIPAMENTO	JUSTIFICATIVA
Boca de abastecimento de combustível perto da boca de abastecimento hidráulico.	Poderia proporcionar a eventual troca
GERENCIAMENTO	JUSTIFICATIVA
Afirmação que o operador tinha pleno conhecimento da máquina.	Falta da implementação da gestão da qualidade, falta de treinamento

Fonte: Autoria própria.

Após a coleta de dados proporcionada pelo *Brainstorming* e organização gerada pela análise do Diagrama de Ishikawa, foi implementada a ferramenta dos 5 porquês, a ferramenta

vem para identificar a causa raiz da problemática através de questionamentos apresentados na Figura 13.

Figura 13 - Aplicação dos 5 Porquês.



Fonte: autoria própria.

Através do estudo investigativo foi constatado que as problemáticas enfrentadas foram derivadas da falta de treinamento do operador, visto que a empresa não forneceu o treinamento necessário propiciando que o operador realizasse a troca das entradas de combustível e óleo hidráulico no momento do abastecimento.

A possível solução para a eventual problemática será a aplicação da gestão da qualidade e suas ferramentas, como salientado na Tabela 4, referente a análise de falha.

Tabela 4 - Preenchimento do formulário de análise de falha.

(continua)

EQUIPAMENTO: Manipulador Telescópio Manitou MTX 1740 S3E3
DESCRIÇÃO: Troca da boca do tanque de abastecimento de combustível pelo hidráulico.
FOTOGRAFIA DO EQUIPAMENTO

Tabela 4 - Preenchimento do formulário de análise de falha.*(conclusão)*

	
HISTÓRICO DO EQUIPAMENTO	
O equipamento tem um histórico fraco de registros, apresentava falhas referentes a perda de capacidade de carga. A capacidade máxima de carga é 5t e estava operando com uma capacidade de 3t, demonstrando um possível problema na bomba hidráulica.	
CONCLUSÃO DE ANÁLISE	
A falha da troca das bocas de abastecimento de combustível e óleo hidráulico foi ocasionada pela falta de conhecimento do operador e preenchimento de forma inadequada da lista de verificação, que demonstrava que o operador não possuía treinamento necessário.	
DISCUSSÕES	
Foram propostas as seguintes ações objetivando a não ocorrência de trocas futuras: • Conhecimento pleno da máquina, elevação dos índices de confiabilidade do equipamento e a redução de paradas indesejadas. • Treinamento eficiente, o operador terá um pleno conhecimento sobre o equipamento evitando a possível troca. • O operador ter com o conhecimento da máquina, podendo fazer pequenos reparos na mesma, evitando eventuais falhas.	

Fonte: Autoria própria, 2021.

O preenchimento do registro e análise de falhas estabelece uma verificação detalhada através dos seguintes critérios: a fotografia do equipamento, identificação do equipamento analisado, histórico do equipamento para mostrar problemas semelhantes ocorridos no passado. Este equipamento não tem histórico detalhado que possa estabelecer uma rastreabilidade de falhas através do histórico.

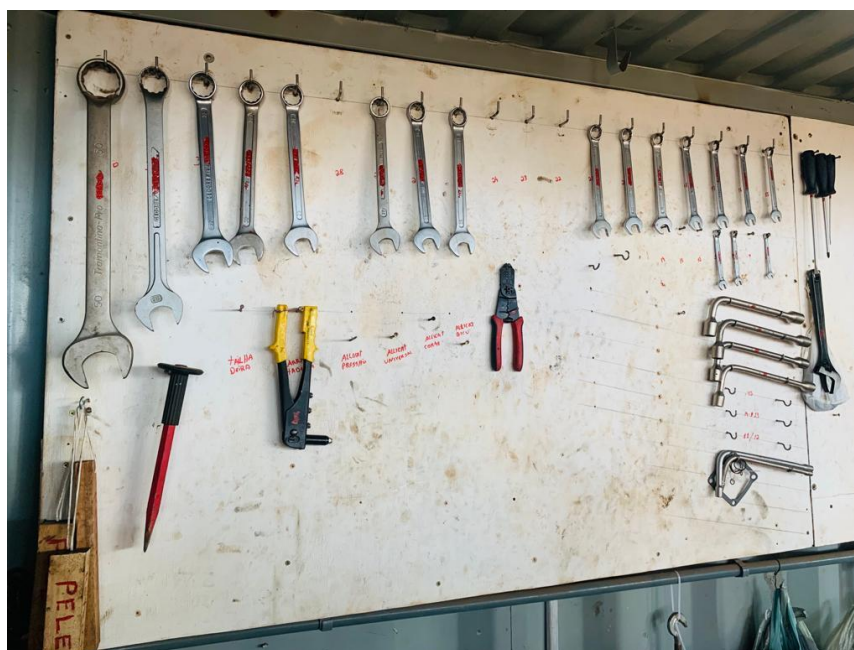
A conclusão de análises estabelece a problemática através das investigações anteriores demonstrando a falta de treinamento do operador que resultou na troca. O preenchimento errado do formulário (Anexo B) demonstra que o operador não tem conhecimento da máquina. Com relação as discussões, foram propostas eventuais soluções para que o caso não aconteça novamente, através da implementação das ferramentas da gestão da qualidade.

4.2 SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O CASO 2

Com base na problemática da organização da oficina e almoxarifado, foram propostas soluções e discussões baseadas na gestão da qualidade e suas ferramentas.

Uma das problemáticas observadas na oficina é a organização, onde algumas ferramentas não retornam para o quadro de ferramentas (Figura 14).

Figura 14 - Quadro de ferramentas.



Fonte: Autoria própria.

Para resolver essa problemática da desorganização da oficina foi-se aplicado a gestão da qualidade, utilizando como base a ferramenta dos 5 S para eficácia de aplicação, a ideia é proporcionar um ambiente de trabalho limpo e organizado.

Após orientação aos colaboradores da oficina iniciamos a aplicação da ferramenta dos 5S. O primeiro S utilizado foi o “uso” (Seiri). Após o expediente, foi sugerida a retirada de todo o material em desuso, como resto de sucata, óleo hidráulico usado, entre outros, e foi feito o

descarte de forma ecologicamente correta. Assim, essa execução foi realizada através de conversas e orientação demonstrando que uma oficina organizada teria uma melhor eficiência.

O Segundo S, “organização” (Seiton), foi aplicado na oficina de forma a conservar a organização, orientando a devolução das ferramentas ao quadro de ferramentas logo após o uso. Além disso, foi aplicado o termo de responsabilidade para empréstimo das ferramentas utilizadas fora do ambiente da oficina, como mostrado no APENDECE II. Nesse sentido, o colaborador se responsabiliza pela ferramenta emprestada. O apêndice pode ser aplicado tanto para ferramentas de uso na empresa como para ferramentas que saem para reparos externos.

A organização de estoque foi feita através da separação de materiais por marca e tipo de material (Figura 15), dessa forma, é possível fazer um levantamento usando a método do tópico 4.2.1.

Figura 15 – Antes e depois da organização de parte do estoque.



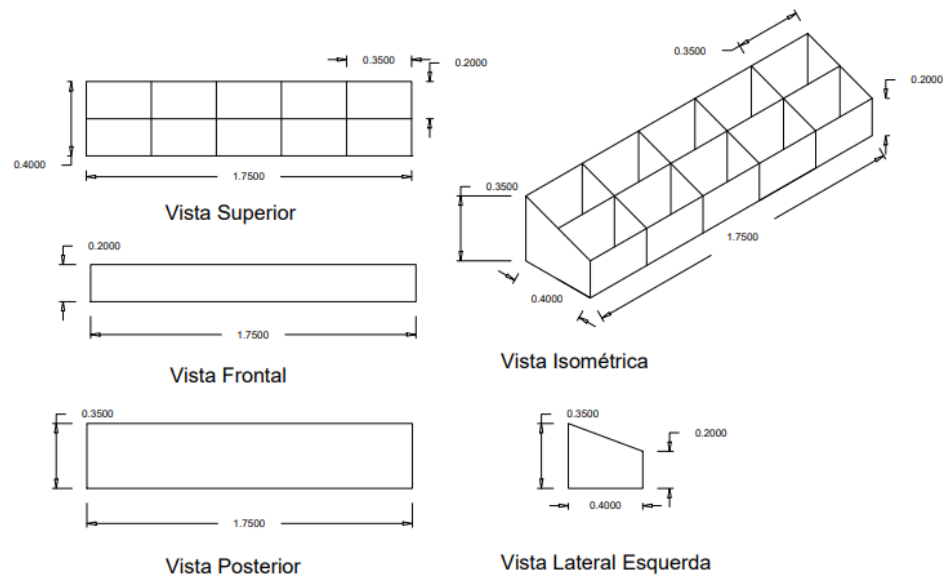
Antes

Depois

Fonte: Autoria própria.

Para a organização dos elementos de fixação mecânica que apresentam grande uso na oficina, foram projetadas caixas de madeiras (Figura 16) com intuito de maximizar a área de estoque e minimizar as perdas. Em seguida, foi fabricada e utilizada, conforme demonstrado na Figura 17.

Figura 16 - Projeto das caixas para guardar porcas, parafusos e arruelas.



Fonte: Autoria própria.

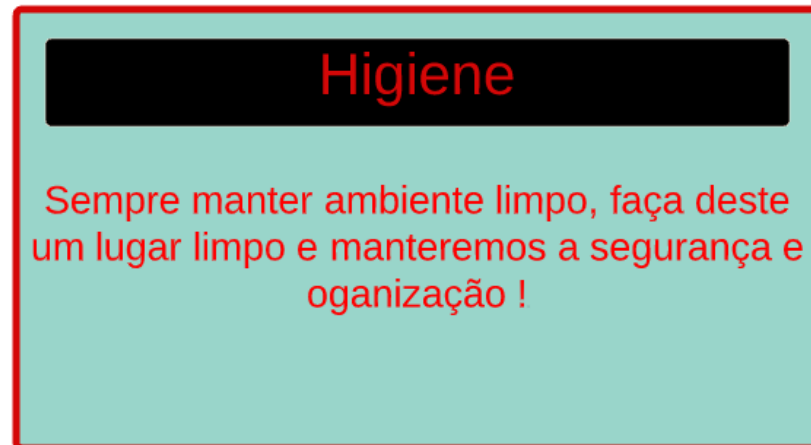
Figura 17 - Aplicação do projeto de caixas para guardar porcas, parafusos e arruelas.



Fonte: Autoria própria.

O terceiro S, refere-se a “limpeza” (Seiso). Após o expediente, é iniciada a limpeza do ambiente do trabalho com a retirada de rebarbas de materiais metálicos, cavacos e etc. Também foi orientado o descarte correto desse material, por categoria. Além disso, foi proposto a colocação de uma placa (Figura18), para relembrar aos usuários da oficina da importância dessa atividade de limpeza.

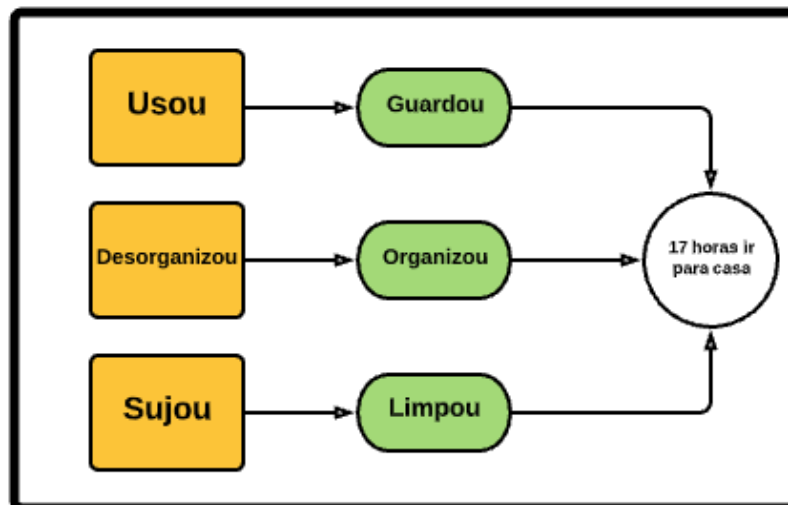
Figura 18 - Placa para aplicação de higienização na oficina.



Fonte: Autoria própria.

No quarto S, “padronização” (Siketsu), foi proposta a colocação de placa indicativa (Figura 19), que orienta o cumprimento das atividades anteriormente dispostas nesse subtópico.

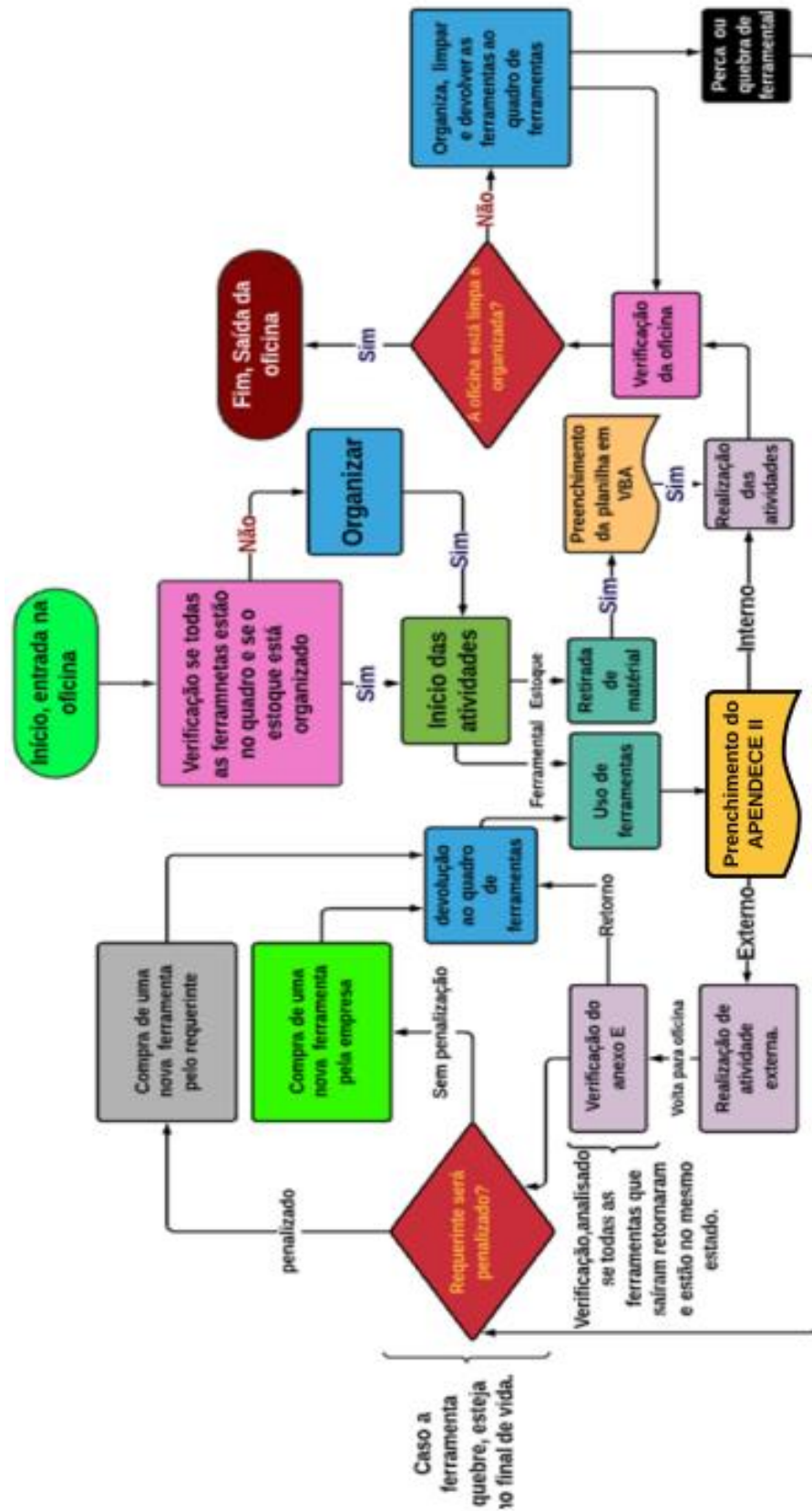
Figura 19 - Placa para padronização de ação dentro da oficina.



Fonte: Autoria própria.

No quinto S, “Disciplina” (Shituke), foi acordado que os colaboradores só iriam sair da oficina após todos os itens serem colocados em seus devidos locais, cumprindo os pontos anteriores. Para o entendimento dos processos necessários visando o bom funcionamento da oficina, foi gerado um fluxograma (Figura 20) e posto da oficina, que permite manter a organização e disciplina nesse setor da empresa.

Figura 20 - Fluxograma de funcionamento da oficina.



Fonte: Autoria própria.

4.2.1. Organização de estoque por sistema VBA

A organização do estoque ocorreu através da aplicação da gestão da qualidade e suas ferramentas, tendo como base os 5 S. Observou-se a necessidade de um levantamento de estoque, com isso, redução do tempo de procura de peças.

O sistema implementado para organização de estoque foi o VBA, *Visual Basic for Applications*, incorporado com o Excel, que está dividido em 3 sub planilhas onde cada planilha irá registrar os itens, movimentação de estoque e a situação do almoxarifado, respectivamente.

O programa implementado tem um *layout* de cadastro de entrada e saída de estoque (Figuras 21 e 22). O programa proporciona uma forma dinâmica para o cadastro de saída e entrada de produtos.

Figura 21 - Cadastro de entrada de produtos.

Fonte: Autoria própria.

Figura 22 – Cadastro de saída produtos.

Fonte: Autoria própria.

Após o cadastro de entrada e saída, o funcionário será redirecionado para uma outra planilha de registro de entrada e saída de estoque (Figuras 23 e 24), onde serão apresentados os dados do produto como data de entrada ou saída, quantidade, valor unitário do produto e valor total do produto em estoque. Essa planilha possibilita um controle e visualização mais detalhada dos produtos que entraram e saíram no estoque.

Figura 23 - Planilha de entrada de produtos.

ENTRADA DE ESTOQUE				
DATA	PRODUTO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
05/10/2021	Lâmpada phillips - 13498cp - 24v 21 w Ba15s	6,00	5,00	R\$ 30,00
03/10/2021	lubrax gl5 140 - petrobras	5,00	913,00	R\$ 4.565,00
30/09/2021	Lâmpada phillips - 13498cp - 24v 21 w Ba15s	14,00	4,11	R\$ 57,54
27/09/2021	pneu 175/175r1486t	16,00	370,00	R\$ 5.920,00
26/09/2021	Rolamento autocompensador de rolos	10,00	396,28	R\$ 3.962,80
25/09/2021	TORQ - GARD SAE 15W -40 óleo de motor	6,00	479,00	R\$ 2.874,00
22/09/2021	TECFIL pel2002- filtro de óleo	12,00	24,38	R\$ 292,56
20/09/2021	mann filter wk 954/1 x	13,00	116,95	R\$ 1.520,35
12/09/2021	MANN FILTER PF 420	10,00	103,20	R\$ 1.032,00
10/09/2021	Tecfil - AG68 - FILTRO	22,00	6,68	R\$ 146,96
10/09/2021	tecfil - psl123 - filtro para água de refrigeração	10,00	26,97	R\$ 269,70
01/09/2021	Lubrax extra pro turbo - 15 w - 40 API CI4	10,00	516,88	R\$ 5.168,80
25/08/2021	Total Rubia - TIR 7400 - 15W-40	6,00	551,30	R\$ 3.307,80
21/08/2021	IPITUR ISSO 68 - sistema hidraulico	4,00	509,00	R\$ 2.036,00
20/08/2021	Orbi limpa contato - limpa contato elétrico	30,00	16,31	R\$ 489,30
15/08/2021	tecfil - psa331 - filtro para água de refrigeração	20,00	60,00	R\$ 1.200,00
15/08/2021	mann filter w 950/26 - filtro	20,00	66,61	R\$ 1.332,20
15/08/2021	lubrax gl5 140 - petrobras	3,00	913,30	R\$ 2.739,90
13/08/2021	Lâmpada phillips - 13498cp - 24v 21 w Ba15s	10,00	4,11	R\$ 41,10
13/08/2021	Wurt - Lâmpada - H7 24v 70 w	16,00	126,98	R\$ 2.031,68

Fonte: Autoria própria.

Figura 24 - Planilha de saída de produtos.

SAÍDA DE ESTOQUE				
DATA	PRODUTO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
30/10/2021	Rolamento autocompensador de rolo:	2,00	R\$ 390,00	R\$ 780,00
27/10/2021	Rolamento autocompensador de rolo:	2,00	R\$ 390,00	R\$ 780,00
24/10/2021	TECFIL pel2002- filtro de óleo	3,00	R\$ 24,38	R\$ 73,14
01/10/2021	Tecfil - AG68 - FILTRO	2,00	R\$ 6,68	R\$ 13,36
15/10/2021	lubrax gl5 140 - petrobras	2,00	R\$ 913,00	R\$ 1.826,00
02/10/2021	Orbi limpa contato - limpa contato elé	2,00	R\$ 16,97	R\$ 33,94
10/10/2021	tecfil - psl123 - filtro para água de refr	1,00	R\$ 26,97	R\$ 26,97
21/09/2021	tecfil - psa331 - filtro para água de refi	5,00	R\$ 60,00	R\$ 300,00
20/09/2021	lubrax gl5 140 - petrobras	1,00	R\$ 913,00	R\$ 913,00
20/09/2021	Lâmpada phillips - 13498cp - 24v 21 w l	6,00	R\$ 4,11	R\$ 24,66
10/09/2112	MANN FILTER PF 420	5,00	R\$ 103,20	R\$ 516,00
27/09/1901	IPITUR ISSO 68 - sistema hidraulico	1,00	R\$ 509,00	R\$ 509,00
25/08/2021	Filtro de óleo - PEL2002 - Tecfil	4,00	R\$ 25,00	R\$ 100,00
23/08/2021	TORQ - GARD SAE 15W -40 óleo de mc	1,00	R\$ 470,00	R\$ 470,00
20/08/2021	pneu 175/175r1486t	4,00	R\$ 370,00	R\$ 1.480,00

Fonte: Autoria própria.

Com os cadastros dos produtos feitos na planilha, os dados são redirecionados e filtrados em uma outra planilha (Figura 25) de estoque geral dos itens, na qual são demonstrados as entradas, saídas, saldo em estoque, valor de produtos em estoque e a situação que o produto se encontra. A situação dos produtos é delimitada através de um sistema KANBAN, onde, a cor

verde da célula demonstra um estoque em alta e é exibido a palavra “ok”. Já a cor amarela da célula delimita um estoque em queda e precisa de uma ação para a reposição, apresentando a palavra “atenção” e, por fim, a cor vermelha com a palavra “urgente” indica que o produto requer uma ação urgente de reposição, visto que a quantidade desse produto pode comprometer o funcionamento da empresa.

ESTOQUE				CLICK AQUI PARA FILTRAR DADOS	
PRODUTO	ENTRADA	SAÍDA	VALOR R\$	SALDO EM ESTOQUE	Situação
Rolamento autocompensador de rolos	10	4	R\$ 2.402,80	6	atenção
lubrax gl5 140 - petrobras	5	1	R\$ 3.652,00	4	atenção
Lâmpada phillips - 13498cp - 24v 21 w 8a15s	30	6	R\$ 103,98	24	ok
pneu 175/175r1486t	16	4	R\$ 4.440,00	12	ok
TORQ - GARD SAE 15W-40 óleo de motor	6	1	R\$ 2.404,00	5	atenção
TECFIL pel2002-filtro de óleo	12	3	R\$ 219,42	9	ok
mann filter wk 954/1 x	13	0	R\$ 1.520,35	13	ok
MANN FILTER PF 420	10	5	R\$ 516,00	5	atenção
Tecfil - AG68 - FILTRO	22	2	R\$ 133,60	20	ok
tecfil - psl123 - filtro para água de refrigeração	10	1	R\$ 242,73	9	ok
Lubrax extra pro turbo - 15 w - 40 API C14	10	0	R\$ 5.168,80	10	ok
Total Rubia - TIR 7400 - 15W-40	6	0	R\$ 3.307,80	6	atenção
IPITUR ISSO 68 - sistema hidraulico	4	1	R\$ 1.527,00	3	urgente
Orbi limpa contato - limpa contato elétrico	30	2	R\$ 455,36	28	ok
tecfil - psa331 - filtro para água de refrigeração	20	5	R\$ 900,00	15	ok
mann filter w 950/26 - filtro	20	0	R\$ 1.332,20	20	ok
lubrax gl5 140 - petrobras	3	2	R\$ 913,90	1	urgente
Wurt - Lâmpada - H7 24v 70 w	16	0	R\$ 2.031,68	16	ok
Filtro de óleo - PEL2002 - Tecfil	20	4	R\$ 385,60	16	ok

Figura 25 - Estoque geral.

Fonte: Autoria própria.

Com a melhoria através da gestão da qualidade e aplicação da ferramenta do segundo S, referente a ferramenta dos 5S, foi possível organizar a oficina e o almoxarifado. Além disso, aplicação da planilha em VBA junto com o sistema KANBAN, proporcionaram uma melhoria no controle de materiais, com isso, evitou-se a procura por peças, e, conseqüentemente, redução de tempo reparo.

4.3. ESTUDO DA CONFIABILIDADE DE EQUIPAMENTO

O equipamento de análise é uma escavadeira Case Cx220b que, no seu histórico, não apresenta manutenções constantes. De modo geral, ela é utilizada em terraplanagem nos parques eólicos. A máquina possui baixo índice de manutenção, sendo utilizada sem manutenção adequada, potencializando seu uso devido atraso na obra de terraplanagem. Nesse sentido, foi proposta a aplicação do cálculo de indicadores de confiabilidade com o uso da gestão da qualidade e suas ferramentas.

Para realização dos cálculos, foi criada uma planilha do Excel (Figura 26), demonstrando as manutenções da escavadeira no último aluguel, período de 123 dias. A planilha possibilita calcular os seguintes fatores: MTTR, indicando a eficiência de manutenção, demonstrado no tópico 4.3.1; MTBF, que demonstra o tempo médio entre falhas, corroborado no tópico 4.3.2; taxa de falha e confiabilidade do equipamento, que possibilita calcular o desempenho do equipamento no período de tempo, sendo apresentado no tópico 4.3.2.

Figura 26 - Base de dados da escavadeira de 07/05/2021 – 09/09/2021.

Data	Indicador	Horas Produtivas	Tipo de Manutenção	Custo de manutenção
06/05/2021	Produtivo	8	—	0
07/05/2021	Produtivo	9	—	0
08/05/2021	Produtivo	6	—	0
09/05/2021	—	0	—	0
10/05/2021	Preventiva	7	acrescentar óleo de motor	450
11/05/2021	Produtivo	9	—	0
12/05/2021	Produtivo	8,5	—	0
13/05/2021	Produtivo	9	—	0
14/05/2021	Produtivo	9	—	0
15/05/2021	Produtivo	7	—	0
16/05/2021	—	0	—	0
17/05/2021	Produtivo	9	—	0
18/05/2021	Produtivo	8,5	—	0
19/05/2021	Produtivo	9	—	0
20/05/2021	Corretiva	3	Trinca da articulação	0
21/05/2021	Corretiva	0	solda da articulação	600
22/05/2021	Produtivo	6	—	0
23/05/2021	—	0	—	0
24/05/2021	Produtivo	8	—	0
25/05/2021	Produtivo	9	—	0
26/05/2021	Produtivo	9	—	0
27/05/2021	Preventiva	8	Troca do filtro de ar	400
28/05/2021	Produtivo	8,5	—	0
29/05/2021	Produtivo	6	—	0
30/05/2021	—	0	—	0
31/05/2021	Produtivo	8	—	0
01/06/2021	Produtivo	9	—	0
02/06/2021	Corretiva	0	Troca da mola	0
03/06/2021	Corretiva	0	Troca da mola	0
04/06/2021	Produtivo	9	—	0
05/06/2021	Produtivo	6	—	0
06/06/2021	—	0	—	0
07/06/2021	Produtivo	8	—	0
08/06/2021	Produtivo	9	—	0
09/06/2021	Produtivo	10	—	0
10/06/2021	Preventiva	8	Inspeção bateria	0
11/06/2021	Produtivo	9	—	0

Legenda:

- Folga - Domingo
- Domingo trabalhado
- Feriado trabalhado

MTTR

Horas corretivas: 9
 Quantidade de falha: 9
 MTTR: 1

MTBF

Horas produtivas: 535,5
 Quantidade de falha: 9
 MTBF: 66,16666667

Taxa de falha e Confiabilidade para os próximos 123 dias

Taxa de falhas: 0,01511335
 Confiabilidade: 15,58%

Fonte: Autoria própria.

4.3.1. MTTR

O MTTR foi calculado através do somatório das horas corretivas dividido pela quantidade de falhas. A Figura 27 ilustra o MTTR do equipamento estudado demonstrando as horas corretivas, quantidade de falhas e MTTR do equipamento. Tal cálculo foi produzido via Excel.

Figura 27 - MTTR da Base de dados da escavadeira de 07/05/2021 – 09/09/2021.

MTTR	
Horas corretivas:	9
Quantidade de falhas:	9
MTTR:	1

Fonte: Autoria própria.

Este MTTR indica o tempo médio que o equipamento ficará em manutenção corretiva, cerca de 1 hora, esse mesmo tempo será referente para o equipamento estar apto ao seu funcionamento.

4.3.2. MTBF

O MTBF é calculado através da quantidade de horas produtivas dividida pela quantidade de falhas, por fim, tem-se o valor do MTBF. A Figura 28 exibe a quantidade de horas produtivas, quantidade de falhas e para finalizar, o MTBF.

Figura 28 - MTBF da Base de dados da escavadeira de 07/05/2021 – 09/09/2021.

MTBF	
Horas produtivas:	595,50
Quantidade de falhas:	9
MTBF :	66,17

Fonte: Autoria própria.

O equipamento apresentou uma média de falhas a cada 66,16 horas. É possível determinar que quanto maior o valor do MTBF e menor o valor do MTTR, maior a disponibilidade do equipamento, proporcionando a redução do custo de produção.

4.3.3. CONFIABILIDADE

A confiabilidade do equipamento evidencia se a escavadeira funcionará no tempo de 123 dias, que é referente ao tempo de funcionamento no próximo parque eólico, em que realizará a função de terraplanagem.

A probabilidade que a escavadeira possa apresentar falhas nos próximos 123 dias, é calculada por meio da taxa de falhas e confiabilidade, conforme apresentado no tópico 4.3.2. A confiabilidade foi calculada em função do próximo tempo de aluguel através da planilha do EXCEL.

A Figura 29 demonstra a taxa de falha e a confiabilidade do equipamento no próximo aluguel de 123 dias.

Figura 29 - Taxa de falha e Confiabilidade para os próximos 123 dias.

Taxa de falha e Confiabilidade para os próximos 123 dias	
Taxa de falhas:	0,015
Confiabilidade:	15,58%

Fonte: Autoria própria.

A taxa de falha da escavadeira no período de 123 dias é de 0,01511335 e sua taxa probabilidade de funcionamento em perfeito estado nos próximos 123 dias é de 15,58 %. Quanto maior a confiabilidade menor será a possibilidade do equipamento falhar.

4.3.4. Análise dos parâmetros e soluções propostas da escavadeira

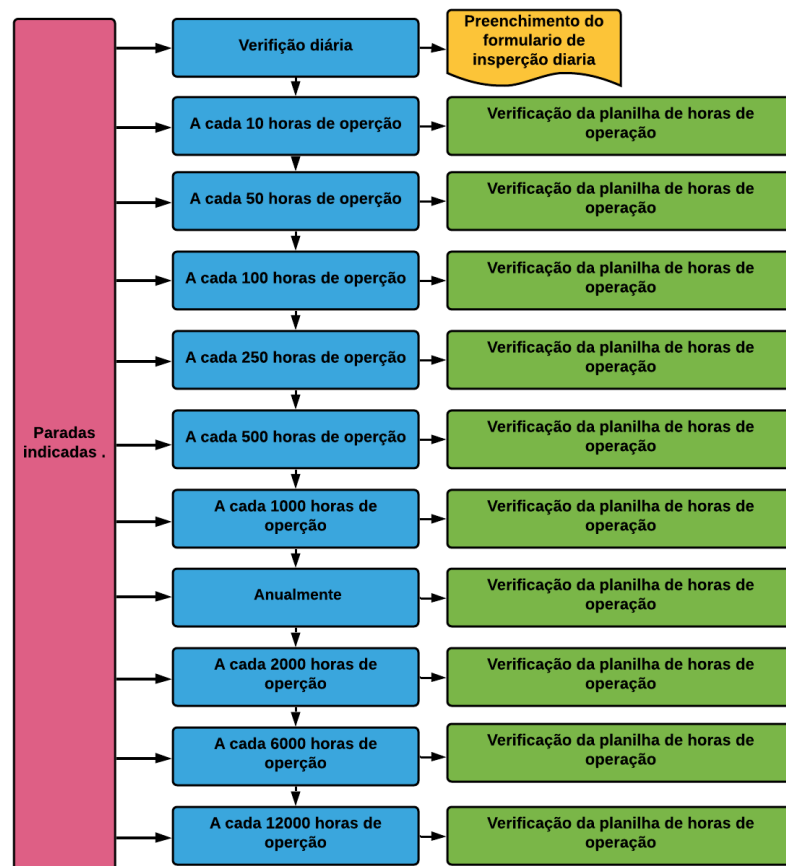
Ao analisar os dados da escavadeira Cx220b percebeu-se que a média de falha é de 66,16 horas (MTBF), cuja manutenção corretiva dura em uma média de 1 hora (MTTR). O MTBF e MTTR são médias aritméticas que dão uma noção de intervalos de acontecimentos, para ter uma noção mais exata da confiabilidade operacional da escavadeira, foi calculada a taxa de falha, que deu um valor de 0,015. Em seguida, a confiabilidade do equipamento, que gerou um valor de 15,58%, o qual consiste na probabilidade de o equipamento funcionar em perfeito estado nos próximos 123 dias, referente ao próximo serviço que o equipamento será alugado.

Nesse caso, notou-se a necessidade de uma boa gestão da manutenção para alimentar a planilha (Figura 26) com as informações necessárias. Foi observada a necessidade de um sistema de manutenções preventivas e inspeções no equipamento, visto que o equipamento

tinha manutenções aleatórias e inspeções inconstantes. Portanto, foi proposto a criação planilhas usando a gestão da qualidade.

O diagrama proposto (Figura 30) mostra como será efetivada a aplicação da gestão da qualidade, em que é levado em consideração os históricos anteriores da máquina. O diagrama exhibe quando ocorrerá as paradas, e quais itens deverão ser verificados conforme elas.

Figura 30 - Diagrama de manutenção.



Fonte: Autoria própria.

Propondo a utilização das ferramentas da qualidade, foi possível viabilizar a inspeção do equipamento pelo operador. Isso auxilia na detecção de pequenas falhas que podem acarretar em paradas futuras, assim, foi observado que havia falta de verificações diárias na máquina e não havia nenhuma ferramenta de checagem dos itens, assim sendo, foi proposto o *checklist* demonstrado na Figura 31.

Tabela 5 - Quadro de paradas de manutenção por horas de operação.
(continuação)

Trem de rolamento	Verificação da presença de vazamentos de óleo e desgaste de parafusos
A CADA 50 HORAS DE OPERAÇÃO	
Tanque de combustível	Drenagem da água e sedimentos do reservatório do tanque
Filtro de combustível auxiliar	Drenagem
Filtro de combustível final	Drenagem
Filtro de combustível primário e separador	Drenagem
Articulação da escavadeira	Lubrificação das conexões
A CADA 100 HORAS DE OPERAÇÃO	
Peças da esteira	Verificação das peças de fixação
Caçamba	Lubrificação da articulação
A CADA 250 HORAS DE OPERAÇÃO	
Caixa de engrenagens de giro	Coleta de amostra de óleo e verificar
Ar condicionado	Limpar condensador e verificação da refrigeração
Comando de ventiladores	Verificar
Correias	Verificar
Caixa de engrenagem de acionamento da bomba	Verificar o nível do óleo
Válvulas do motor	Verificar
Baterias	Inspecionar
Sistema hidráulico	Substituição do filtro de óleo
Comandos finais	Coletar amostra e verificar nível do óleo
Motor	Verificar e obter amostra de óleo
A CADA 500 HORAS DE OPERAÇÃO	
Sistema hidráulico	Coleta de amostra de óleo e efetuar manutenção da tela dos filtros
Caixa de engrenagens de giro interna	Verificar e acrescentar graxa nos dentes
Caixa de engrenagens de giro	Coleta de amostra de óleo
Combustível	Coleta de amostra

Tabela 5 - Quadro de paradas de manutenção por horas de operação.*(continuação)*

Respiro do cárter	Limpar
Comando de giro	Verificar e lubrificar
Tampa e tela de enchimento do tanque de combustível	Limpeza e substituição do filtro
Filtros de ar fresco e de articulação da cabine	Substituição a cada 6 limpezas
Líquido arrefecimento do motor	Coleta de amostra
Caixa de engrenagem de deslocamento	Coleta de amostra de óleo
Caixa de acionamento da bomba	Coleta de amostra de óleo
A CADA 1000 HORAS DE OPERAÇÃO	
Engrenagem de giro	Drenagem e reabastecimento de óleo
Tanque hidráulico	Substituição do óleo
Correia de serpentina	Verificar
Filtro de ar do motor	Substituição
Filtro de óleo piloto	Substituição
Comando final	Verificar o óleo
Bateria	Verificar
A CADA 2000 HORAS DE OPERAÇÃO	
Motor	Ajustar folgas das válvulas
Engrenagem de giro	Lubrificação
Engrenagem da caixa de deslocamento	Drenagem e abastecimento de óleo
Suporte do motor	Verificar
Tanque hidráulico	Substituição do óleo
Comandos finais	Troca de óleo
Turbo compressor	Verificar
Caixa de engrenagem de deslocamento	Drenagem e reabastecimento da caixa
Tanque hidráulico	Drenagem e reabastecimento do óleo do tanque
ANUALMENTE	
Líquido arrefecedor do sistema de arrefecimento	Obter amostra
A CADA 6000 HORAS DE OPERAÇÃO	

Tabela 5 - Quadro de paradas de manutenção por horas de operação.
(conclusão)

Sistema de arrefecimento	Adição de aditivos do líquido de arrefecimento
A CADA 12000 HORAS DE OPERAÇÃO	
Sistema de arrefecimento	Trocar o líquido de arrefecedor

Fonte: Autoria própria.

5. CONCLUSÃO

A metodologia das ferramentas de gestão da qualidade voltadas a otimização mostrou-se eficiente para o objetivo proposto, que foi estudar a dinâmica da empresa, verificar as falhas e propor soluções para as mesmas. O trabalho realizou estudos de casos dentro de uma empresa de alugueis de máquinas, que demonstrou a necessidade da aplicação de metodologias de melhoramento em alguns setores da empresa, como a oficina, almoxarifado e setor administrativo. A implementação das ferramentas da gestão da qualidade proporcionou implementar ferramentas que possam trazer melhorias nos setores acima citados.

Foi possível perceber que a implementação da gestão da qualidade e suas ferramentas estão diretamente ligadas ao aumento produtivo da empresa. As ferramentas da qualidade propostas se mostraram satisfatórios, e as análises realizadas através das ferramentas dos 5 S, Just in time e sistema KANBAN, foram eficientes para solucionar a desorganização encontrada inicialmente na empresa.

Portanto, a gestão da qualidade e suas ferramentas demonstraram ser satisfatórias para a empresa de alugueis de máquinas aqui estudada, evidenciando formas mais eficientes de organização através de cronogramas, formulários e planilhas. Sugere-se que a metodologia da gestão da qualidade e suas ferramentas sejam testadas em outras empresas de ramo semelhante, para verificar se os resultados obtidos nesse trabalho podem ser corroborados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AMORIN, Gleison de Souza; HATAKEYAMA, Kazuo. **Implantation Of Total Productive Maintenance**. N.I. ISSN 0798 1015. Espacios, v. 38, n. 22, 2017.

BARBOSA, Priscila Pasti et al. **Ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. 2011.

BAZONI, ANDERSON ACÁCIO F. et al. **Implantação do Diagrama de Ishikawa em uma empresa do segmento de tintas e materiais para construção, para solucionar problemas de estocagem e recebimento**. Gestão em Foco, Edição nº7 Ano, 2015.

BERH, Ariel. MORO, Eliane Lourdes da Silva. ESTABEL, Lizandra Brasil. Gestão da, 2008.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1994.

CHANDEGRA, P.; DESHPANDE, V. A. (2014). Total Productive Maintenance implementation through different strategies: a review. International Journal of Advance Engineering and Research Development, 1(11), 117-128.

CHAVES, André Rodrigues. **Aplicado a uma plataforma elevatória de acessibilidade**. 2019. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

COUTINHO, Thiago. **Quais são os 8 pilares da TPM (Manutenção Produtiva Total)?**. Voitto, 2019. Disponível em: < <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/8-pilares-tpm> >. Acesso: 10 outubro de 2021.

DIAS, Íris Soraia Cristóvão. **Aplicação de Técnicas de Fiabilidade e Gestão de Manutenção numa Linha de Tratamento de Frigoríficos em Fim de Vida: Caso de Estudo Recielectric**. 2015. Tese de Doutorado.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção Função Estratégica**. ed. São Cristovão-RJ:[sn], 2009.

LAGE JUNIOR, Muris; GODINHO FILHO, Moacir. **Adaptações ao sistema KANBAN: revisão, classificação, análise e avaliação.** Gestão & Produção, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 173-188, abr. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2008000100015>.

LOOS PREVENTION. **TPM de treinamento do curso O Facilitador & o TPM.** São Paulo: Loos Prevention, 2011.

MAZZAFERO M. F. P; GROSSELLI S. P. **A importância de obter a ferramenta de qualidade 5S nas organizações.** Faculdade Cenecista de Capivari. Capivari, SP 2009

PASSAMAI, Breno Dummer; CASTILHO, Gustavo Beccalli. **Nova Metodologia de Análise de Falha em Empresa de Refrigerante** – Proposta e Estudo de Caso. 2007. 80f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

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

RIBEIRO, Celso Ricardo. **Processo de implementação da Manutenção Produtiva Total (T.P.M.) na indústria brasileira.** 2003. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Mab, Economia, Contabilidade, Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté – Sp, 2003.

S.A.E. **Reliability and Maintainability Guideline for Manufacturing Machinery and Equipment.** Michigan: National Center for Manufacturing Sciences, Inc., 1993. ISBN 1-56091-362-2.

SOUZA, Alexandre Ferreli et al. **Gestão de manutenção em serviços de saúde.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2010.

SOUZA, José Carlos. **A manutenção produtiva total na indústria extrativa mineral: a metodologia tpm como suporte de mudanças.** 2001. 137 f. Tese (Mestrado) - Curso de Universidade Federal de Santa Catarina, Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SUGIMORI, Yutaka et al. **Toyota production system and KANBAN system materialization of just-in-time and respect-for-human system**. The international journal of production research, v. 15, n. 6, p. 553-564, 1977.

SUZUKI, T. (1993). **TPM – Total Productive maintenance**. São Paulo: JIPM & IMC.

TELES, Jhonata. **Introdução ao TPM: total productive maintenance**. TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE. Disponível em: <https://engeteles.com.br/introducao-ao-tpm-total-productive-maintenance/>. Acesso em: 13 set. 2021.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia, PCM, **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014. 192 p. 1.

VIEIRA, Luis Felipe; SILVA, Vinicius Costa da. **Melhoria de rotinas da manutenção a partir do acompanhamento de indicadores de confiabilidade**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

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

WILLIAMS, Richard L. **“Como Implantar a Qualidade Total na sua Empresa”**. 1ª edição, Rio de Janeiro Ed.: Campus, 1995.

WYREBSKI, J. **Manutenção Produtiva Total: Um Modelo Adaptado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

APÊNDICE I – ROTEIROS DE QUESTÕES DAS ENTREVISTAS

Questionário 1

- 1) A empresa tem atraso na entrega de equipamento?
- 2) Quais equipamentos apresentam maior número de manutenções?
- 3) Quais principais problemas vocês enfrentam no diário de bordo? De forma detalhada a dificuldade no tópico
- 4) Você teria alguma ideia de solução para o diário de bordo?
- 5) A manutenção das máquinas é organizada? tem algum cronograma?
- 6) Como é feita a organização da oficina?
- 7) Como é feito o controle de peças?
- 8) Como é feito o controle de peças no estoque?
- 9) Problema na entrega de equipamentos por reposição de peças?
- 10) Vocês conhecem o sistema KANBAN?

Questionário 2

- 1) No é equipamento estudado, o que você acha que ocorreu para ocorrer a troca no momento do abastecimento?
- 2) Você acha que a má localização do tanque colaborou com a eventual troca?
- 3) Quanto tempo o equipamento passou com a eventual troca? Quando foi notado a troca?
- 4) É feito pré e pós *checklist* com equipamento?
- 5) Faz quanto tempo que a empresa tem esse equipamento? já tinha apresentado um problema parecido?
- 6) O operador tinha conhecimento pleno da máquina?
- 7) No seu ponto de vista como poderia ter evitado a troca?

RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS:

Questionário 1

Entrevistado 1

- 1) Já.
- 2) No momento uma escavadeira.
- 3) Falta de preenchimento.
- 4) Não, mas acho que temos que achar um meio fazer os operadores preenche-lo.

5) Mais ou menos, algumas sim.

6) Temos lugares específicos das ferramentas, mas, geralmente não são colocadas de volta.

7) Não temos um.

8) Temos noção, mas, não algo bem detalhado.

9) Algumas vezes.

10) Não.

Entrevistado 2

1) Sim, já teve.

2) Tem um ou dois equipamentos.

3) Sem preenchimento.

4) Não.

5) As ferramentas ficam jogadas.

6) Desorganizado.

7) Não temos.

8) Sim, mas não é catalogado.

9) Teve vezes.

10) Não.

Entrevistado 3

1) Sim.

2) Escavadeira Case e tem Manipulador Telescópio esse apresentou um prejuízo grande esses dias e ele é meio que novo na empresa.

3) Falta de preenchimento.

4) Não.

5) Ferramentas ficam desorganizadas.

6) Desorganizado.

7) Não temos.

8) Não temos noção.

9) Sim, já teve.

10) Não.

Questionário 2

Entrevistado 1

- 1) Total falta de atenção do setor de abastecimento.
- 2) Sim, o tanque de abastecimento do sistema hidráulico deveria ser em outro local.
- 3) Passou em média 1 a 4 horas, e só foi notado por conta que os comandos hidráulicos não estavam funcionando.
- 4) Sim.
- 5) Cerca de 7 meses. Não, por conta que foi só descuido de ter colocado diesel no sistema hidráulico.
- 6) Acreditamos que não.
- 7) Se o pessoal de abastecimento e o operador tivesse um pouco mais de atenção isto não teria acontecido.

Entrevistado 2

- 1) Falta de conhecimento do operador, não sabia a posição exata do tanque.
- 2) não, falta de conhecimento do operador por não procurar saber onde fica os compartimentos.
- 3) Por volta de 1 a 5 horas após a troca a máquina perdeu força.
- 4) é feito o pré, diariamente é feito o *checklist*, pós não.
- 5) 6 meses, não apresentou desse tipo. Outros problemas sim, problemas de força, 5T mas só estava pegando 3T.
- 6) Não.
- 7) Ter conhecimento.

Entrevistado 3

- 1) Falta de atenção, os tanques são bem sinalizados.
- 2) Não, operador sem experiência.
- 3) A gente crê que por volta de 1 a 3 horas.
- 4) Acreditamos que não é feito.
- 5) 7 meses, apresentou preda de carga, mas, troca de tanques não.
- 6) Não.
- 7) Treinamento e conhecimento da máquina.

Entrevistado 4

- 1) Falta de atenção.
- 2) Não.
- 3) Por volta 1 a 4 horas, até perde capacidade de força.
- 4) Não é feito.
- 5) Por volta de 7 meses.
- 6) Não.
- 7) Falta de treinamento.

Entrevistado 5

- 1) Sem conhecimento da máquina.
- 2) Acho que não.
- 3) 1 a 5 horas até perder força.
- 4) Creio que não
- 5) Por volta de 7 meses.
- 6) Não.
- 7) Atenção na hora de abastecer.

APENDICE II – EMPRÉSTIMO DE FERRAMENTAS

FORMULÁRIO DE EMPRÉSTIMO DE FERRAMENTAS			
SITUAÇÃO DE EMPRESTIMO: INTERNO: ☐ EXTERNO: ☐ DATA DE EMPRETIMO: / / NOME DA(S) FERRAMENTA(S): • • • • • • • • • LOCAL ONDE ELA(S) FICA(M) NA OFICINA: ESTADO DA FERRAMENTA: NOVA ☐ BOM ☐ RUIM ☐ PÉSSIMO OBSERVAÇÃO: NOME POR EXTENSO DO REQUERINTE: ASSINATURA DO RESPONSÁVEL Ao assinar este termo requerente senhor (a) será responsabilizará pela ferramenta que pegou emprestada de forma que devolverá a mesma no mesmo estado e ao dividido local de retirada. Em caso de quebra será analisado o estado da ferramenta e suas observações.			

ANEXO A – FORMULÁRIOS DE ANALISES

REGISTRO DE ANALISE DE FALHA
EQUIPAMENTO:
DESCRIÇÃO:
FOTOGRAFIA DO EQUIPAMENTO
HISTÓRICO DO EQUIPAMENTO
CONCLUSÃO DE ANÁLISE
DISCURSÕES

REGISTRO DE ANÁLISE DE FALHAS	
Equipamento:	Descrição:
BRAINSTORMING	

ANALISE DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA	
EQUIPAMENTO:	
DESCRIÇÃO:	
CAPACITAÇÃO	JUSTIFICATIVA
MATERIAIS	JUSTIFICATIVA
PROCESSOS/MÉTODOS	JUSTIFICATIVA
AMBIENTE	JUSTIFICATIVA
EQUIPAMENTO	JUSTIFICATIVA
GERENCIAMENTO	JUSTIFICATIVA

ANEXO B – LISTA DE VERIFICAÇÃO – MANIPULADOR TELESCÓPIO

		LISTA DE VERIFICAÇÃO – MANIPULADOR TELESCÓPIO SEGURANÇA DO TRABALHO - OBRAS E SERVIÇOS	Página 1 de 2			
CLIENTE:		OBRA: Complexo Eólico				
FRENTE DE SERVIÇO: Montagem		DATA: 19/03/2021		HORÁRIO: 7:58		
EMPRESA VERIFICADA:		IDENTIFICAÇÃO / Nº: MT 03 – MTX 1740 SLT (2012)				
VERIFICADO POR:		ACOMPANHANTE:				
TIPO DE VERIFICAÇÃO: LIBERAÇÃO						
ITEM	DESCRIÇÃO	C	NC	NA	NI	
01	O operador está autorizado com os treinamentos necessários?	X				
02	O equipamento possui logotipo da empresa em local visível?	X				
03	Possui placa de identificação do fabricante com a capacidade máxima permitida?	X				
04	As escadas de acesso a cabine, corrimão e puxadores estão em boas condições?	X				
05	A instrumentação do painel está em condições operacionais?	X				
06	Possui assento regulável com sistemas de amortecimento e atenuação da vibração, com cinto de segurança em condição adequada de uso?	X				
07	Luz interna, forração de portas, trincos, maçanetas e vidro de janelas em boas condições?	X				
08	Os faróis, setas dianteiras e traseiras, luz de freio, alarme e luz de marcha à ré estão funcionando?	X				
09	O para-brisa, o limpador e o esguicho estão em bom estado de uso?	X				
10	Espelhos retrovisores (interno e externo) livres de danos?	X				
11	Buzina e chave geral para desenergização do sistema elétrico funcionando?	X				
12	As instalações elétricas do equipamento, como baterias e suas proteções estão em bom estado?	X				
13	Rodas e pneus em boas condições de uso, isentos de desgastes e com calibragem adequada?	X				
14	Os níveis de óleo do motor e da água do radiador estão adequados?	X				
15	Isenta de vazamentos de óleo do motor ou freio?	X				
16	O sistema hidráulico, conexões, mangueiras, pistões estão isentos de desgaste, deformação ou avarias e apresentam boas condições sem vazamentos?	X				
17	O sistema de direção, frenagem e suspensão estão adequados?	X				
18	As alavancas de comando (giro, lança, patola, velocidade do cabo, direção traseira) estão funcionando?	X				
19	A cabine, lança, pinos, unhas, articulações, trava e braço de articulação estão livres de avarias e danos (trincas, dentes quebrados, etc.)?	X				
20	Possui conjunto de cones para sinalização?	X				
21	Possui extintor de incêndio, carregado e na validade? **	X				
22	O plano de manutenção está atualizado e próximo ao equipamento?	X				
23	Existe kit de mitigação para caso de emergências ambientais?	X				
24	Possui controle da emissão de gases poluentes e ruídos?	X				
25	As patolas, sapatas e os pranchões apresentam boas condições de estabilidade?	X				

		LISTA DE VERIFICAÇÃO – MANIPULADOR TELESCÓPICO		Página 2 de 2	
		SEGURANÇA DO TRABALHO - OBRAS E SERVIÇOS			
ITEM	ADICIONAIS	C	NC	NA	NI
26	Os cabos de aço, cintas, manilhas, estropos ou outros dispositivos usados em içamento de cargas são inspecionados rotineiramente?				
27					
28					
PLANO DE AÇÃO PARA ITENS NÃO CONFORME					
ITEM	NÃO CONFORMIDADE	AÇÃO RECOMENDADA	RESPONSÁVEL	PRAZO	
OBSERVAÇÕES					
LEGENDA	NOTA				
	C = CONFORME				
	NC = NÃO CONFORME				
	NA = NÃO APLICÁVEL				
	NI = NÃO INSPECIONADO				
Se houver uma resposta "não conforme" para qualquer item da lista de verificação, não executar a atividade até que se tenha a avaliação do responsável pela Saúde e Segurança do Trabalho da obra. Para os itens marcados como "não inspecionado" descrever na observação o motivo da não verificação. Deve ser levado em consideração as demais exigências das normas regulamentadoras da Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978.					
ASSINATURA DOS RESPONSÁVEIS					
Nome e assinatura do responsável pela verificação Nome e as. ça do trabalho Nome e assinatura do responsável da obra					
Notas: 1) obrigatória a assinatura do responsável pela verificação; 2) facultativa as demais assinaturas conforme necessidade, características da obra ou plano de ação. **Item obrigatório quando previsto em contrato, no procedimento do cliente ou descrito no plano de saúde e segurança do trabalho conforme característica da obra.					

ANEXO C – ORÇAMENTO DE FALHA

PLANILHA DE MEDIÇÃO				
DISCLIMINAÇÃO	UN.	QUANT.	PREÇO UNITARIO (R\$)	PREÇO PARCIAL (R\$)
AVARIA DE EQUIPAMENTO				
Manipulador Telescópio Manitou MTX 1740 S3E3				
Filtro hidráulico (cotação 0038209)	Un.	2	392,49	784,98
Porta completa inferior (cotação 0038209)	Un.	1	6.519,40	6.519,40
Bomba hidráulica (cotação 0038209)	Un.	1	12.832,80	12.832,80
Pneu roadguider 12 lonas (orçamento 85162)	Un.	1	6.181,96	1.462,64
Macaco hidráulico MT 15 TON (pedido 3275)	Un.	2	731,32	1.462,64
Lubrax hydra xp 46 (cotação 674338)	Un.	16	513,96	8.223,36
Reparo de cilindro	VB	1	2.200,00	2.200,00
Cones de borracha	Un	6	100,00	600,00
Kit de mitigação	Un	1	150,00	150,00
Mão de obra	VB	1	3.200,00	3.200,00
TOTAL:				35970,18 R\$
Forma de pagamento, depósito.				

