



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE BOM JESUS DA LAPA
ENGENHARIA MECÂNICA**

LUIZ HENRIQUE FRAGA SILVA

**APLICAÇÃO DE MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS NA GESTÃO DE
MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA MINERADORA**

BOM JESUS DA LAPA

2023

LUIZ HENRIQUE FRAGA SILVA

**APLICAÇÃO DE MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS NA GESTÃO DE
MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA MINERADORA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica, do Centro Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa, da Universidade Federal do Oeste da Bahia, para aprovação na Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso.

**ORIENTADOR: PROF. DR. MARCIO AUGUSTO SAMPAIO DE
CARVALHO**

BOM JESUS DA LAPA

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

S586

Silva, Luiz Henrique Fraga

Aplicação de melhoria contínua de processos na gestão de manutenção de uma indústria mineradora. / Luiz Henrique Fraga Silva. – 2023.

54f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Augusto Sampaio de Carvalho
TCC - Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa - BA, 2023.

1. Engenharia Mecânica. 2. Indústria Mineral. I. Carvalho, Márcio Augusto Sampaio de. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia – Centro Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa - BA. III. Título.

CDD 620.1

Biblioteca Universitária de Bom Jesus da Lapa – UFOB

LUIZ HENRIQUE FRAGA SILVA

**APLICAÇÃO DE MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS NA GESTÃO DE
MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA MINERADORA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica, do Centro Multidisciplinar de Bom Jesus da Lapa, da Universidade Federal do Oeste da Bahia, para aprovação na Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso.

Bom Jesus da Lapa, 28 de junho de 2023.

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou este Projeto:

Prof. Dr. Márcio Augusto Sampaio de Carvalho, Presidente
Universidade Federal do Oeste da Bahia [UFOB]

Prof. Me. Filipi Marques de Souza
Universidade Federal do Oeste da Bahia [UFOB]

Prof^a. Dra. Bruna de Souza Constantino
Universidade Federal do Oeste da Bahia [UFOB]

RESUMO

FRAGA, Luiz Henrique. **APLICAÇÃO DE MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA MINERADORA**. 2023. TCC – UFOB – CMBJL, Bom Jesus da Lapa, 28 de junho de 2023.

A área de mineração tem apresentado um aumento significativo em seus ganhos financeiros nos últimos anos, o que tem impulsionado a competitividade nesse setor. Com o objetivo de auxiliar na gestão eficiente dos processos de manutenção, este trabalho busca coletar, analisar e aplicar ferramentas de melhoria contínua na Gestão de Manutenção de uma indústria mineradora. Tal estudo se mostra de extrema importância, uma vez que são escassos os trabalhos voltados para a análise de novas práticas, habilidades e ferramentas capazes de ajudar os gestores a desenvolverem equipes alinhadas a uma cultura eficiente de manutenção. Para isso, foram empregados conhecimentos e ferramentas da área de manutenção por meio de uma pesquisa exploratória, na qual os dados de indicadores-chave de manutenção foram avaliados. Através da aplicação da técnica chamada *Kaizen*, um termo japonês que significa melhoria contínua, foram identificadas oportunidades de aprimoramento, mapeado o processo atual, desenvolvidas e implementadas soluções, analisados os aprendizados obtidos e estabelecido um padrão para a melhoria cíclica. Os dados levantados foram consolidados em um *dashboard* com uma interface clara e direta, que proporcionou insights relevantes sobre as medidas necessárias a serem adotadas em curto, médio e longo prazo. Esses resultados validaram a aplicação do evento *Kaizen* e demonstraram que a metodologia 6S, quando incorporada à cultura organizacional de uma empresa, contribui para o aumento da eficiência e confiabilidade dos processos e, conseqüentemente, para o aprimoramento da gestão como um todo.

Palavras-chave: *Kaizen*; Manutenção; Metodologia 6S; Mineração.

ABSTRACT

FRAGA, Luiz Henrique. **APLICAÇÃO DE MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA MINERADORA**. 2023. TCC – UFOB – CMBJL, Bom Jesus da Lapa, 28 de junho de 2023.

The mining sector has shown a significant increase in its financial gains in recent years, which has driven competitiveness in this industry. With the aim of assisting in the efficient management of maintenance processes, this study seeks to collect, analyze, and apply continuous improvement tools in Maintenance Management within a mining industry. This study is of utmost importance since there is a scarcity of research focused on the analysis of new practices, skills, and tools capable of helping managers develop teams aligned with an efficient maintenance culture. To achieve this, knowledge and tools from the maintenance field were employed through an exploratory research, in which key maintenance indicators were evaluated. By applying the technique called Kaizen, a Japanese term that means continuous improvement, opportunities for enhancement were identified, the current process was mapped, solutions were developed and implemented, lessons learned were analyzed, and a standard for cyclical improvement was established. The collected data were consolidated into a dashboard with a clear and straightforward interface, providing relevant insights into the necessary measures to be adopted in the short, medium, and long term. These results validated the application of the Kaizen event and demonstrated that the 6S methodology, when incorporated into an organizational culture, contributes to increased efficiency and reliability of processes, and consequently, to overall management improvement.

Keywords: 6S Methodology; Kaizen; Maintenance; Mining.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — Organograma Equipe de Manutenção da Empresa Estudada	19
Figura 2 — Pilares da TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>)	20
Figura 3 — Etapas da Metodologia Kaizen	27
Figura 4 — Demonstração de Senso 6S	28
Figura 5 — Demonstração de Senso 6S	29
Figura 6 — Demonstração de Senso 6S	29
Figura 7 — Demonstração de Senso 6S	30
Figura 8 — <i>Dashboard Global Smart Maintenance</i>	33
Figura 9 — Exemplo de <i>Dashboard</i>	35
Figura 10 — <i>Dashboard</i> de Gestão de Custos de Manutenção	37
Figura 11 — Fluxograma do Projeto	40
Figura 12 — Gráfico do Indicador Disponibilidade Física	42
Figura 13 — Gráfico do Indicador Custos de Manutenção	43
Figura 14 — Gráfico do Indicador Aderências aos Planos de Manutenção	44
Figura 15 — Gráfico do Indicador Aderência ao Mapa de 52 Semanas	46
Figura 16 — Gráfico do Indicador Evolução do Planejamento e Execução das Ordens	47
Figura 17 — Lições Aprendidas	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
FMEA	Análise de Modos de Falha e seus Efeitos (tradução)
MCC	Manutenção Centrada na Confiabilidade
RCA	Análise de Causa Raiz (tradução)
TPM	Manutenção Produtiva Total (tradução)
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção

LISTA DE EQUAÇÕES

Eq.1	Disponibilidade Física	22
Eq.2	Custos de Manutenção	22
Eq.3	Aderência aos Planos de Manutenção	23
Eq.4	Aderência ao Mapa de 52 Semanas	24
Eq.5	Evolução do Planejamento e Execução das Ordens	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa do Projeto.....	12
1.2 Objetivo Geral.....	12
1.3 Objetivos Específicos	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Estado da Arte.....	14
2.2 Manutenção.....	16
2.3 Breve Histórico	16
2.4 Tipos de Manutenção.....	18
2.5 Manutenção Preventiva.....	18
2.6 Manutenção Preditiva	18
2.7 Manutenção Corretiva.....	19
2.8 Estrutura da Equipe de Manutenção	19
2.9 Ferramentas de Manutenção	20
2.10 <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	21
2.11 Indicadores-chave de Manutenção.....	23
2.12 Disponibilidade Física	23
2.13 Custos de Manutenção	23
2.14 Aderência aos Planos de Manutenção.....	24
2.15 Aderência ao Mapa de 52 semanas	25
2.16 Evolução do Planejamento e Execução de Ordens	26
2.17 Aperfeiçoando a Manutenção por meio da Melhoria Contínua.....	27
2.18 <i>Kaizen</i>	28
2.19 Metodologia 6S.....	29
3. METODOLOGIA	32
3.2 Empresa Objeto de Estudo.....	33
3.3 Levantamento de Expectativas dos Gestores	33
3.4 Treinamento sobre SAP para os Colaboradores	34
3.5 Cultura de <i>Dashboards</i>	36
3.6 Levantamento da Disponibilidade Física.....	38
3.7 Levantamento dos Custos de Manutenção.....	39
3.8 Levantamento das Aderências	40
3.9 Confidencialidade dos Dados	40

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1 Fluxograma de Trabalho	41
4.2 Análise do Treinamento SAP com os Colaboradores.....	43
4.3 Análise dos Indicadores Chave	44
4.4 Lições Aprendidas	50
5. CONCLUSÃO	52
Referências	54

1. INTRODUÇÃO

A mineração no Brasil é um setor consolidado, promissor e bastante rentável. Em 2021, o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2021) divulgou dados que mostram que o faturamento com a atividade totalizou 339 bilhões de reais, uma alta de 62% comparada com o ano anterior. T tamanha fatia de capital aquece a competitividade entre empresas do ramo, que tem se aperfeiçoado nos processos de extração, beneficiamento, produção e logística.

Esses processos estão repletos de máquinas que auxiliam em diversas atividades na linha produtiva. Tais equipamentos precisam de uma gestão eficiente de manutenção, que possa prever e tratar as falhas de maneira sustentável, além de suprir todos os recursos para que possam ser executadas as operações de manutenção corretiva, preventiva, preditiva ou produtiva total, garantindo a não oneração excessiva para os setores clientes da equipe de manutenção (Almeida, 2017).

Uma gestão de manutenção eficiente é um resultado da cultura atual da equipe de manutenção, Kardek & Nascif (2009, p.1) ressalta em seu livro que:

Esta nova postura inclui uma crescente conscientização de quanto uma falha de equipamento afeta a segurança e o meio ambiente, maior conscientização da relação entre manutenção e qualidade do produto, maior pressão para se conseguir alta disponibilidade e confiabilidade da instalação, ao mesmo tempo que se busca a redução de custos. Estas alterações estão exigindo novas atitudes e habilidades das pessoas da manutenção, desde gerentes, passando pelos engenheiros e supervisores, até chegar aos executantes.

De acordo com (Kardek & Nascif, 2009), uma gestão de manutenção estratégica tem como pilares-chave o pensamento e a ação eficiente, com o objetivo de integração da atividade de manutenção com o processo produtivo, contribuindo, efetivamente para que a empresa caminhe ao rumo da excelência profissional.

É possível conduzir o trabalho da equipe de manutenção de uma empresa através da execução de ferramentas de manutenção, como por exemplo: Análise de Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA), Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), entre outras, que possuem um rico acervo teórico e que contemplam várias etapas para melhor confiabilidade dos dados que estão sendo coletados. Esses dados precisam ser avaliados de maneira estratégica para que possam ser propostos melhorias

para a equipe, gerando maior eficiência e lucratividade, o que conseqüentemente, torna a empresa mais atrativa para o mercado.

1.1 Justificativa do Projeto

Após uma análise inicial de uma amostragem de dados contendo informações sobre indicadores chave, coletados de uma equipe de manutenção de uma indústria da área de mineração, foram notados gargalos no preenchimento, desenvolvimento e consolidação da confiabilidade de tais indicadores. Essas lacunas foram examinadas para proposição de melhorias para esses dados.

Como essa indústria já possui uma gestão robusta de indicadores, e realiza medições de dados com periodicidades regulares (semanalmente, mensalmente e anualmente); acredita-se que a implantação de novos indicadores não é algo eficiente, por aumentar a complexidade das atividades, sobrecarregando a equipe interna. Uma vez que a empresa já possui uma visão consolidada de melhoria contínua em seus processos, observa-se uma oportunidade de estudo dessas lacunas para propor melhorias que tornem o processo produtivo mais competitivo.

Tal estudo se mostra importante, haja visto a ausência de trabalhos voltados a analisar novas práticas, habilidades e ferramentas que possam auxiliar gestores a conseguirem uma equipe que esteja alinhada a uma cultura eficiente de manutenção.

1.2 Objetivo Geral

Analisar a aplicação de melhoria contínua nos processos de gestão de manutenção em uma indústria mineradora, visando o aumento da eficiência, eficácia e qualidade da gestão de manutenção, reduzindo em consequência, os custos operacionais da empresa.

1.3 Objetivos Específicos

- Analisar o processo de gestão de manutenção existente na indústria mineradora e identificar possíveis pontos de melhoria.

- Propor um plano de ação para a aplicação de melhorias contínuas nos processos de gestão de manutenção da indústria mineradora.
- Comparar o desempenho da indústria mineradora após a aplicação das melhorias contínuas nos processos de gestão de manutenção, identificando as principais mudanças ocorridas e os resultados obtidos.
- Aplicar *Lessons Learned*, pós conclusão dos estudos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estado da Arte

A atividade de corrigir falhas tem sido uma das atividades que mais tem evoluído nas últimas décadas, e essas mudanças são consequências de uma realidade onde a relação homem-máquina se torna cada vez mais comum. Kardek e Nascif (2009) ressaltam que a crescente complexidade dos processos de produção, tem gerado maior diversidade de instalações, equipamentos e edificações, e conseqüentemente, a necessidade crescente de adequação de práticas de manutenção mais específicas para cada solicitação de reparo.

Com isso, a literatura voltada para o desenvolvimento da área se preocupa em reproduzir uma gestão que permita melhor adaptação, redução de custos e implantação de novas técnicas. Na pesquisa de Gonzalez *et al.* (2012) é verificado como o modo operante da manutenção, seus padrões e o aperfeiçoamento da equipe de manutenção em busca de resultados mais confiáveis são determinados por uma aprendizagem proativa. O fator humano atrelado a construção de um conhecimento de manutenção influencia em uma política reativa eficiente. A organização que possui um ambiente que reúne aprendizagem, aprendiz e manutenção gera desenvolvimento de processos, como é levantado no seguinte trecho: “Num ambiente organizacional maduro, o conhecimento em manutenção transforma os processos de gestão permitindo a disseminação deste conhecimento na busca da confiabilidade” (Gonzalez *et al.*, 2012, p.1).

Outra peça importante na gestão da manutenção é o profissional dedicado à área, que precisa ter à disposição todos os materiais necessários para propor estratégias que reduzam falhas nos processos de fabricação. Nesse sentido, a pesquisa de Figueiredo (2019) objetiva-se entender variadas metodologias e ferramentas como: análise de modo e efeito de falha (FMEA), diagrama de causa e efeitos, os cinco porquês, *brainstorming*, oito D's, análises de causa raiz (RCA) e árvore de falha, elencando os principais conceitos, de forma a obter a revisão bibliográfica necessária para esse profissional.

Já para Cohen (2018), a gestão da manutenção engloba etapas que objetivam melhorar processos, sendo estas: planejamento, organização, direção e controle. Assim, a dissertação desenvolve um sistema aplicável a uma empresa varejista, a partir do levantamento de ineficiências produtivas relacionadas as atividades de manutenção

praticadas pela empresa, seguido de uma proposição de *software* adaptativo para as demandas da equipe reparadora.

Seguindo a linha de estudo de propostas de alterações para sistemas aplicáveis, a pesquisa de Pires (2021) objetiva avaliar a implementação de um modelo de gestão de ativos, com enfoque nos indicadores de custo e disponibilidade física. A conclusão obtida aponta que a atualização no esquema de gestão e o agendamento de atividades de manutenção aliados a uma modelagem matemática de avaliação de eficiência da mão de obra disponível, resulta na diminuição do backlog, um indicador-chave da manutenção.

Para Santos (2021), dentro de uma organização, a área de manutenção desempenha um papel essencial quando se observa a alocação de capital financeiro e humano. Com isso, a pesquisa se desenvolve na implementação, em uma empresa da área automotiva, de duas metodologias de manutenção: TPM (Manutenção Produtiva Total) e MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade), considerando o impacto delas nos processos através da análise de desempenho dos indicadores.

Essa variedade de metodologias de manutenção pode ser observada também no projeto de Freiburger (2017), que implanta em uma empresa do ramo cafeeiro, que possui pilares sólidos de aumento da eficiência e garantia de segurança dos processos, a utilização de uma ferramenta chamada DMAIC, sigla que significa: Definir, Medir, Analisar, Implantar e Controlar, com o propósito de aumentar a frequência de manutenções preventivas e preditivas e diminuir manutenções corretivas não planejadas, reduzindo custos e gerando aumento na produção.

Redução de custos também é uma preocupação para Seabra (2017), cujo trabalho objetiva criar uma solução informática simples e barata, para auxiliar a equipe de manutenção na organização das atividades corretivas. Tal *software* gera ordens de trabalho (OT's) que são utilizadas para criar os indicadores gerais de manutenção. O resultado desse desenvolvimento é uma aplicação que permite gerir as atividades corretivas, acompanhar as atividades preventivas e inventariar artigos nos armazéns de manutenção, gerir lista de máquinas, recursos humanos e fornecedores.

Outro estudo que pode ser tratado como comparativo é o de Gomes (2018) que explica que devido as condições severas de temperatura e pressão dos equipamentos utilizados em uma indústria sucroalcooleira, se faz imprescindível a utilização de planos de manutenção para que a produção consiga um tempo maior de disponibilidade dos equipamentos. Logo, são elaborados planos de manutenção que se mostram mais aderentes a realidade de manutenção da empresa, com foco nas máquinas térmicas e de

fluxo, que apresentam maior incidência de falhas. O trabalho possui uma revisão teórica de processos termodinâmicos aliado ao estudo das condições de operação do maquinário e do histórico de manutenção. Tal análise propiciou uma elaboração eficiente de planos de manutenção que quando colocados em prática, possibilitou a estimativa de paradas futuras na usina e a diminuição do tempo médio entre falhas dos equipamentos.

2.2 Manutenção

Quando uma máquina ou equipamento perde a capacidade de desempenhar a função na qual fora designado, caracteriza-se como uma falha, evento esse que necessita de manutenção. A ABNT (1994) define Manutenção como sendo a combinação de todas as ações técnicas, administrativas, e de supervisão, que tem como objetivo manter ou recolocar o objeto de trabalho no estado anterior a falha, quando ele desempenha as atividades requeridas. Vale ressaltar, que modificações nos equipamentos também podem ser considerados como manutenção. Todos os equipamentos possuem uma propriedade chamada manutenibilidade, que se trata da capacidade que um item tem de retornar às funções requeridas nas condições iniciais de trabalho pós execução das atividades de manutenção, feitas com procedimentos ideais prescritos pela equipe de manutenção.

2.3 Breve Histórico

Kardek e Nascif (2009) relata que a história da manutenção é dividida em 4 gerações. A primeira geração abrange o período que antecede a Segunda Guerra Mundial, a segunda geração ocorre entre os anos 50 e 70, pós Segunda Guerra Mundial, já a terceira geração se inicia após década de 70 e evolui para a quarta geração que segue em curso.

O papel coadjuvante da manutenção na primeira geração é notado nas indústrias da época, Kardek & Nascif (2009) aponta que elas eram dotadas de um maquinário simples, com baixa produção, decorrentes da baixa demanda, com áreas como lubrificação e limpeza sendo prioridades e com uma visão de que o desgaste dos equipamentos ocorre com o passar do tempo, necessitando de um profissional de

manutenção com habilidade em realizar manutenções, sempre corretivas, quando solicitado.

Já na segunda geração, Kardek & Nascif (2009) explica que a indústria é influenciada pelo pós-guerra (1945), com uma necessidade maior de produtos, tanto em quantidade quanto em variedade, marcando assim o início da mecanização devido a uma menor oferta de mão de obra. Logo, a visão de uma maior disponibilidade dos equipamentos e maior confiabilidade atrelada a uma maior produtividade, insere a manutenção a um papel mais central na indústria, com o surgimento da manutenção preventiva e do planejamento e controle da manutenção (PCM), que buscam mapear as falhas a serem evitadas, analisar custos relacionados aos reparos e aumentar a vida útil dos itens da fábrica.

Com o advento de novos sistemas de produção, a preocupação pela não ocorrência de paradas nas indústrias se tornou cada vez maior. Nesse sentido, a diminuição de paralisações é o foco da terceira geração, com a visão de confiabilidade e disponibilidade sendo aderidas por outras áreas além da produtiva, como por exemplo segurança, processamento de dados e gerenciamento de edificações. Com o avanço da informática e a automatização dos processos, surge o conceito de manutenção preditiva, com um planejamento e controle mais desenvolvidos, inserção de *softwares* de mapeamento e com um acompanhamento eficiente dos serviços de manutenção, como aponta Kardek & Nascif (2009).

A quarta geração, Kardek & Nascif (2009) comenta ser uma continuação das expectativas da terceira com alguns adicionais, o indicador de disponibilidade se torna imprescindível para a indústria, junto a confiabilidade dos equipamentos e a consolidação das atividades da engenharia de manutenção. O grande desafio é o de minimizar falhas prematuras e intervir cada vez menos na planta, aliando manutenção preditiva à um monitoramento eficiente das condições dos equipamentos e dos processos, com uma redução da aplicação de manutenção preventiva que possa paralisar o sistema, resultando em um impacto negativo na produção. Logo, a manutenção corretiva não planejada se torna um indicativo de ineficiência da manutenção e áreas como engenharia, manutenção e operação aumentam suas interações para viabilizar novos projetos que garantam confiabilidade, disponibilidade e menor custo, visando cumprir a metas estabelecidas pela organização.

2.4 Tipos de Manutenção

Nesta seção, procura-se apresentar, de maneira global e geral, quais os métodos mais conhecidos no ambiente industrial, visando a manutenção do equipamento em condições satisfatórias de operação.

2.5 Manutenção Preventiva

Segundo Cabral (2006), manutenção preventiva é a ação empregada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado baseado em intervalos definidos de tempo.

A manutenção preventiva procura evitar a ocorrência de falhas. Como nem sempre os fabricantes dos equipamentos fornecem dados precisos para uma formulação dos planos de manutenção preventiva, e com o adicional de que as condições operacionais e ambientais variam em cada aplicação, a definição de periodicidade e substituição deve ser estipulada para cada instalação.

O ponto negativo, para Pereira (2011), relacionado à manutenção preventiva é o fator humano associado ao processo, com a introdução de defeitos devido à falha humana, falha na compra de sobressalentes, contaminações nos sistemas de óleo, danos causados durante partidas e paradas e falhas na gestão de manutenção.

2.6 Manutenção Preditiva

Segundo ABNT (1994), manutenção preditiva é a ação empregada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Através de técnicas preditivas, o monitoramento da condição é efetuado. A ação de correção, quando necessária, é realizada através da manutenção corretiva planejada, cujo objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através do acompanhamento de parâmetros diversos. Isso permite a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível, ou seja, a manutenção preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção dos equipamentos e sistemas, pois as medições e verificações são feitas com o equipamento em operação.

É bastante significativa a redução de acidentes por falhas catastróficas em equipamentos, aponta Cabral (2006), uma vez que a ocorrência de falhas não esperadas fica extremamente reduzida, o que proporciona além do aumento da segurança pessoal e da instalação, a redução de paradas inesperadas da produção, o que evita consideráveis prejuízos.

2.7 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é definida como sendo a ação empregada para correção de uma falha ou desempenho menor do que o esperado de um equipamento ABNT (1994). Tal ação tem como objetivo corrigir ou restaurar as condições de funcionamento ideais do equipamento para ser reintegrado ao sistema.

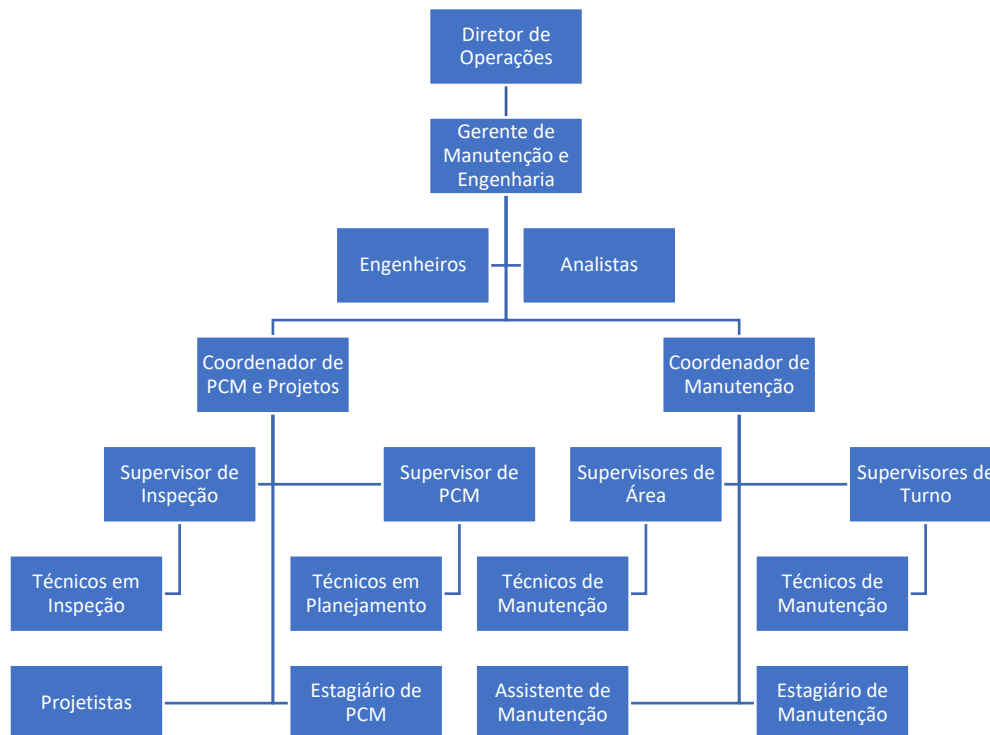
Ela pode ser classificada como manutenção corretiva não planejada, ou emergencial, que está relacionada a correção de falhas inesperadas, caracterizadas pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor do que o esperado. Implica em perdas de produção e qualidade do produto além de envolver elevados custos indiretos de manutenção, ou pode ser classificada como sendo uma manutenção corretiva planejada relacionada a correção do desempenho julgado inferior ao esperado ou correção de falha por decisão gerencial. Tal decisão se baseia na modificação dos parâmetros de condição monitorados pela manutenção preditiva. A característica principal da manutenção corretiva planejada é a observação da qualidade da informação oriunda do acompanhamento dos equipamentos. Ainda que a decisão gerencial seja de manter o equipamento funcionando até a quebra, essa é, essencialmente, uma decisão conhecida e algum planejamento pode ser feito na ocorrência da falha propriamente dita. Por exemplo, a substituição do equipamento por outro idêntico, kits de reparação rápida, preparação do ponto de trabalho com dispositivos e outras facilidades, aponta Kardek & Nascif (2009).

2.8 Estrutura da Equipe de Manutenção

Uma gestão de manutenção eficaz só pode ser alcançada com uma equipe de manutenção estruturada, que se ramifique em funções que abranjam as variadas áreas da empresa e que atendam as expectativas da organização. As atividades de manutenção, ferramentas e indicadores-chave discutidas nesse trabalho são um espelho do setor de

mineração e são realizadas por uma equipe que segue uma hierarquia que pode ser analisada na Figura 1.

Figura 1 – Organograma Equipe de Manutenção da Empresa Estudada



Fonte: O Próprio (2023)

Uma equipe organizada é capaz de identificar e resolver problemas de maneira mais eficiente, evitando a ocorrência de falhas recorrentes. Isso resulta em redução de custos com reparos e substituição de equipamentos, além de contribuir para a segurança no ambiente de trabalho.

2.9 Ferramentas de Manutenção

Nesta seção, procura-se apresentar, de maneira resumida, as ferramentas empregadas no ambiente pesquisado, visando entender o funcionamento e como a implantação eficiente auxilia na obtenção de resultados satisfatórios no ambiente corporativo.

2.10 *Total Productive Maintenance (TPM)*

A Manutenção Produtiva Total, ou em inglês, TPM (*Total Productive Maintenance*) objetiva a eficiência de uma organização através da maior qualificação do capital humano e o melhoramento introduzidos nos equipamentos. O perfil dos empregados de indústrias mais automatizadas e tecnológicas deve ser adequado, através dos treinamentos, considerando:

Operadores: São os responsáveis pela execução das atividades de manutenção de forma espontânea;

Mantenedores: São os responsáveis pela execução de tarefas na área da mecatrônica;

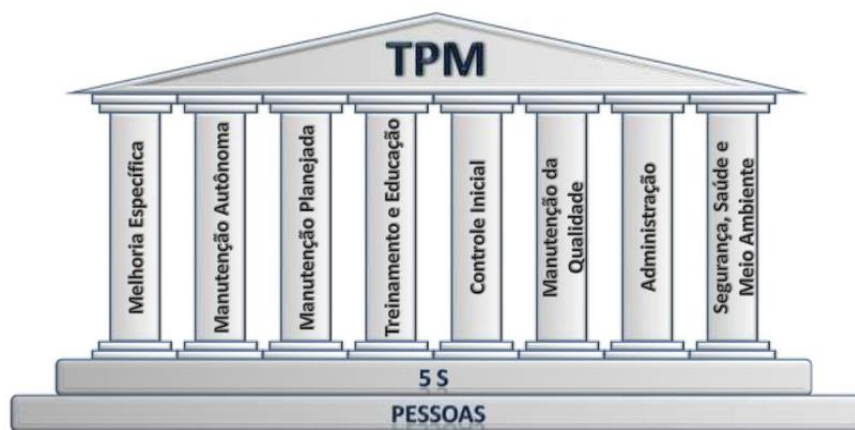
Engenheiros: São os responsáveis pelo planejamento de projetos e desenvolvimento de equipamentos.

Ter essa adequação em mente nos treinamentos, auxilia no desenvolvimento assertivo de pessoal, e gera melhoria no resultado global final, aponta Kardek & Nascif (2009).

Na TPM, os operadores passam a executar tarefas mais simples que antes eram executadas pela equipe da manutenção, como por exemplo: limpeza, ajuste de gaxetas, medição de vibração e temperatura, troca de lâmpadas, sintonização entre controladores, limpeza e troca de filtros, dentre outros. Dessa forma, permanecendo para a equipe de manutenção apenas as tarefas de maior complexidade.

Outro conceito importante citado em Kardek & Nascif (2009) é o da quebra zero, considerando que a quebra é o principal fator que prejudica o rendimento operacional. Se for afirmado que as máquinas são projetadas para trabalhar com zero defeito, passa a ser obrigação o estabelecimento de medidas e soluções para atingir esse objetivo. Vale ressaltar que a quebra zero é quando a máquina não pode parar durante o período em que foi programada para operar, diferente de pensar que a máquina nunca pode parar.

A ferramenta TPM possui 8 pilares como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Pilares da TPM (*Total Productive Maintenance*)

Fonte: Compilação do Autor¹, 2017

Kardek & Nascif (2009) aponta os objetivos de cada pilar como listado abaixo:

Primeiro Pilar [Melhoria Específica]: Objetiva a melhoria global do negócio, desse modo, procura-se reduzir os problemas para melhorar o desempenho;

Segundo Pilar [Manutenção Autônoma]: Objetiva o autogerenciamento, controle, liberdade de ação, elaboração e cumprimento de padrões, conscientização da filosofia da TPM;

Terceiro Pilar [Manutenção Planejada]: Objetiva ter realmente o planejamento e o controle da manutenção, que implica treinamento em técnicas de planejamento, utilização de um sistema mecanizado de planejamento de programação diária e do planejamento de paradas;

Quarto Pilar [Treinamento e Educação]: Objetiva a ampliação da capacidade técnica, gerencial, comportamental do pessoal de manutenção e operação;

Quinto Pilar [Controle Inicial]: Objetiva o estabelecimento de um sistema de gerenciamento da fase inicial para novos projetos de equipamentos, eliminando falhas na origem e implantando sistemas de monitoramento;

Sexto Pilar [Manutenção da Qualidade]: Objetiva o estabelecimento de um programa de zero defeito;

Sétimo Pilar [Administração]: Objetiva o estabelecimento de um programa de TPM nas áreas administrativas visando o aumento de sua eficiência;

¹ Disponível em: < estudosmecnicos.blogspot.com/2017/01/os-oito-pilares-da-tpm.html >. Acesso em: 20 jun. 2022.

Oitavo Pilar [Segurança, Saúde e Meio Ambiente]: Objetiva o estabelecimento de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente.

2.11 Indicadores-chave de Manutenção

A empresa estudada possui uma gestão robusta de indicadores-chave, são coletados dados de Disponibilidade Física, Aderência a Ordens de Inspeção, Aderência a Ordens de Planejamento, Evolução de Ordens de Manutenção, Aderência ao Mapa de Paradas Planejadas, Aderência as Análise de Falha, Análise dos Custos de Manutenção, Análise de Indicadores de Segurança, *Backlog*, Aderência a Programação, entre outras que estão em pesquisa de implantação. O escopo desse trabalho tem o enfoque em indicadores específicos.

2.12 Disponibilidade Física

A ABNT (1994) afirma que:

A Disponibilidade Física, termo em inglês (*Availability*) é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados. O termo disponibilidade é usado como uma medida do desempenho de disponibilidade.

A disponibilidade pode ser calculada pela fórmula descrita pela Equação 1.

$$DF = \frac{\text{Tempo de Funcionamento} - \text{Tempo de Parada}}{\text{Tempo de Funcionamento}} \times 100 \quad (1)$$

2.13 Custos de Manutenção

Os custos de manutenção desempenham um papel crucial na gestão eficaz de ativos e na operação de uma organização. Eles representam os recursos financeiros necessários para garantir a confiabilidade, a disponibilidade e o desempenho dos equipamentos, instalações e sistemas ao longo do tempo.

Para uma gestão eficaz dos custos de manutenção, é essencial implementar práticas adequadas de planejamento, programação e controle. Isso envolve o desenvolvimento de planos de manutenção adequados, a definição de metas de desempenho, a alocação adequada de recursos, a monitorização contínua do desempenho dos ativos e a análise de dados para identificar oportunidades de melhoria, como explica Kardek & Nascif (2009).

Na empresa pesquisada, anualmente é montado um orçamento através dos investimentos, reformas e outras atividades planejadas. Tais valores são divididos por mês e são acompanhados semanalmente. O *Forecast*, valor estipulado para a semana, é calculado com o *Actual*, que significa o valor realizado na semana, através da Equação 2.

$$\text{Custos de Manutenção} = \text{Forecast} - \text{Actual} \quad (2)$$

O resultado não pode ser nem muito positivo, que significa uma possível falha no planejamento ou que materiais não estão sendo adquiridos, e nem muito negativo, que pode significar um gasto acima do orçado ou desperdício na aquisição de serviços e materiais.

2.14 Aderência aos Planos de Manutenção

Os planos de manutenção são fundamentais para garantir a confiabilidade, a disponibilidade e o desempenho dos equipamentos e sistemas em uma organização. Calcular a aderência a essa ferramenta implica mensurar a execução consistente e efetiva das atividades de manutenção planejadas, seguindo as diretrizes estabelecidas pela equipe de manutenção.

Na empresa pesquisada, cada equipamento (local de instalação) possui um plano de manutenção (mensal, trimestral, semestral) no sistema, que auxilia os técnicos no acompanhamento detalhado das atividades a serem feitas nas máquinas. Após a execução dessas atividades, são geradas tratativas e esses planos são tratados com os status que possuem uma numeração específica, sendo:

- 10 – Pendente Planejamento;
- 40/45 – Programado;
- 60 – Concluído;

- 70 – Cancelado.

O intervalo de tempo a ser estudado é de 7 dias, levando em consideração as informações obtidas nas duas semanas anteriores à reunião de apresentação. Esse prazo é dado para que os programadores consigam atualizar os status dos planos de maneira mais assertiva. A fim de mensurar a aderência, será utilizada a Equação 3.

$$\text{Aderência Planos de Manutenção} = \frac{\text{Total de Planos Concluídos}}{\text{Total de Planos Programados}} \times 100 \quad (3)$$

Vale ressaltar que os Planos de Manutenção marcados com o status 70 são citados na reunião de indicadores com o intuito de informar as justificativas de cancelamento.

2.15 Aderência ao Mapa de 52 semanas

Na empresa estudada, a aderência ao mapa de 52 semanas é um indicador que visa promover a eficiência e a confiabilidade dos processos de manutenção ao longo de um ano. Essa abordagem consiste em seguir um plano pré-determinado de atividades de manutenção, distribuídas ao longo das 52 semanas, de forma a garantir a manutenção regular e preventiva dos equipamentos e instalações.

A principal vantagem do mapa de 52 semanas na manutenção é que ele permite uma programação adequada das atividades, evitando a sobrecarga de trabalho e a realização de intervenções emergenciais de última hora. Ao planejar com antecedência as ações de manutenção, é possível distribuir as tarefas de inspeção, limpeza, lubrificação, calibração e reparo que devem ser realizadas em cada semana específica do mapa.

Para calcular a aderência ao mapa de 52 semanas, é observado na semana anterior da apresentação dos indicadores chaves, quais paradas foram programadas, podendo ser essas do tipo:

- Paradas programadas – 8 horas;
- Paradas para corte de gaiola [Processo no qual são removidos blocos de material encrustado nas paredes dos fornos, que prejudicam a eficiência térmica dos processos internos] – 120 horas;

- Reforma de forno – Duração média de 30 dias corridos, deve-se contabilizar o quantitativo de horas relacionadas dentro da semana analisada.

Com essas informações, a aderência é calculada utilizando a Equação 4 a seguir

$$\text{Aderência ao Mapa de 52 Semanas} = \frac{\text{Total de Horas Realizadas}}{\text{Total de Horas Programadas}} \times 100 \quad (4)$$

2.16 Evolução do Planejamento e Execução de Ordens

No passado da empresa estudada, o planejamento e a execução de ordens de manutenção costumava ser um processo manual e baseado em papel. As ordens eram criadas e rastreadas em formulários físicos, com pouca visibilidade e controle sobre os status e o histórico das atividades de manutenção, sendo um método mais suscetível a erros, atrasos e dificuldades de comunicação.

Com o avanço da tecnologia da informação, surgiram *softwares* de gestão de manutenção. Esses sistemas permitiram o gerenciamento eletrônico das ordens de manutenção, tornando o processo mais eficiente e rastreável. As informações sobre as ordens, como descrição do trabalho, prioridade, agendamento, histórico de manutenção e dados de custo, passaram a estar disponíveis de forma centralizada e acessível.

Além disso, o planejamento de ordens de manutenção evoluiu para uma abordagem mais proativa, ao invés de aguardar uma falha ou quebra ocorrer para realizar uma intervenção corretiva, as atividades de manutenção preventiva e preditiva ganharam maior destaque.

Com base em dados históricos, monitoramento em tempo real e análise de tendências, é possível programar a manutenção com antecedência, agendando inspeções, substituições de peças, lubrificações, disponibilidade de mão de obra, competências técnicas necessárias para a atividade, disponibilidade de peças de reposição, restrições de tempo e ajustes necessários para evitar falhas e maximizar a disponibilidade dos ativos.

Quando uma ordem de manutenção é aberta, seu planejamento e execução é analisado a partir dos status, que possuem uma numeração específica para cada tipo e são apontados no *software* de gestão, sendo esses:

- 10 – Pendente Planejamento;

- 15 – Em Planejamento;
- 20 – Aprovisionamento Pendente;
- 30 – Programação Pendente;
- 40 – Execução Pendente;
- 45 – Em Execução;
- 55 – Replanejamento;
- 60 – Concluído;
- 70 – Cancelado.

Para calcular a evolução das ordens são desconsiderados os status 60 e 70, para diminuir a janela de visão para ordens que necessitam de tratativas das atividades. Logo, o indicador é calculado utilizando a Equação 5, apresentada a seguir.:

$$Evolução = \frac{Total\ de\ Ordens\ com\ Status\ 10 + Status\ 15 + Status\ 55}{Total\ de\ Ordens\ excluindo\ os\ Status\ 60\ e\ 70} \times 100 \quad (5)$$

Vale ressaltar que, diferentemente dos indicadores mencionados anteriormente, esse indicador possui uma performance considerada positiva quando apresenta um resultado menor. Isso se deve ao fato de que a gestão de manutenção busca a execução ágil das ordens.

Portanto, é fundamental monitorar e analisar regularmente esse indicador, buscando identificar oportunidades de melhoria e implementar ações corretivas para garantir uma gestão eficiente.

2.17 Aperfeiçoando a Manutenção por meio da Melhoria Contínua

Ortiz (2010) relata que a eficiência e o desempenho das operações de manutenção têm um impacto significativo na produtividade, qualidade, confiabilidade e rentabilidade de qualquer organização. Compreender a importância desses processos e buscar constantemente melhorias são elementos cruciais para garantir o funcionamento de máquinas, equipamentos e instalações.

Nesta seção, abordaremos sobre a otimização da manutenção por meio da melhoria contínua, um conceito que visa maximizar a eficácia e minimizar os custos associados à manutenção através da identificação e eliminação de ineficiências, redução do tempo de inatividade não planejado e aumento da vida útil dos ativos.

Além disso, entender a importância da cultura organizacional na implementação da melhoria contínua, através da criação de uma cultura de conscientização, organização e responsabilidade, promovendo a participação de todos os colaboradores, incentivando-os na identificação proativa de oportunidades de melhoria.

2.18 *Kaizen*

Kaizen é um termo japonês que significa melhoria contínua. Ortiz (2010) define que a filosofia do *Kaizen* envolve todos os colaboradores da empresa em prol de propor melhorias globais para a organização. O *Kaizen* é derivado do ideal de produção enxuta, que objetiva a eliminação dos desperdícios no intuito de responder melhor às necessidades dos clientes no que diz respeito à entrega dentro do prazo, aos custos competitivos e a qualidade mais elevada, “...o *Kaizen* enfatiza o desenvolvimento de uma cultura voltada para o processo e direcionada para aprimorar a forma com que a empresa trabalha.” (Ortiz, 2010, p.32).

Evento é o nome empregado quando se delimita um intervalo de tempo e uma equipe dedicada para implementação da filosofia *Kaizen*; os integrantes dessa equipe dedicam-se para que a melhoria cíclica de processos se torne uma cultura na organização.

A Figura 3 detalha as etapas cíclicas dos eventos dessa metodologia:

Figura 3 – Etapas da Metodologia *Kaizen*



Fonte: Compilação do Autor², 2023

² Disponível em: < <https://eprconsultoria.com.br/tudo-sobre-kaizen/> >. Acesso em: 20 jun. 2022.

2.19 Metodologia 6S

O programa 5S é uma prática originária do Japão, e que é aplicada como base para o desenvolvimento de um sistema de qualidade. Na empresa estudada houve a adição de mais um S, que está relacionado a Segurança. Kardek & Nascif (2009) apontam que cada “S” está relacionado a uma palavra japonesa que identifica as principais atividades do senso. Logo temos que:

Seiton – [Senso de Organização] – deve-se manter apenas o necessário, promover a seleção em função da frequência da utilização do material com uma utilização mais racional do espaço, eliminando excesso de materiais, móveis, ferramentas, estantes, eliminando possíveis desperdícios;

Seiri – [Senso de Utilização] – deve-se manter ferramentas, materiais, dispositivos e equipamentos em condições de fácil utilização, usar a mesma nomenclatura determinando onde estocar, onde localizar, utilizando etiquetas coloridas de fácil visualização, uniformizando arquivos e documentos;

Seiso – [Senso de Limpeza] – deve-se manter o local de trabalho, máquinas, instrumentos e ferramentas limpos, eliminar toda a sujeira da fábrica, planta, oficina, fazendo o mesmo com os equipamentos, local de trabalho e suas redondezas durante e após o trabalho; identificar as causas fundamentais dos desvios de limpeza e eliminar improvisações nos equipamentos e instalações;

Seiketsu – [Senso de Padronização] – deve-se tornar as atividades do 6S rotineiras, e propor melhorias em cima de uma cultura já avançada, tornando a ferramenta um ciclo de qualidade;

Shitsuke – [Senso de Autodisciplina] – deve-se cumprir as normas da empresa, sendo um bom colaborador, estabelecer e cumprir as Placas de advertência e avisos para uso de EPI's, participando efetivamente dos eventos da empresa e cumprir os horários determinados e os padrões estabelecidos.

Segurança – [Senso adicional] – deve-se cumprir as normas da empresa relacionado a área de segurança.

Tal estratégia tem como objetivo potencializar e desenvolver as pessoas para pensar no bem comum, promovendo diretamente ou indiretamente a melhoria da qualidade, a prevenção de acidentes, melhoria da produtividade, redução de custos,

conservação de energia, melhoria do ambiente de trabalho, melhoria da moral dos empregados, incentivando à criatividade e promovendo uma modificação de cultura.

A Figura 4 mostra o ambiente organizado do escritório, uma boa prática do senso de organização, com as demarcações em azul dos materiais e demonstrando através de sinalizações a utilização correta dos espaços, uma aplicação prática da metodologia 6S.

Figura 4 – Demonstração de Senso 6S



Fonte: O Próprio (2023)

A Figura 5 mostra um armário de materiais de trabalho, todos os espaços são demarcados gerando agilidade e acessibilidade na busca pelas ferramentas necessárias para as atividades, outra boa prática da metodologia 6S.

Figura 5 – Demonstração de Senso 6S



Fonte: O Próprio (2023)

A Figura 6 mostra o dispenser de parafusos, porcas, arruelas e buchas, separados por tamanhos e frequência de solicitação, outra boa prática de metodologia 6S.

Figura 6 – Demonstração de Senso 6S



Fonte: O Próprio (2023)

A Figura 7 mostra como são organizados os armários de ferramentas da empresa estudada, vale ressaltar que todo armário tem um responsável pelo zelo interno, outro boa prática da metodologia 6S.

Figura 7 – Demonstração de Senso 6S



Fonte: O Próprio (2023)

3. METODOLOGIA

Esse trabalho constitui uma pesquisa de caráter misto, que se baseia na análise quantitativa e qualitativa de dados de indicadores-chave de manutenção, visando identificar oportunidades de melhoria e propor soluções que permitam otimizar os processos organizacionais, tornando-os mais eficientes e eficazes.

Foram utilizadas técnicas de coleta e análise de dados, como revisão bibliográfica, levantamento de informações junto aos colaboradores envolvidos na área de manutenção e a aplicação de ferramentas de melhoria contínua. Essas abordagens permitiram uma compreensão mais aprofundada dos indicadores de desempenho da manutenção, bem como a identificação de possíveis gargalos.

Dessa forma, este trabalho contribuirá para o avanço do conhecimento na área de manutenção, fornecendo *insights* práticos e direcionados para a implementação de melhorias nos processos de manutenção.

3.2 Empresa Objeto de Estudo

A empresa objeto de estudo é líder mundial no mercado de refratários, abrangendo desde a extração de matéria-prima até a logística. Ela possui 28 plantas em diferentes países e conta com 5 centros de pesquisa aplicada focados no desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas à extração de metais e minerais. Neste trabalho, fora estudada uma das plantas, localizada na cidade de Brumado, Bahia.

Em Brumado, a empresa possui uma unidade de mineração e outra de beneficiamento, onde são realizados processos químicos, como a flotação, e processos térmicos, como a calcinação e sinterização, para a preparação do minério extraído.

3.3 Levantamento de Expectativas dos Gestores

No início do projeto, foi concebida a ideia de estruturar toda a pesquisa em diferentes etapas: etapa inicial, etapa intermediária e etapa final.

A etapa inicial foi planejada para contar com uma significativa colaboração dos gestores da empresa pesquisada. Por meio de reuniões corporativas realizadas com esses gestores, foi possível fazer um levantamento detalhado dos seus anseios, identificando os tópicos que seriam relevantes abordar no trabalho, bem como suas expectativas em relação à pesquisa.

Durante essas reuniões, também foram discutidos aspectos relacionados à situação atual da empresa, incluindo as recentes implementações que estavam em andamento. Além disso, ficou estabelecido o intervalo de tempo que seria estudado, permitindo assim uma definição clara do escopo da pesquisa.

Ao final dessas reuniões, foi elaborado um fluxograma que representava visualmente os passos a serem seguidos durante a realização do trabalho. Esse fluxograma foi o primeiro resultado tangível da pesquisa, funcionando como um mapa da atuação planejada.

Já era previamente estabelecido que a amostra de dados a ser coletada seria proveniente da equipe de manutenção da empresa por um período de seis meses, entre os meses de julho de 2022 a dezembro de 2022. Essa seleção de permitiria observar de maneira abrangente o comportamento de 5 indicadores-chave de manutenção:

disponibilidade física, custos de manutenção, aderência aos planos de manutenção, aderência ao mapa de 52 semanas e evolução do planejamento e execução das ordens, os quais seriam apresentados semanalmente em reuniões presenciais.

Essa seleção estratégica de dados viabilizaria uma análise mais precisa dos processos de manutenção, possibilitando a identificação de tendências, padrões e oportunidades de melhoria. Através da análise desses indicadores-chave ao longo do período mencionado, seria possível obter *insights* relevantes sobre o desempenho da equipe de manutenção, a eficácia das práticas adotadas e as possíveis áreas que poderiam ser aprimoradas.

3.4 Treinamento sobre SAP para os Colaboradores

Todos os dados analisados neste trabalho foram coletados de um *software* denominado SAP, um termo originalmente em alemão que significa "System Analysis Programmentwicklung", traduzido para o português como "Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistemas". O SAP é um sistema abrangente e integrado que desempenha um papel fundamental na gestão da empresa.

No contexto da Gestão de Manutenção da empresa, o SAP possui transações dedicadas que permitem registrar as atividades de manutenção realizadas na planta. Essas transações permitem contabilizar o trabalho executado, o efetivo empregado nas atividades, a programação das operações e a visualização dos status das ordens de serviço. É por meio dessas transações que os gestores têm acesso aos dados relacionados à manutenção da planta.

Os horários calculados pelos indicadores de desempenho são gerados a partir das informações inseridas pelos operadores de produção no sistema SAP. Esses dados refletem o que ocorre no dia a dia de trabalho das equipes de manutenção. Através do SAP, é possível obter informações precisas sobre as atividades realizadas, como tempos de intervenção, paradas programadas e não programadas, tempo médio de reparo, entre outros indicadores relevantes.

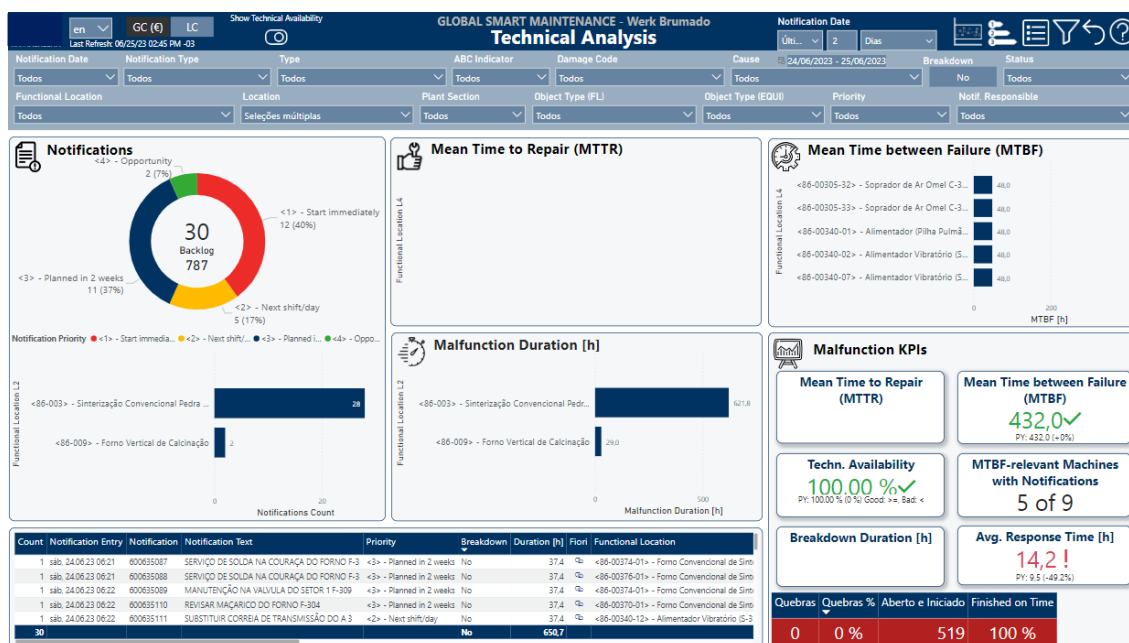
O uso do SAP como fonte de dados confiável e centralizada é essencial para garantir a consistência e a precisão das informações analisadas neste trabalho. O sistema SAP proporciona uma visão abrangente das operações de manutenção, permitindo que os gestores acompanhem de perto o desempenho das equipes e tomem decisões estratégicas com base em dados concretos e atualizados.

Na primeira reunião com os gestores da empresa, foi realizada uma apresentação detalhada do *dashboard Global Smart Maintenance* no Power BI, que pode ser observado na Figura 8. Esse painel exibe todas as ordens de manutenção abertas, visando proporcionar uma visão abrangente das atividades em andamento.

Durante a reunião, discutiu-se uma preocupação levantada pelos gestores de que as atividades realizadas no campo não estavam sendo devidamente registradas no *software SAP*, o que comprometeria a confiabilidade no levantamento dos dados.

Diante disso, foi decidido adotar a metodologia *Kaizen*.

Figura 8 – *Dashboard Global Smart Maintenance*



Fonte: Compilação do Autor³, 2023

A metodologia *Kaizen* envolveu a formação de uma equipe dedicada e a realização de um evento, caracterizado por um intervalo de tempo definido e uma equipe concentrada na implementação da filosofia *Kaizen*. A equipe designada teve como principal responsabilidade treinar os colaboradores de base, em especial os operacionais, no uso do *software SAP* com ênfase em boas práticas de 6S.

O treinamento foi ministrado de forma abrangente, esclarecendo todas as dúvidas dos participantes. Houve uma explicação passo a passo sobre como abrir ordens no sistema, destacando a importância de cada etapa e os campos necessários para preenchimento, visando garantir que uma nota/ordem fosse considerada adequada. Esse

³ Material corporativo de uso interno, não disponível sem autorização prévia.

foco na explicação detalhada dos processos e requisitos teve como objetivo aumentar ainda mais a organização e a confiabilidade dos dados registrados no SAP.

Os treinamentos realizados não apenas visaram melhorar a eficiência e a qualidade do registro de ordens de serviço, mas também contribuíram diretamente para fortalecer um dos pilares do *Total Productive Management* (TPM), que é o de Treinamento e Educação.

Ao capacitar os colaboradores com conhecimentos aprofundados sobre o uso do *software* e enfatizar a importância das boas práticas de 6S, a empresa promoveu uma cultura de aprendizado contínuo e aprimoramento profissional. Essa abordagem alinhada com o TPM permitiu que a organização se beneficiasse de colaboradores mais qualificados e engajados, refletindo positivamente na produtividade, na qualidade e na eficiência das operações.

3.5 Cultura de *Dashboards*

Uma ferramenta importante que pode ser utilizada em conjunto com o SAP é o "*Dashboard*". Define-se "*Dashboard*" como "parte de um dispositivo ou um programa de computador que mostra informações e estatísticas sobre como um dispositivo, programa está funcionando, para que você possa controlá-lo." (DASHBOARD, 2022).

A empresa estudada está alinhada a um método de gerenciamento de dados adotado por empresas com gestões robustas. Uma parte fundamental dessa abordagem é a cultura de criação de *dashboards*, como o demonstrado pela Figura 9, para o tratamento e análise de dados, o que já é uma realidade na organização. As equipes utilizam amplamente duas ferramentas principais para esse fim: o Microsoft Excel® e o Microsoft Power BI®.

Figura 9 – Exemplo de *Dashboard*

Fonte: Compilação do Autor⁴, 2023

O Microsoft Excel® é uma das ferramentas mais populares e amplamente utilizadas para a criação de *dashboards*. Com suas poderosas funcionalidades de planilha e recursos de formatação, o Excel® permite que os usuários organizem, manipulem e visualizem dados de forma eficaz. As equipes da empresa estudada aproveitam os recursos do Excel® para criar *dashboards* personalizados, onde podem combinar gráficos, tabelas e outros elementos visuais para representar os dados de maneira clara e compreensível.

Além disso, o Microsoft Power BI® é outra ferramenta amplamente adotada pela empresa para a criação de *dashboards* interativos e dinâmicos. O Power BI® oferece recursos avançados de visualização e análise de dados, permitindo que as equipes transformem informações brutas em insights valiosos. Com o Power BI®, é possível criar painéis interativos, que possibilitam a exploração dos dados em diferentes níveis de detalhe, a aplicação de filtros e a realização de análises avançadas.

A escolha do Microsoft Excel® e do Microsoft Power BI® como principais ferramentas para a criação de *dashboards* na empresa estudada demonstra a sua preferência por soluções robustas e amplamente reconhecidas no mercado. Através dessas ferramentas, a organização é capaz de monitorar de perto o desempenho, identificar tendências, tomar decisões embasadas em dados e promover uma cultura orientada pela análise de informações.

⁴ Disponível em: < www.numero.io/guides/top-10-power-bi-dashboard-examples-free-template >. Acesso em: 20 de jun. 2022.

A fim de alinhar-se à cultura de utilização de *dashboards* da empresa, foi decidido criar um *dashboard* que retrate a situação de cinco indicadores de manutenção. Essa ferramenta permitirá visualizar o comportamento ao longo de um intervalo de tempo definido em conjunto com os gestores, com duração de seis meses.

O *dashboard* proporcionará uma apresentação visual, clara e precisa dos resultados semanais desses indicadores. Ao dispor desse *dashboard* dedicado, a equipe terá uma visão abrangente do desempenho da manutenção, possibilitando a identificação de oportunidades de melhoria, o monitoramento da eficiência dos processos e a implementação de medidas corretivas, se necessário.

Essa representação visual e intuitiva dos resultados facilitará a comunicação e a compreensão dos dados, acelerando o processo de tomada de decisão.

3.6 Levantamento da Disponibilidade Física

Os resultados referentes ao tempo de parada necessários para inserção na Equação 1, que calcula o indicador de disponibilidade física, são coletados de uma planilha no Microsoft Excel®. Essa planilha é alimentada pela equipe de operação responsável, e o registro é feito em intervalos de uma hora. Um operador designado preenche a célula correspondente ao horário com a ocorrência, caso exista. No caso de múltiplas ocorrências dentro de uma mesma hora, eles repetem a linha do horário, indicando a passagem dos minutos para as tratativas.

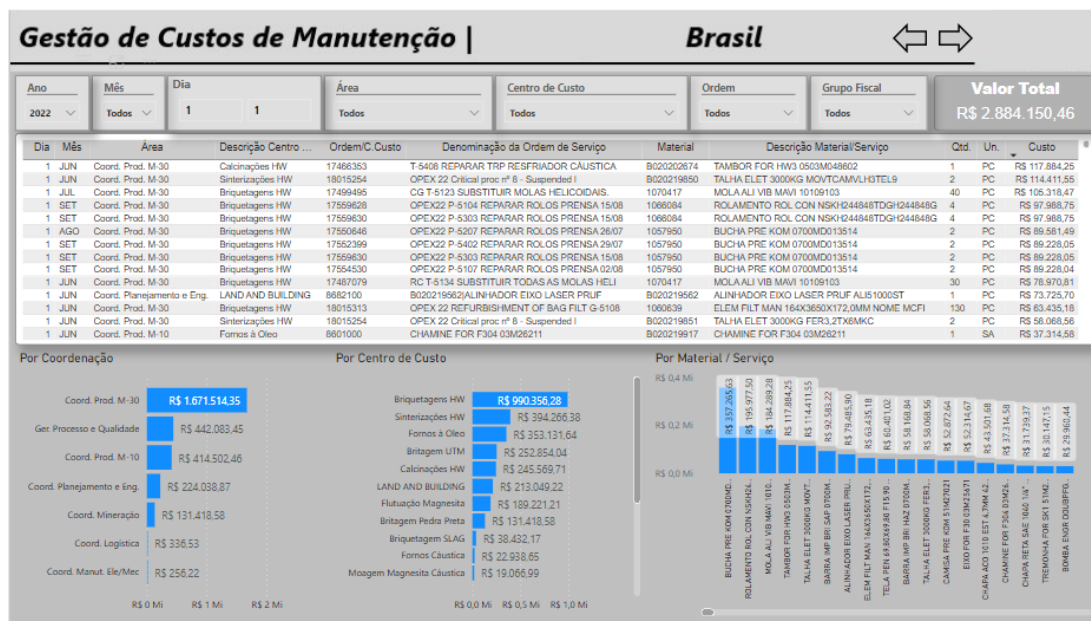
Para realizar o cálculo semanal, é feita uma análise da coluna de registros de parada na planilha. Essa coluna contém os minutos nos quais a linha produtiva esteve em processo de manutenção. Em seguida, esses minutos são subtraídos do tempo de funcionamento total. Considerando que a linha produtiva opera 24 horas por dia, durante os 7 dias da semana, o tempo de funcionamento esperado é de 10.080 minutos.

Dessa forma, ao realizar essa subtração, é possível obter a quantidade de minutos nos quais a linha produtiva esteve em pleno funcionamento, sem interrupções devido a paradas ou manutenções. Esse indicador de disponibilidade física é fundamental para avaliar a eficiência e a produtividade da linha produtiva, permitindo identificar oportunidades de melhoria e monitorar o desempenho ao longo do tempo.

3.7 Levantamento dos Custos de Manutenção

Os custos de manutenção são compilados por uma analista especializado nessa área. Esse profissional realiza levantamentos junto às diferentes áreas envolvidas e extrai informações sobre custos registrados no sistema SAP. Em seguida, reúne esses dados em um *dashboard* específico de custos, conforme demonstrado na Figura 10.

Figura 10 – *Dashboard* de Gestão de Custos de Manutenção



Fonte: Compilação do Autor⁵, 2023

Para realizar o cálculo do indicador desejado, basta inserir no *dashboard* o intervalo de dias desejado para obtenção das informações. No caso deste trabalho, o período selecionado foi de sete dias, ou seja, uma semana. Dessa forma, o *dashboard* apresentará todos os gastos relacionados à manutenção ocorridos ao longo da semana em questão.

Essa *dashboard* de custos oferece uma visão consolidada e visualmente acessível dos gastos de manutenção, permitindo uma análise mais eficiente e precisa. Ao definir o intervalo de tempo desejado, é possível identificar os custos específicos relacionados à manutenção durante o período selecionado, fornecendo uma base sólida para avaliações, tomadas de decisões e monitoramento dos custos envolvidos nessa área.

⁵ Material corporativo de uso interno, não disponível sem autorização prévia.

3.8 Levantamento das Aderências

As seções que abordam a aderência aos planos de manutenção e a evolução do planejamento e execução das ordens fornecem informações sólidas sobre como analisar e tratar os status das ordens para obter o quantitativo necessário nos cálculos dos respectivos indicadores. Os dados para essa análise são disponibilizados no Sistema SAP, que oferece a possibilidade de exportar os dados no formato de planilha Excel. Essa funcionalidade permite filtrar os status das ordens de maneira assertiva, obtendo as quantidades necessárias para os campos das equações dos indicadores.

Já a aderência ao mapa de 52 semanas é acompanhada através de uma planilha em Excel. No início de cada ano, é realizado um planejamento detalhado das datas, com as pargas programadas sendo separadas por áreas (Britagem, Unidade de Tratamento de Minério, Fornos). Essa planilha permite visualizar e monitorar a aderência às atividades programadas ao longo das 52 semanas do ano.

Essa abordagem de planejamento em planilha oferece uma visão organizada e estruturada das atividades planejadas, permitindo que a equipe de manutenção acompanhe o progresso e a aderência ao cronograma estabelecido. Ao separar as datas por setores, é possível ter uma compreensão clara das atividades programadas para cada área, facilitando a gestão e o acompanhamento do planejamento.

3.9 Confidencialidade dos Dados

Como a companhia possui diretrizes específicas relacionadas à proteção, confidencialidade e uso adequado de dados internos, o presente trabalho se atenta a respeitar o nível de exposição do material a ser analisado, considerando aspectos como restrições de acesso, compartilhamento seletivo e medidas de segurança apropriadas. Todas as informações contidas neste trabalho foram previamente aprovadas pelos gestores internos da companhia, garantindo assim a conformidade com as políticas e diretrizes estabelecidas.

A aprovação prévia dos gestores internos demonstra o compromisso da empresa em garantir que a análise dos dados internos seja conduzida de maneira ética, legal e alinhada aos interesses da organização. Isso reforça a importância de respeitar as diretrizes estabelecidas, bem como a confiança depositada na pesquisa em questão.

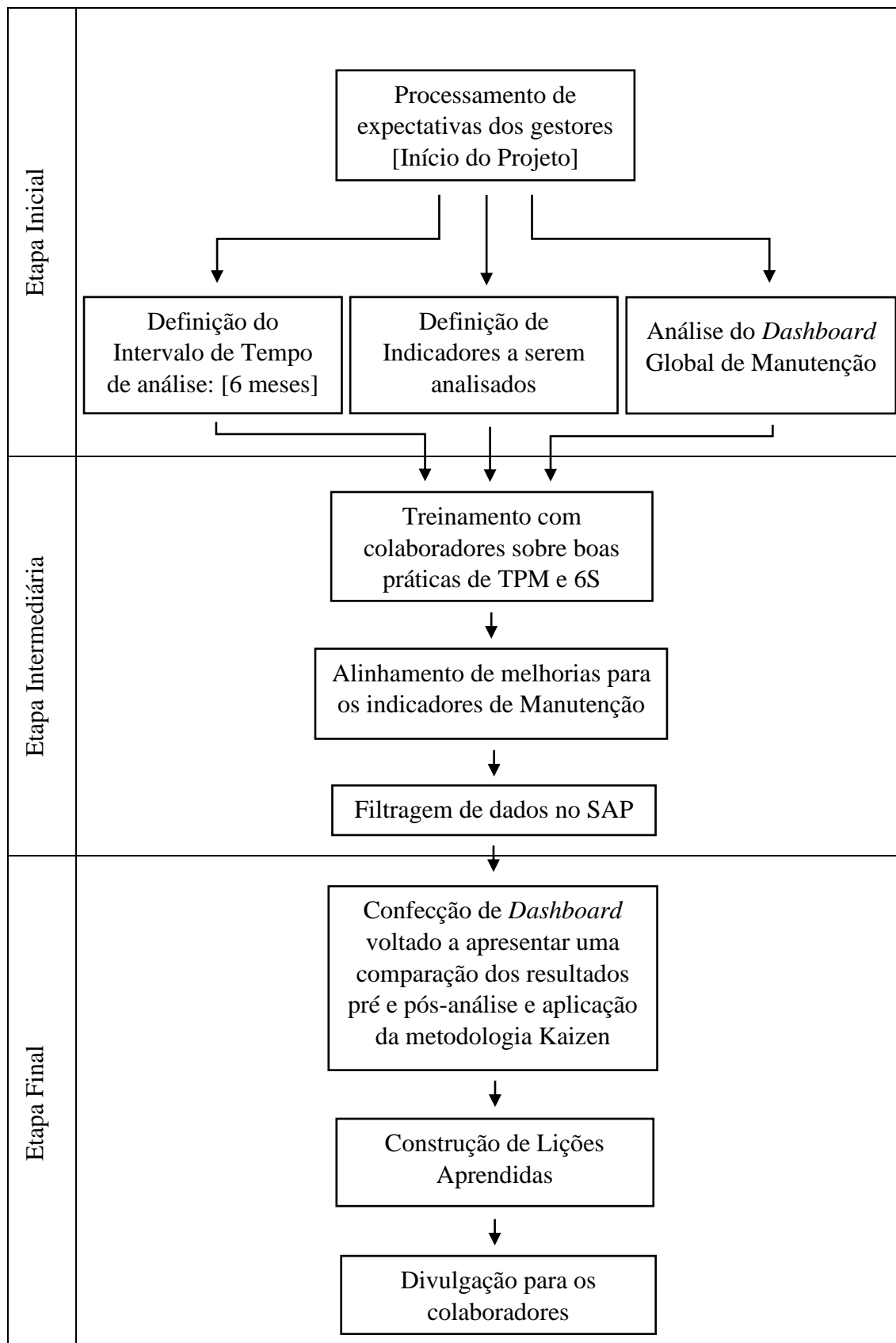
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando que este estudo envolve a coleta de informações de uma empresa de grande porte, tornou-se necessário compreender as expectativas dos gestores dessa empresa e o que era esperado dos resultados deste trabalho. Assim, decidiu-se que a abordagem mais eficaz para alcançar esse objetivo seria manter um diálogo próximo com os responsáveis pelo acompanhamento das atividades, permitindo que a pesquisa estivesse alinhada da melhor forma possível com essas expectativas. Por meio dessas reuniões, foi possível desenvolver um fluxograma de trabalho.

4.1 Fluxograma de Trabalho

O fluxograma da Figura 11 apresenta a sequência de passos propostas, com as etapas e ações necessárias para o desenvolvimento e conclusão do trabalho.

Figura 11 – Fluxograma do Projeto



Fonte: O Próprio (2023)

Após a elaboração do fluxograma, foi adquirida uma compreensão abrangente do escopo do trabalho, o que permitiu dar início aos primeiros esforços. Com base nisso, procedeu-se com a organização da equipe responsável pela execução do evento *Kaizen* e início dos treinamentos necessários.

4.2 Análise do Treinamento SAP com os Colaboradores

A equipe encarregada do processo de *Kaizen* era composta por três membros especializados em engenharia de processos, com um foco específico em *Smart Maintenance*. Essa equipe, juntamente com os gestores, identificou no *dashboard* Global de Manutenção que um dos principais obstáculos para a confiabilidade dos indicadores estava relacionado ao preenchimento adequado das informações nas ordens de serviço. Essa constatação foi confirmada após uma investigação inicial, na qual foram identificadas falhas no preenchimento do título da ordem de serviço, falta de descrição das atividades de manutenção necessárias, ausência de registro dos horários das atividades e falta de indicação do responsável pela ordem. Em algumas áreas, até mesmo as atividades em tempo real não estavam sendo registradas, comprometendo assim a precisão das informações sobre a realidade das atividades.

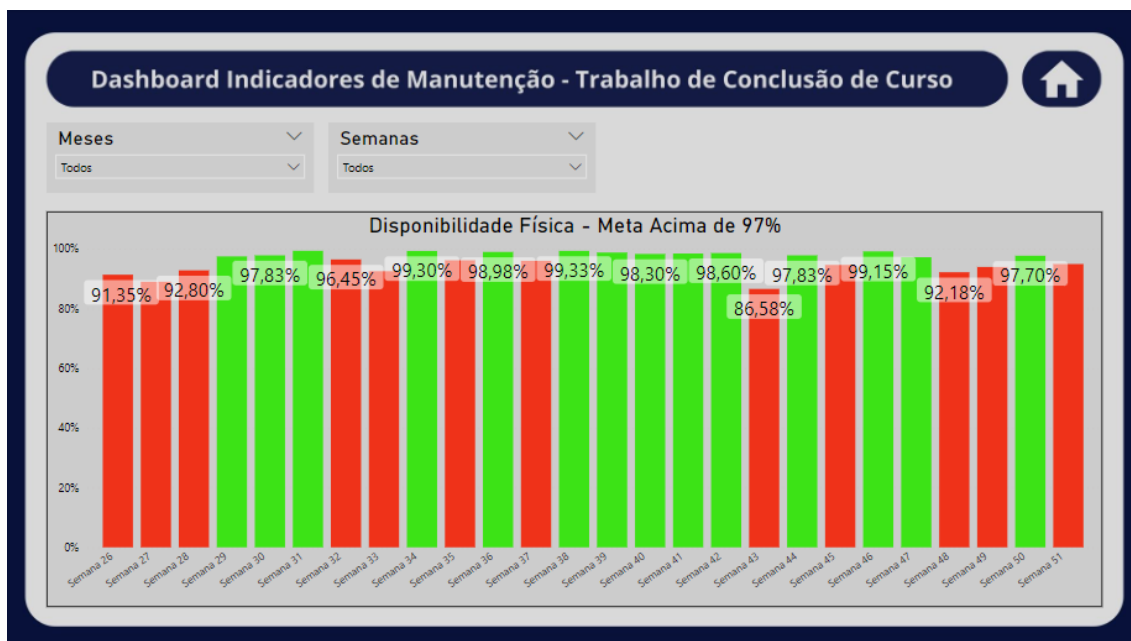
Durante uma reunião, a equipe chegou à conclusão de que, devido à complexidade do *software* SAP para alguns operadores, era necessário aplicar uma das técnicas fundamentais do TPM (*Total Productive Maintenance*): o treinamento e a educação dos colaboradores. Nesse sentido, foram identificadas todas as áreas em que havia operadores responsáveis por alimentar informações no sistema SAP, e esses operadores foram convocados para participar de treinamentos presenciais e virtuais.

Os treinamentos abordaram transações específicas do SAP, detalhando passo a passo o preenchimento dos campos obrigatórios, esclarecendo dúvidas e fornecendo orientações e instruções. A avaliação dos benefícios desses treinamentos foi baseada nas alterações que poderiam ocorrer nas futuras avaliações dos indicadores-chave de manutenção a partir do mês de julho de 2022, durante um espaço de 6 meses.

4.3 Análise dos Indicadores Chave

No *dashboard* criado pelo líder da equipe do evento *Kaizen*, que é um dos principais resultados desse trabalho, a primeira guia exibe o indicador de disponibilidade física, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Gráfico do Indicador Disponibilidade Física



Fonte: O Próprio (2023)

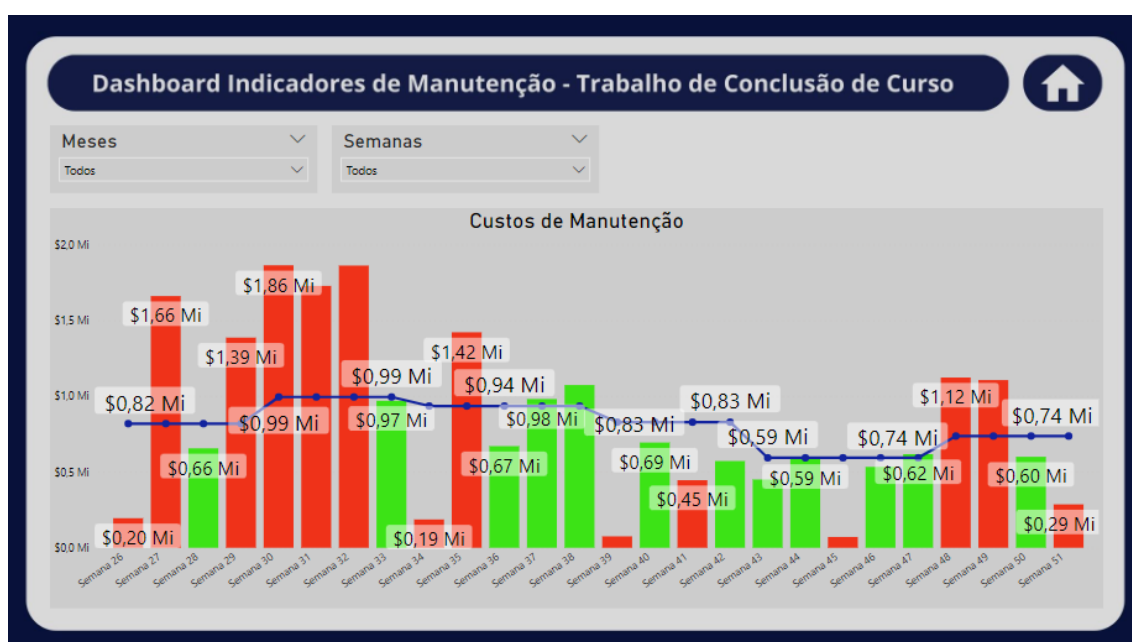
O indicador de disponibilidade física é um importante parâmetro que busca atingir resultados acima de 97% para ser considerado satisfatório. Analisando o comportamento do gráfico, podemos observar que em algumas semanas os valores obtidos ficaram abaixo da meta, identificados no gráfico pela cor vermelha, enquanto os resultados satisfatórios estão representados pela cor verde. Embora tenha havido semanas abaixo da meta, nenhum período foi extremamente prejudicial para o indicador, sendo que o menor valor registrado foi na semana 43, com 86,58% de disponibilidade física.

Esse indicador é acompanhado regularmente por várias áreas da empresa, pois reflete o desempenho das linhas produtivas ao longo da semana e fornece aos gestores de alto escalão uma noção da quantidade de produção que pode ser esperada. A disponibilidade física é um retrato do que ocorreu na semana e orienta as decisões estratégicas relacionadas à produção.

No contexto do evento *Kaizen*, a implementação de treinamentos para o uso do sistema SAP e o fortalecimento da cultura organizacional tiveram um impacto significativo. Essas ações resultaram em uma maior confiabilidade dos dados coletados e uma redução das diferenças de resultados entre as semanas, o que contribuiu para uma maior consistência e linearidade dos dados registrados. Isso indica uma melhoria no processo de coleta de informações e uma maior confiabilidade nos dados analisados.

A segunda guia do *dashboard* exibe o indicador de custos de manutenção, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13 – Gráfico do Indicador Custos de Manutenção



Fonte: O Próprio (2023)

O indicador de custos de manutenção é um dos indicadores mais sensíveis e importantes para monitorar o progresso financeiro da equipe de manutenção. É amplamente reconhecido por todos os membros da equipe que, sem recursos financeiros adequados, nenhuma operação de manutenção pode ser realizada de forma eficaz. Ao observar o gráfico, destacado pelas colunas identificadas em vermelho, pode-se notar que a programação dos custos enfrentou dificuldades durante a análise do período estudado.

Embora o ano de 2022 tenha sido aderente ao orçamento para a manutenção, essa aderência não foi sentida durante as semanas consideradas neste estudo. Houve semanas em que os custos foram significativamente superiores ao orçado, bem como

semanas em que os custos ficaram muito abaixo do orçamento. É importante ressaltar que, a cada início de mês, o valor realizado costuma ser muito abaixo do orçamento, mas há uma tendência de aumento ao longo dos meses.

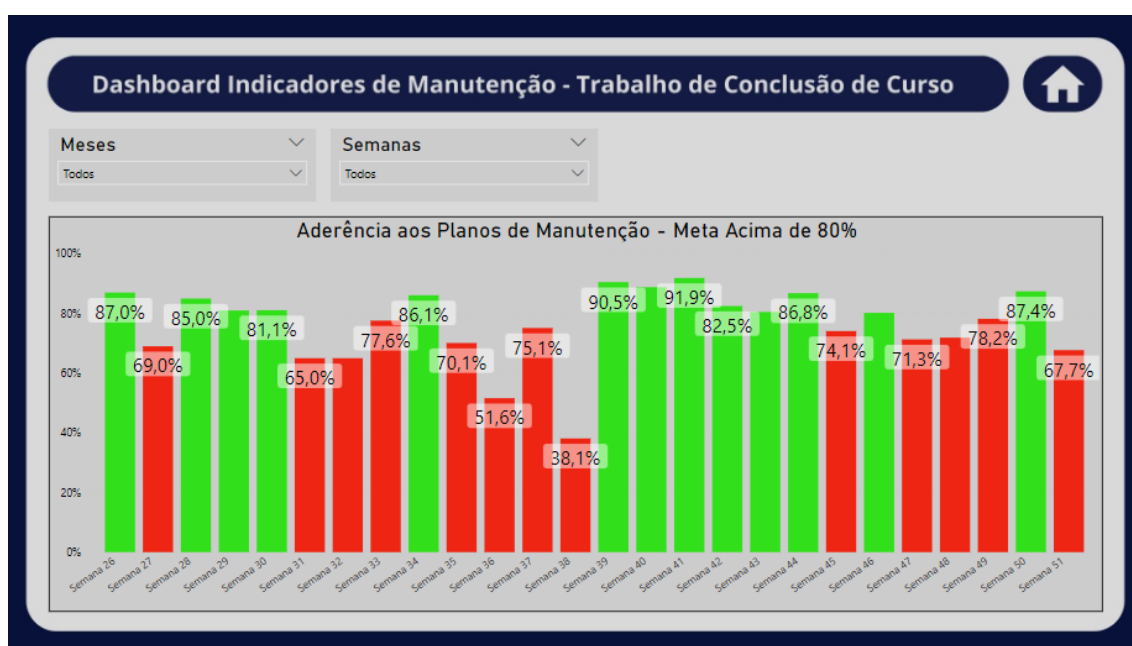
Além disso, pode-se observar que, após um período de gastos desenfreados em julho e início de agosto, houve um esforço para obter resultados mais alinhados com o orçamento estabelecido no início do ano. Essa conscientização levou a uma tentativa de controle dos custos e à busca por uma maior aderência ao orçamento planejado.

O indicador de custos de manutenção demonstra claramente a necessidade de um evento específico de *Kaizen* para abordar as questões relacionadas a ele. Embora o sistema SAP seja importante para obter informações e gerar relatórios sobre os custos, é evidente que existem outros pontos que podem influenciar os resultados desse indicador.

Um evento *Kaizen* direcionado para o indicador de custos de manutenção seria uma oportunidade valiosa para identificar as causas raiz das variações e implementar melhorias efetivas. Seria necessário analisar a programação dos custos, identificar possíveis lacunas ou ineficiências e desenvolver estratégias para garantir um controle mais preciso e aderente ao orçamento estabelecido.

A terceira guia do *dashboard* exibe o indicador de aderência aos planos de manutenção, conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 14 – Gráfico do Indicador Aderência aos Planos de Manutenção



Fonte: O Próprio (2023)

O indicador de aderência aos planos de manutenção estabelece uma meta satisfatória de resultados acima de 80%. Ao analisar o gráfico, observa-se o número de semanas que apresenta resultados acima da meta estabelecida são iguais ao que estão abaixo da meta, identificados com a cor verde e vermelho respectivamente. No entanto, há períodos em que os resultados ficam significativamente abaixo do esperado. Por exemplo, na semana 38, apenas 38,1% dos planos de manutenção programados foram concluídos.

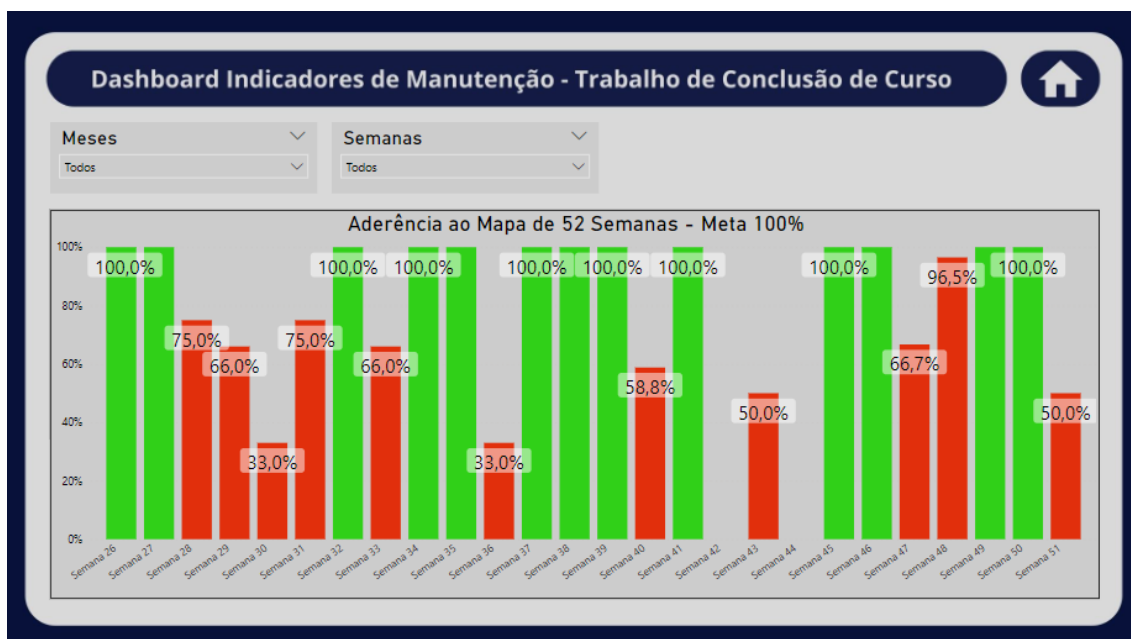
A justificativa apresentada pelos programadores, que são os colaboradores responsáveis pelo tratamento direto dos planos de manutenção, é de que houve uma duplicidade no sistema SAP. Isso resultou na inclusão de planos bimestrais e semestrais nas semanas programadas, o que gerou uma sobrecarga em semanas específicas. Esse problema foi identificado durante as reuniões presenciais de indicadores chave de manutenção, nas quais foi realizado um brainstorming para discutir soluções e melhorias para o índice de aderência aos planos de manutenção.

Essa questão levantada pelo sistema SAP e a duplicidade de planos tiveram impacto direto nos resultados das semanas afetadas, resultando em números muito abaixo da meta estabelecida. No entanto, após a identificação desse problema e as discussões realizadas durante as reuniões de indicadores chave de manutenção, foram implementadas medidas corretivas para solucionar a questão.

Como resultado dessas ações, é possível notar saltos significativos nos resultados após as semanas com desempenho muito abaixo da meta. Esses saltos refletem a correção do problema e a melhoria na aderência aos planos de manutenção.

A quarta guia do *dashboard* exibe o indicador de aderência ao mapa de 52 semanas, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 15 – Gráfico do Indicador Aderência ao Mapa de 52 Semanas



Fonte: O Próprio (2023)

O indicador de aderência ao mapa de 52 semanas tem sido utilizado como uma ferramenta fundamental na programação das atividades relacionadas às paradas, a meta a ser alcançada é de 100%, o que significa uma aderência completa ao mapa de 52 semanas. Esse mapa consiste em uma programação de paradas ao longo das semanas do ano vigente, sendo tipificados em paradas menores de 8 horas, que são mais fáceis de serem cumpridas, e paradas para corte de gaiola e reformas de forno, que são paradas de maior duração. O corte de gaiola é um processo no qual são removidos blocos de material encrustado nas paredes dos fornos, que prejudicam a eficiência térmica dos processos internos.

No entanto, é importante destacar que o cumprimento do mapa de 52 semanas nem sempre é alcançado conforme o planejado. Especificamente, o corte de gaiola muitas vezes precisa ser reprogramado de última hora devido à necessidade do setor produtivo de cumprir metas de fornecimento de materiais para clientes. Essa prática de reprogramação de atividades não é ideal e pode causar atrasos nas paradas programadas.

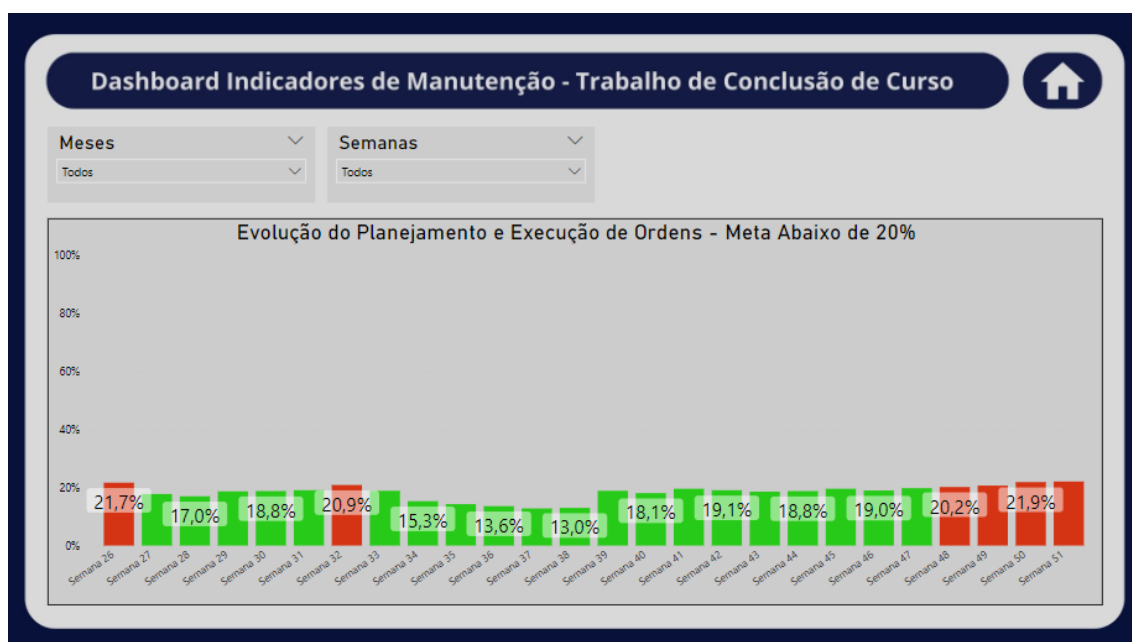
No gráfico, as semanas identificadas em vermelho indicam reprogramações ou atrasos nas atividades. É importante ressaltar que, no mês de julho, houve um alto número de reprogramações de datas. Durante as reuniões presenciais, foi enfatizada a importância de acompanhar o mapa de 52 semanas. No entanto, observa-se que, no período estudado, esse indicador apresenta baixa previsibilidade e requer uma análise

mais aprofundada, incluindo o realinhamento das datas programadas e uma investigação detalhada das causas subjacentes das recorrências das reprogramações.

Dessa forma, é necessário revisar e reavaliar o indicador de aderência ao mapa de 52 semanas. Isso envolve o remanejamento de datas, a consideração de fatores mais específicos e a análise das causas raiz que levam às recorrências das reprogramações. É importante entender os motivos pelos quais as atividades estão sendo reprogramadas e buscar soluções para aumentar a eficiência e a previsibilidade das paradas, visando minimizar a ocorrência de atrasos e garantir um melhor planejamento e cumprimento das atividades programadas.

A quinta guia do *dashboard* exibe o indicador de evolução do planejamento e execução de ordens, conforme ilustrado na Figura 16.

Figura 16 – Gráfico do Indicador Evolução do Planejamento e Execução das Ordens



Fonte: O Próprio (2023)

O indicador de evolução do planejamento e execução das ordens tem como meta satisfatória apresentar resultados abaixo de 20%. Após a realização do treinamento junto aos colaboradores sobre o sistema SAP e a metodologia 6S, esse indicador foi o que obteve maior sucesso. Durante o intervalo estudado, apenas 6 semanas apresentaram resultados fora da meta, mesmo assim, esses resultados não foram significativamente distantes da linha divisória.

Esse indicador tem como objetivo retratar o comportamento dos status das ordens, evidenciando a eficiência do planejamento e da execução das atividades. Os treinamentos ministrados aos colaboradores geraram um senso de compromisso e pertencimento em relação à necessidade de acompanhar as atividades em campo e registrar evidências no sistema. Isso permitiu fornecer informações aos gestores e às áreas correlatas sobre o progresso e o status das ordens.

Em resumo, ao longo dos 6 meses analisados, a equipe de manutenção da empresa estudada teve a maioria das semanas com mais de 80% das ordens abertas com atividades programadas, materiais adquiridos e operações executadas em campo. Esse resultado representa uma sinergia entre os setores externos e internos da equipe de manutenção. Demonstra também que os treinamentos ministrados aos colaboradores foram eficazes, uma vez que eles demonstraram comprometimento em seguir os procedimentos adequados, garantindo o planejamento e a execução eficiente das ordens.

4.4 Lições Aprendidas

As lições aprendidas são componentes cruciais para qualquer pesquisa. Elas são reflexões e conclusões extraídas das experiências e resultados obtidos ao longo do processo de pesquisa. Essas lições desempenham um papel vital no aprimoramento contínuo da qualidade e eficácia das pesquisas científicas.

No contexto específico do evento *Kaizen*, uma abordagem de melhoria contínua, a equipe responsável decidiu desenvolver uma tabela de lições aprendidas para criar um histórico que pudesse ser utilizado em futuros eventos *Kaizen*, como pode ser observado na Figura 17. Essa tabela seria um registro valioso das experiências passadas, destacando os desafios enfrentados, as estratégias eficazes adotadas e as melhores práticas identificadas.

Figura 17 – Lições Aprendidas

LIÇÕES APRENDIDAS				
Tema do TCC: APLICAÇÃO DE MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS NA GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA MINERADORA				
Gerente do Evento Kaizen: Luiz Henrique Fraga Silva				
Item	Etapa Relacionada	Lição Aprendida	Impacto	Sugestões para Projetos Seguintes
1	Inicial	Devido os gestores terem uma agenda apertada, as reuniões tiveram apresentações pré elaboradas, com o intuito de trazer uma mensagem direta, para prosseguirmos com as conclusões necessárias.	Positivo	Utilizar essa estratégia para os próximos eventos.
2	Inicial	A escolha dos 5 indicadores chave de manutenção ocorreu devido a maturidade na coleta dos mesmos, porém existem outros indicadores de manutenção que não foram contemplados pelo evento de Kaizen, exemplo: Backlog, Aderência a Programação, entre outros.	Negativo	Procurar ampliar, a partir dos resultados e conclusões do evento, as ações empregadas para outros indicadores de manutenção
3	Intermediária	Estudo dos Procedimentos e Instruções Operacionais da Empresa para que os treinamentos fossem aderentes ao que é considerado um padrão corporativo.	Positivo	Utilizar essa estratégia para os próximos eventos.
4	Intermediária	Utilização de formatos de apresentação mais acessíveis para colaboradores que possuem um conhecimento básico de informática, inserindo explicações e verbetes para o nível apropriado de aprendizado.	Positivo	Utilizar essa estratégia para os próximos eventos.
5	Intermediária	Algumas áreas tiveram dificuldades para mudar a cultura de abertura e tratamento das ordens, devido indicações da própria liderança.	Negativo	Verticalizar a necessidade dos treinamentos, iniciando apropriadamente com todas as lideranças e partindo desses para as operações de base.
6	Final	Desenvolvimento do dashboard em Power BI possibilitou uma visão super transparente, acessível e direta dos dados.	Positivo	Utilizar essa estratégia para os próximos eventos.
7	Final	Falta um indicador específico que mensure a confiabilidade dos dados obtidos de maneira quantitativa e qualitativa	Negativo	Avaliar o desenvolvimento de um indicador específico que avalie a confiabilidade de todas as etapas do evento kaizen.

Fonte: O Próprio (2023)

Uma das principais razões pelas quais as lições aprendidas são importantes é que elas permitem que os pesquisadores evitem repetir erros e obstáculos já enfrentados por outros. Ao analisar os desafios encontrados durante um evento *Kaizen*, é possível identificar as melhores práticas e estratégias a serem adotadas para superar esses obstáculos. Isso economiza tempo, recursos e esforços, além de melhorar a eficiência do processo de melhoria contínua.

5. CONCLUSÃO

A aplicação da melhoria contínua de processos na gestão de manutenção em uma indústria mineradora revelou-se uma abordagem eficaz para aprimorar a eficiência, confiabilidade e desempenho geral das operações. Neste trabalho, buscamos coletar, analisar e aplicar ferramentas de melhoria contínua para otimizar a gestão de manutenção nesse contexto específico.

Ao longo deste estudo, identificamos oportunidades de aprimoramento por meio da análise de indicadores-chave de manutenção, utilizando a técnica do *Kaizen* como uma metodologia essencial para promover a melhoria contínua. Por meio de uma pesquisa de caráter misto, estabelecemos um diálogo próximo com os gestores e responsáveis pelas atividades, alinhando os objetivos do trabalho com as necessidades e expectativas da indústria mineradora em questão.

Através da construção de um fluxograma de trabalho, conseguimos definir claramente o escopo e as etapas necessárias para a implementação das melhorias identificadas. A organização da equipe do evento *Kaizen*, composta por profissionais multidisciplinares, foi crucial para promover uma abordagem abrangente e colaborativa durante todo o processo de melhoria contínua.

Com a realização de treinamentos personalizados, os membros da equipe foram capacitados com conhecimentos e habilidades específicas relacionadas às práticas do *Kaizen*. Isso permitiu que eles desempenhassem um papel ativo na implementação das soluções propostas, contribuindo para a melhoria dos processos de manutenção e alcançando os objetivos estabelecidos.

A consolidação dos dados em um *dashboard* eficiente proporcionou insights valiosos e orientações claras sobre as medidas a serem tomadas em curto, médio e longo prazo. Isso validou a eficácia do evento *Kaizen* e destacou a importância da metodologia 6S, que quando incorporada à cultura organizacional, impulsiona a eficiência e confiabilidade dos processos em toda a empresa.

Em suma, a aplicação da melhoria contínua de processos na gestão de manutenção em uma indústria mineradora é um caminho promissor para impulsionar a eficiência operacional e o desempenho sustentável. As descobertas e resultados obtidos neste estudo destacam a importância de uma abordagem sistemática, envolvimento de equipe e uso adequado de ferramentas e técnicas de melhoria contínua. Recomenda-se

que outras empresas do setor considerem a implementação dessas práticas para aprimorar sua gestão de manutenção e obter vantagens competitivas no mercado.

REFERÊNCIAS

- Almeida, P. S. (2017). *Gestão da Manutenção: Aplicada às Áreas Industrial, Predial e Elétrica*. São Paulo - BR: Érica.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1994). *NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade*. Rio de Janeiro - BR.
- Cohen, D. L. (2018). *Desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Manutenção Aplicável a uma Empresa com Lojas em Centros Comerciais*. Lisboa - PT.
- Costa, E., & Pimentel, A. (2018). *Manutenção Industrial: conceitos, métodos e procedimentos*. Érica.
- Figueiredo, D. L. (2019). *Gestão da Manutenção: Metodologias e Ferramentas para Análises de Falhas*. Ponta Grossa - BR.
- Fogliatto, F. S., & Ribeiro, J. D. (2011). *Confiabilidade e Manutenção Industrial*. Rio de Janeiro - BR: ABEPRO.
- Freiberger, D. G. (2017). *Implantação da Gestão de Manutenção*. Maringá -BR.
- Gomes, M. R. (2018). *Gestão de Manutenção em uma Planta de Cogeração do Setor Sucroalcooleiro*. Uberlândia - BR.
- Gonzalez, I. D., Lima, C. C., Batista, J. A., & Pelissari, A. S. (2012). Processo de Aprendizagem no Contexto da Gestão de Manutenção visando à Confiabilidade. *Gestão Contemporânea*, 10.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. (25 de Maio de 2022). *ibram.org.br*. Fonte: IBRAM: <https://ibram.org.br/mineracao-em-numeros/>
- Kardek, A., & Nascif, J. (2009). *Manutenção Função Estratégica*. Rio de Janeiro - BR: Qualitymark.
- Ortiz, C. A. (2010). *Kaizen e Implementação de Eventos Kaizen*. Porto Alegre - BR: ARTMED Editora SA.
- Pires, H. C. (2021). *Estudo de Caso da Implantação de Melhorias no Processo de Gestão da*. Uberlândia - BR.
- Santos, D. C. (2021). *Gestão da Manutenção - Aplicações na Manutenção Automotiva*. Alagoinhas - BR.
- Seabra, J. R. (2017). *Implementação de Sistema de Gestão numa Indústria Metalomecânica*. Coimbra - PT.