



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

ESCOLA DE MINAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



AMARO MIGUEL PESSANHA DOS SANTOS JUNIOR

**PROPOSTA DE MELHORIAS PARA O DEPARTAMENTO DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO: O CASO DA
ÁREA AUTOMOTIVA DE UMA MINERADORA**

**OURO PRETO – MG
2023**

AMARO MIGUEL PESSANHA DOS SANTOS JUNIOR
junior710.aj@gmail.com

**PROPOSTA DE MELHORIAS PARA O DEPARTAMENTO DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO: O CASO DA
ÁREA AUTOMOTIVA DE UMA MINERADORA**

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Engenharia Mecânica
da Universidade Federal de Ouro Preto
como requisito para a obtenção do
título de Engenheiro Mecânico.

Professor orientador: DSc Washington Luis Vieira da Silva.

OURO PRETO – MG
2023

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S237p Santos Junior, Amaro Miguel Pessanha Dos.
PROPOSTA DE MELHORIAS PARA O DEPARTAMENTO DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO: O CASO DA ÁREA
AUTOMOTIVA DE UMA MINERADORA. [manuscrito] / Amaro Miguel
Pessanha Dos Santos Junior. - 2023.
54 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Washington Luis Vieira Da Silva.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Minas. Graduação em Engenharia Mecânica .

1. Manutenção. 2. Manutenção - Planejamento e Controle. 3. Minas e
recursos minerais. I. Silva, Washington Luis Vieira Da. II. Universidade
Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 621

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



FOLHA DE APROVAÇÃO

Amaro Miguel Pessanha dos Santos Junior

Proposta de melhorias para o departamento de Planejamento e Controle de Manutenção: o caso da área automotiva de uma mineradora

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico

Aprovada em 03 de Agosto de 2023

Membros da banca

DSc. Washington Luis Vieira da Siva - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
DSc. Diogo Antônio de Sousa (Universidade Federal de Ouro Preto)
MSc. Sávio Sade Tayer (Universidade Federal de Ouro Preto)

Washington Luis Vieira da Siva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 09/08/2023



Documento assinado eletronicamente por **Washington Luis Vieira da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 23/08/2023, às 10:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0579210** e o código CRC **08CFAC88**.

A minha família e amigos, pelo apoio e suporte nessa jornada.

Aos meus professores pelos ensinamentos passados.

AGRADECIMENTO

Gostaria de expressar minha sincera gratidão ao meu orientador, Dr. Washington Luis Vieira da Silva, pelo fornecimento de materiais, encorajamento, paciência e orientação ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do curso de engenharia mecânica por suas importantes contribuições para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos meus pais e minha irmã por me incentivarem e apoiarem nos desafios e conquistas.

Aos amigos de Ouro Preto, por compartilhar as conquistas alcançadas e pelos rocks.

Agradeço à República Kamikaze por me acolher com tanto carinho, e a todos os seus moradores, pela amizade e companheirismo. A presença e o apoio de cada um de vocês foram fundamentais para me motivar e contribuíram significativamente para essa conquista.

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo”.

Martin Luther King

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor melhorias para o Planejamento e Controle de Manutenção da área automotiva do departamento de uma mineradora. A aplicação do PCM – Planejamento e Controle da Manutenção é de suma importância para empresas mineradoras. Problemas com controle de estoque, liberação de equipamentos para manutenção, gestão da programação e qualidade das ordens de manutenção podem afetar a efetividade dos procedimentos do departamento, resultando num prejuízo financeiro para a organização. A realização do estudo do PCM propõe a utilização de diversos métodos, que contribuem para que as atividades de manutenção e de gestão sejam conduzidas com um alto padrão de qualidade. O estudo foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica sobre conceitos atrelados a manutenção, métodos de manutenção e PCM. Em sequência foi determinada a metodologia a ser utilizada, de caráter qualitativo, exploratório e estudo de caso. O estudo foi realizado a partir dos dados fornecidos pela empresa. Os resultados obtidos mostraram a possibilidade de melhorias em diversos processos do setor baseadas em estratégias apresentadas neste trabalho, isso inclui a utilização de metodologias de desenvolvimento do controle de estoque, como a classificação ABC e o modelo baseado no ponto de pedido, meios para requintar a comunicação e planejamento entre os setores de manutenção e produção, e formas de aumentar a qualidade das programações e ordens dos serviços de manutenção, podendo tornar estes procedimentos mais eficientes, gerando benefícios para empresa e a tornando mais competitiva no mercado.

Palavras-chave: Manutenção. Planejamento e Controle da Manutenção. Mineração.

ABSTRACT

This work aims to propose improvements for the Maintenance Planning and Control of the automotive area in the mining department. The application of MPC - Maintenance Planning and Control is of paramount importance for mining companies. Problems with inventory control, releasing equipment for maintenance, managing schedules and the quality of maintenance orders can affect the effectiveness of departmental procedures, resulting in financial loss to the organization. The MPC study proposes the use of different methods to contribute to management and maintenance activities with a high quality standard. The study was developed from a literature review on concepts related to maintenance, maintenance methods and MPC. In sequence, the methodology to be used was determined, of a qualitative, exploratory and case study nature. The study was carried out based on data provided by the company. The results obtained showed the possibilities of improvements in several processes of the sector based on the strategies presented in this work, this includes the use of methodologies for the development of stock control, such as ABC classification and model based on order point, ways to improve communication and planning between the maintenance and production sectors, and ways to increase the quality of schedules and maintenance work orders, making these procedures more efficient, generating benefits for the company and making it more competitive in the market.

Keywords: Maintenance, Maintenance Planning and Control, Mining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Analogia saúde humana x máquina.	6
Figura 2: Ordem de Manutenção.	14
Figura 3: Tipos de OMs presentes na carteira de serviços.	17
Figura 4: Curva ABC.	19
Figura 5: Fluxo de Inclusão de material no estoque.	21
Figura 6: Modelo baseado no ponto de pedido.	22
Figura 7: Fluxograma de Desenvolvimento do Trabalho.	26
Figura 8: Organograma da empresa.	31
Figura 9: Manutenção em Motoniveladora.	33
Figura 10: Manutenção em Inversor de Frequência do desagregador.	33
Figura 11: Manutenção em chapa de piso da usina.	34
Figura 12: Manutenção em Embreagem do desagregador.	34
Figura 13: Fluxograma de produção da usina de beneficiamento.	35
Figura 14: Britador de rolos.	36
Figura 15: <i>Scrubber</i>	37
Figura 16: Organograma do departamento de manutenção.	38
Figura 17: Mapa de 52 semanas.	40
Figura 18: Programação semanal automotiva.	42
Figura 19: Campo de operações da OM.	44
Figura 20: Campo de componentes de uma OM.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Variáveis e Indicadores	28
Tabela 2 – Problemas e proposta de melhoria.....	46
Tabela 3 – Possíveis melhorias com a adição de um programador.	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Formulação do Problema.....	1
1.2	Justificativa.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Geral	3
1.3.2	Específicos.....	3
1.4	Estrutura do Trabalho	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Manutenção	5
2.2	Métodos de manutenção	7
2.3	Planejamento e Controle da Manutenção	12
3	METODOLOGIA.....	24
3.1	Tipos de Pesquisa	24
3.2	Materiais e Métodos	26
3.3	Variáveis e Indicadores	27
3.4	Instrumento de Coleta.....	28
3.5	Tabulação dos Dados.....	28
3.6	Considerações Finais do Capítulo	29
4	RESULTADOS	30
4.1	Características da empresa.....	30
4.2	Gestão da Manutenção na empresa	38
4.3	Proposta de melhorias.....	46
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	50
5.1	Conclusão	50
5.2	Recomendações	50
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	51

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

De acordo com Viana (2002), a manutenção está presente na história humana desde o momento que se começou o manuseio de instrumentos de produção. O autor aborda que a presença de equipamentos cada vez mais sofisticados e de alta produtividade fez a exigência de aumento em sua disponibilidade e conclui que, por conta deste grande progresso as técnicas de organização, planejamento e controle nas empresas sofreram uma grande evolução.

As atividades de manutenção são aquelas que buscam manter os equipamentos em suas condições originais de operação e seu desempenho através do restabelecimento de eventuais deteriorações destas condições, isto é, ações tomadas no dia-dia para prevenir ou corrigir eventuais anomalias (XENOS, 1998). O autor afirma que existem no gerenciamento da manutenção, algumas funções de apoio, dentre elas: Planejamento da Manutenção, Padronização da Manutenção, Tratamento de Falhas dos Equipamentos, Orçamento da Manutenção, Educação e Treinamento. Estas funções, colocadas juntamente em prática permitem efetividade no sistema industrial.

O foco deste trabalho é o PCM -Planejamento e Controle da Manutenção, que segundo Branco Filho *apud* Vidal (2021, p.1):

É todo o conjunto de ações para preparar, programar, controlar e verificar o resultado da execução das atividades das funções de manutenção, com o intuito de progredir e melhorar, para atingir, ou até mesmo ultrapassar os objetivos da empresa.

Xenos (1998) afirma que quanto mais extensa a gama de dispositivos utilizados nos processos da empresa, mais complexos são os serviços de manutenção, este aumento na diversificação das atividades necessárias para manter estas máquinas faz com que a organização e qualidade dos procedimentos executados pela equipe de manutenção seja cada vez maior.

De acordo com Viana (2002), A inspeção deste plano traçado é o que irá garantir as execuções de forma correta e no tempo certo, e por isso, o controle é pertinente para a concretização de um planejamento com eficiência e eficácia. A análise contínua dos procedimentos de manutenção é essencial para a empresa, pois facilita a coleta de suas exigências e torna mais visível as oportunidades de aprimoramento, possibilitando a definição do perfil de controle de manutenção mais apropriado para o seu PCM (VIANA, 2002).

Para efeitos de aplicação foi selecionado o departamento de Engenharia de Manutenção da empresa, que tem como objetivo principal manter a disponibilidade dos equipamentos, recolocando-os em funcionamento de forma rápida e eficiente em paradas não programadas, além de prever estes tipos de eventos, se preparar para tais com a obtenção de matéria prima e mão de obra necessária para a manutenção, e executar paradas preventivas para troca de componentes e lubrificação, para evitar que eles fiquem indisponíveis em um momento não planejado.

A base desta monografia é o estudo e análise dos processos executados pela área automotiva do departamento em destaque, que tem como responsabilidade a manutenção dos equipamentos móveis da empresa, como: Carregadeiras, Escavadeiras, Motoniveladoras e Tratores de esteira, que são utilizados nos procedimentos de extração e carregamento da bauxita, minério beneficiado pela organização.

Este trabalho apresenta um estudo sobre Planejamento e Controle de Manutenção e análise dos processos do departamento de manutenção de uma empresa mineradora, com intuito de propor melhorias para suas atividades, com foco na área automotiva do departamento de manutenção, responsável pelos equipamentos móveis da empresa.

De acordo com o contexto, tem-se a seguinte questão problema:

Como propor melhorias para o Planejamento e Controle de Manutenção da área automotiva do departamento de manutenção de uma mineradora?

1.2 Justificativa

Segundo Fabro *apud* Lamas (2021, p.2), o Planejamento e Controle da Manutenção oferece diversos benefícios para uma empresa, como o impedimento de retrabalhos e trabalhos desnecessários, planejamento de recursos humanos e materiais, alinhamento do cronograma de manutenções com o departamento de produção, e avaliação dos custos. Ele também afirma que desta forma, o tempo de inatividade do equipamento e possíveis perdas de produção podem ser reduzidos ou eliminados, proporcionando melhorias para qualidade dos produtos e serviços oferecidos pela organização.

Para Viana (2002), a manutenção não pode se limitar a apenas reparar problemas cotidianos, mas deve sempre buscar a melhoria constante, tendo como objetivo central o aproveitamento máximo de seus equipamentos, e o PCM apresenta como um dos principais pilares para este progresso, passando a ser uma ferramenta indispensável no processo de tomada de decisão no contexto gerencial.

No departamento de manutenção automotiva da empresa, o planejamento, a padronização e o controle de estoque são as principais dificuldades a serem resolvidas, algumas paradas programadas não são finalizadas devidamente, por conta de falta de materiais no estoque, ordens de manutenção com falta de informações e desalinhamento com o cronograma da produção. Estes problemas podem ser solucionados ou amenizados com a melhoria do PCM no departamento.

Sendo assim, este trabalho propõe melhorias nos processos de planejamento e controle da manutenção que poderão torná-los mais eficientes, fazendo com que a empresa tenha destaque no mercado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Propor melhorias para o Planejamento e Controle de Manutenção da área automotiva do departamento de uma mineradora.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico sobre: manutenção, métodos de manutenção e Planejamento e Controle da Manutenção;
- Elaborar um procedimento metodológico para verificar como a empresa aplica o Planejamento e Controle da Manutenção;
- Comparar os dados com a base teórica para propor melhorias para o Departamento de Planejamento e Controle de Manutenção do setor automotivo de uma mineradora.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho será estruturado em cinco capítulos. No primeiro capítulo é abordada a formulação do problema, a justificativa para o estudo e os objetivos do trabalho, tanto os gerais

quanto os específicos. Já segundo capítulo consiste no desenvolvimento de um referencial bibliográfico, que serve como base teórica para a execução do trabalho. Foram abordados os seguintes tópicos: conceitos de manutenção, métodos de manutenção e conceitos de planejamento e controle da manutenção. No terceiro capítulo apresenta-se os procedimentos metodológicos necessários, bem como as ferramentas utilizadas para aplicação dos estudos. No quarto capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da análise do estudo de caso, com aporte dos fundamentos teóricos e no último capítulo apresentadas as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como intuito demonstrar os principais conceitos relativos ao estudo teórico, e tem como objetivo apresentar os principais conceitos e métodos voltados para Planejamento e Controle da Manutenção visando melhor compreensão sobre o tema.

2.1 Manutenção

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, através da norma NBR-5462 (1994) afirma que a manutenção é definida como a junção de ações técnicas e administrativas, incluindo as supervisionais, destinadas a manter ou readmitir um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida, sendo modificadas suas características ou não.

Para Xenos (1998), as atividades de manutenção são executadas para evitar a degradação de um equipamento e instalações causada pelo desgaste natural ou pelo uso. Segundo ele essa degradação se manifesta de diversas formas, aparência interna ou externa ruim, perdas de desempenho, paradas de produção, produção de má qualidade, altas vibrações, sons anormais e poluição ambiental.

Viana (2002) relata que a manutenção deve ser subsidiada como parte de um amplo contexto, com relevância em assuntos econômicos, legais e sociais da empresa, sendo ela uma necessidade de garantir maior rendimento dos equipamentos e que eles não venham parar de forma prematura, além de mantê-los de acordo com as normas de segurança, a fim de prevenir acidentes, sendo eles individuais ou coletivos, patrimoniais e ambientais.

De acordo com Kardec e Nascif (2010), o objetivo atual da manutenção é “garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados”.

A confiabilidade é a expectativa de um item conseguir desempenhar uma função em determinadas condições, durante um intervalo de tempo mínimo (NBR-5462, 1994).

A norma NBR-5462 (1994) define a disponibilidade como a probabilidade de um item ser capaz de desempenhar uma função requerida sob dadas condições, em um dado instante, considerando que os recursos externos estejam dentro da normalidade.

Para Mochy (1989), manutenção dos equipamentos é um fator de suma importância tanto para produtividade da empresa quanto para a qualidade de seus produtos. Ele afirma que ela é um desafio industrial que tem como objetivo discutir periodicamente e constantemente as estruturas atuais e promover adaptações das máquinas para que realizem suas funções da forma mais adequada possível. O autor faz uma comparação entre o estudo da manutenção das máquinas e a medicina com o intuito de facilitar a compreensão da relevância deste tema, conforme a figura 1.

ANALOGIA			
SAÚDE HUMANA			SAÚDE DA MÁQUINA
Conhecimento do homem	Nascimento	Entrada em operação	Conhecimento tecnológico
Conhecimento das doenças			Conhecimento dos modos de falha
Carnê de saúde	Longevidade	Durabilidade	Histórico
Dossiê médico			Dossiê da máquina
Diagnóstico, exame, visita médica	Boa saúde	Confiabilidade	Diagnóstico, perícia, inspeção
Conhecimento dos tratamentos			Conhecimento das ações curativas
Tratamento curativo	Morte	Sucata	Retirada do estado de pane, reparo
Operação			Renovação, modernização, troca
MEDICINA			MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Figura 1: Analogia saúde humana x máquina.
Fonte: Adaptado de Monchy (1987).

A figura 1 demonstra um quadro de analogia entre saúde humana e das máquinas com intuito de demonstrar o significado de alguns termos utilizados no estudo da manutenção, comparando o nascimento da pessoa com o início da operação do equipamento até o fim de suas vidas.

As atividades de manutenção têm passado por diversas mudanças nestes últimos anos, as empresas que vêm se destacando no mercado atual são as que estão cientes de quanto uma falha de equipamento afeta a segurança e o meio ambiente, tem conscientização da relação entre manutenção e qualidade do produto, sabe da importância de metas de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e instalações, e busca constantemente a redução de seus custos (KARDEC E NASCIF, 2010).

As organizações industriais têm como objetivo a obtenção de lucro, utilizando equipamentos e mão-de-obra, transformando materiais brutos em produtos acabados de maior valor (TAVARES, 2009). Ele afirma que a manutenção tem forte ligação com a rentabilidade da empresa, já que ela interfere diretamente na capacidade de produção e nos custos operacionais dos equipamentos.

Tavares (2009) ressalva que para que esta empresa possa ter um alto nível de produtividade é necessário que ela tenha as melhores técnicas de gerenciamento com apoio de ferramentas adequadas, com isto ela terá efetividade operacional, que tem como resultado:

- Redução contínua de custos;
- Aumento da confiabilidade e disponibilidade das instalações;
- Atendimento rápido das solicitações de serviço;
- Melhoria do planejamento dos serviços;
- Programa de diminuição das falhas e defeitos nos equipamentos.

2.2 Métodos de manutenção

Os métodos de manutenção são caracterizados pela forma no qual é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações. Estes podem ser classificados em diversos grupos, cada um com características específicas, mas que compartilham do mesmo intuito, que é garantir a disponibilidade e confiabilidade de tais.

A NBR 5462 (p.7, 1994) define a manutenção corretiva como “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”.

Kardec e Nascif (1999) dividem a manutenção corretiva em dois tipos:

- Manutenção Corretiva não planejada: correção de falha de maneira aleatória e emergencial;
- Manutenção Corretiva planejada: correção do desempenho menor do que planejado ou correção de falha por decisão gerencial.

Kardec e Nascif (1999) afirmam que quando a maior parte das manutenções executadas em uma empresa são as corretivas não planejadas, o departamento de manutenção não possui tempo para planejar melhorias em seus processos, o que resulta em um desempenho inadequado às necessidades de competitividade atual.

A principal característica das corretivas planejadas é baseada na qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento (KARDEC E NASCIF, 2010). Os autores afirmam que este tipo de manutenção faz com que algumas decisões de deixar o item funcionar até a sua quebra não sejam críticas, desde que elas sejam conhecidas e os materiais de reposição estejam preparados para uma troca rápida. Estas informações fornecidas são geradas por componentes tecnológicos de supervisão provindos da manutenção preditiva, que será detalhada posteriormente.

Xenos (1998) cita este tipo de manutenção sempre ocorre após a falha, ela é uma boa opção para equipamentos que não afetam a produção com sua parada não programada. Ele relata que este é um método de manutenção mais barato que a prevenção de falhas, pois utiliza os componentes dos equipamentos na totalidade de sua vida útil. No entanto, os custos causados por interrupções na produção podem ser grandes.

Para que este método de manutenção seja o mais ideal é necessária uma análise que parte do princípio de que quando ocorrer a falha, os custos causados pela parada na produção não superem a economia gerada ao se utilizar toda a vida útil de um componente, trazendo uma vantagem econômica à organização no processo geral (VIDAL, 2021).

Xenos (1998) ressalta que por mais que as corretivas sejam o método mais simples entre os outros, não é recomendado se acomodar com a ocorrência de falhas como um evento já esperado e de certa forma rotineiro. Ele aconselha que é necessário se esforçar para identificar precisamente as causas fundamentais da falha e bloqueá-las, evitando sua reincidência.

A norma NBR-5462 (p.7, 1994) descreve a manutenção preventiva como a “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

Viana (2002) classifica a manutenção preventiva como todo serviço de manutenção executado em máquinas que não estejam em falha. Ele aborda estes serviços como aqueles efetuados em intervalos predeterminados, de forma planejada, destinados a reduzir a probabilidade de falha e assim conferir um bom andamento nas atividades produtivas. O autor ainda esclarece que, com um plano de preventivas bem elaborado e consolidado, se torna possível estimar os materiais necessários para manter os itens de produção em condições operacionais em determinado momento, otimizando as quantidades dos itens necessários à manutenção presentes nos almoxarifados, tornando a gestão de estoque mais eficiente. Ele cita que as atividades preventivas são analisadas e pré-definidas pela equipe de manutenção, o que reduz o fator de improvisação na indústria, possibilitando alcançar uma qualidade superior de serviço do que em um ambiente baseado em ações emergenciais.

De acordo com Xenos (1998), este deve ser o principal tipo de manutenção. A preventiva ocorre periodicamente, e ela envolve tarefas sistemáticas, como inspeções, reformas e trocas de peças. Ele esclarece que neste método os itens são trocados antes de atingirem seus limites de vida útil e por conta disto aparenta ser mais cara que as manutenções corretivas, a redução nos custos totais da empresa, no entanto, se dá devido ao aumento da confiabilidade e vida útil dos equipamentos, causada pela redução das falhas repentinas. Assim a produção tem menos paradas inesperadas, fazendo com que o plano de produção possa ser cumprido.

Kardec e Nascif (2010) definem a manutenção preventiva com a atuação realizada de forma a diminuir ou evitar uma falha ou queda no desempenho no equipamento, seguindo a um plano previamente analisado e elaborado, aplicados periodicamente. Os autores destacam que a manutenção preventiva oferece uma noção prévia das ações a serem executadas permitindo um bom gerenciamento das atividades, nivelamento dos recursos, além de previsibilidade do consumo de materiais e sobressalentes, e por outro lado promove a retirada do equipamento ou sistema de operação para a execução das atividades programadas.

Deve-se pesar os fatores para que o uso dessa política seja adequado à realidade dos equipamentos, sistemas ou plantas (KARDEC E NASCIF, 2010). Os autores esclarecem também que nem sempre os fabricantes fornecem dados precisos para a adoção nos planos de manutenção preventiva, o que torna necessário a análise contínua para tornar os planos mais adequados, além disso, condições ambientais e operacionais influem significativamente na degradação dos equipamentos, logo, a definição de periodicidade e substituição deve ser estipulada para cada instalação.

Xenos (1998) afirma que este método muitas vezes é negligenciado pelas empresas onde o tempo que foi determinado para a preventiva acaba sendo utilizado para trabalhar em falhas que surgem no dia a dia da produção. Isso se dá porque sem uma boa manutenção preventiva, as falhas tendem a aumentar, ocupando todo o tempo do pessoal de manutenção.

Kardec e Nascif (2010) apontam alguns pontos negativos que podem prejudicar este tipo de método de manutenção, eles são.

- Falha humana;
- Falha de itens de reposição;
- Contaminações no sistema de óleo;
- Danos durante partidas e paradas;
- Falhas dos Procedimentos de Manutenção.

Estes pontos podem ser tratados com um Planejamento e Controle de Manutenção adequado.

A norma NBR-5462 (p.7, 1994) define a manutenção preditiva como a que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

A preditiva é baseada no uso de tecnologia avançada como sensoramento e análises laboratoriais para diagnóstico dos componentes presentes nos equipamentos, podendo assim estimar com mais exatidão a vida útil de cada item, otimizando a troca de peças ou reforma dos componentes, fazendo com que as preventivas sejam melhores (XENOS, 1998).

Kardec e Nascif (2010, p. 45) descrevem o objetivo da manutenção preditiva como:

Prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado à Manutenção Preventiva é o de prever as condições dos equipamentos. Ou seja, a Manutenção Preditiva privilegia a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo.

Viana (2002) determina as preditivas como tarefas de manutenção preventiva que visam supervisionar a máquina ou suas peças, através de monitoramento, medições ou por controle estatístico, com o intuito de prever a proximidade da ocorrência da falha. Ele cita que, o objetivo deste tipo de manutenção é determinar o tempo correto da necessidade da parada do

equipamento para realização da manutenção, evitando assim desmontagens para inspeção e fazendo com que o item seja utilizado até o máximo de sua vida útil.

Caetano (2018, p. 2) define a manutenção preditiva da seguinte forma:

É uma metodologia utilizada na conservação de ativos, realizada a partir da análise de dados obtidos através de instrumentos específicos durante inspeções em campo, ou seja, enquanto as máquinas e equipamentos estão operando e por consequência sujeitas a gerar as evidências necessárias para indicar ou não a necessidade de se programar uma manutenção preventiva ou corretiva.

A utilização das preditivas ocorrem principalmente quando a manutenção preventiva não é suficiente para impedir falhas críticas que podem resultar em paradas não programadas, gerando impactos na produtividade, podendo afetar o desempenho financeiro da empresa negativamente (CAETANO, 2018).

Viana (2002) cita as quatro técnicas mais comuns realizadas pelas empresas que praticam este método de manutenção:

- Ensaio por ultrassom;
- Análise de vibrações mecânicas;
- Análise de óleos lubrificantes;
- Termografia.

Sendo que todas são realizadas através de ensaios não destrutivos com os dados coletados durante a operação do equipamento.

Caetano (2018) destaca que a manutenção preditiva é extremamente importante para o departamento de manutenção, por influenciar positivamente na confiabilidade das máquinas e na aplicabilidade dos serviços de manutenção, tendo como resultado uma disponibilidade maior, porém é recomendado que ela seja implantada apenas em equipamentos de alta criticidade, por conta do custo elevado de sua utilização, assim a empresa deve executar uma análise bem elaborada para definição dos ativos que tem maior impacto na produtividade da indústria.

Para Xenos (1998), as preditivas costumam ser tratadas como um assunto bastante avançado dentro da manutenção, por conta do uso de tecnologia exigido pelos aparelhos de medição. O autor menciona que, algumas empresas designam uma equipe independente, com qualificação diferenciada para a realização destes tipos de serviços de manutenção.

2.3 Planejamento e Controle da Manutenção

Viana (2002) apresenta o PCM como um dos principais meios de organização e técnicas que promove uma melhoria contínua nos processos de manutenção de uma empresa, fazendo com que eles não se limitam em apenas corrigir problemas cotidianos no ambiente industrial.

Kardec e Nascif (1999) afirmam que o planejamento da manutenção era utilizado em função do tempo de operação da empresa, focando nas cargas horárias dos serviços prestados. Mas após o desenvolvimento dos processos dentro das indústrias e o aumento da competitividade no mercado passou a ser usado como forma de organização e solução de problemas relacionados aos resultados de produção (KARDEC E NASCIF, 1999).

O planejamento é um dispositivo da gestão para o departamento de manutenção, no qual permite comparar o total de atribuições previstas para os serviços, como a capacidade de cada atividade (MONCHY, 1987).

Viana (2002) cita os principais objetivos de um sistema informativo de controle de manutenção como:

- Organizar e padronizar os procedimentos relacionados aos serviços de manutenção, tais como: solicitação de serviços, programação de serviços e informações provenientes do banco de dados;
- Facilitar a coleta de informações da manutenção, por exemplo, custos do equipamento, performance, características técnicas, falhas mais recorrentes, entre outros;
- Coordenar as estratégias de manutenção através dos planos preventivos, com intuito de garantir que as tarefas planejadas sejam emitidas automaticamente em forma de Ordem de Manutenção;
- Melhorar a produtividade de seus serviços através de informações, otimização de mão de obra e criticidade das tarefas;
- Controlar o estado dos equipamentos;
- Gerar relatórios de históricos dos equipamentos, bem como de índices consolidados, como backlog, índice de corretiva, MTTR, MTBF etc.

Deve-se analisar constantemente a realidade dos procedimentos de manutenção da empresa, coletando assim suas necessidades e melhorias, assim traçando o perfil de controle de manutenção mais adequado para seu PCM (VIANA, 2002).

Quanto maior a variedade de equipamentos utilizados no processo de produção, mais complexos são os serviços de manutenção, este aumento na diversificação das atividades necessárias para manter estas máquinas de características diferentes funcionando fazem com que a organização dos processos de manutenção seja cada vez maior (XENOS, 1998).

A palavra *tag* é originada do idioma inglês e significa, com tradução literal, etiqueta. O termo Tagueamento, por sua vez, é utilizado nas indústrias para representar a identificação da localização das áreas operacionais e seus equipamentos. O autor afirma que a utilização de tal identificação se faz necessária para o controle setorizado e organização da manutenção (VIANA, 2002).

“A codificação permite a gerência técnica e econômica do serviço, pela possibilidade de colocação das falhas e dos custos sob a responsabilidade de setores, de tipos de máquinas, de subconjunto frágeis etc.” (MONCHY, 1987, p. 60).

De acordo com Viana (2002), ao atingir um tagueamento devidamente estruturado, é possível planejar e programar a manutenção de forma mais rápida extrair informações estratificadas por *tag*. Essas informações consistem no número de quebras, disponibilidade, custos, obsolescência, recursos, entre outros.

“O Tagueamento é a base da organização da manutenção, pois ele será o mapeamento da unidade fabril, orientando a localização de processos, e de equipamentos para receber manutenção” (VIANA, 2002, p. 21).

Carvalho (2009) define Ordem de Manutenção com um documento escrito, seja em formato físico ou digital, no qual deve conter instruções claras sobre o serviço a ser realizado pela equipe de manutenção. O autor afirma que a OM é uma autorização para a execução e registro das atividades de manutenção específicas.

Viana (2002, p. 8) descreve OM – Ordem de Manutenção como “Instrução escrita, enviada via documento eletrônico ou em papel, que define um trabalho a ser executado pela manutenção”.

Viana (2002) aponta que o motivo das solicitações de serviços operacionais são as percepções de falha de determinado equipamento por um operador ou inspetor, seja pelas inspeções visuais ou observação de mal funcionamento analisada durante a operação de tal, diante da falha os observadores devem cadastrar uma solicitação de serviço, também conhecida como Nota de Manutenção, ela deve seguir um padrão, com o intuito de facilitar futuras

análises, esta nota devem conter o máximo de informações possíveis, ela deve informar a *tag* do equipamento e dados informando as possíveis causas da falha.

As Ordens de Manutenção de plano de manutenção são geradas automaticamente, baseadas na última data de realização daquele serviço e a periodicidade prevista no próprio plano de manutenção, este tipo de OM tem caráter preventivo (VIANA, 2002). A figura 2 ilustra um exemplo de Ordem de Manutenção.

Ordem de Serviço 0004
Manutenção Preventiva Mensal

Equipamento ou Ativo			
Nome		Modelo	
Marca		Setor	
Sistema Elétrico			
Tensão		Corrente	
Conforme	Não conforme	Conforme	Não conforme
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cabos		Conexões	
Conforme	Não conforme	Conforme	Não conforme
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sistema de Lubrificação			
Nível de Óleo		Pressão do Óleo	
Conforme	Não conforme	Conforme	Não conforme
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sem vazamentos			
Conforme	Não conforme		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Figura 2: Ordem de Manutenção.

Fonte: Adaptado do site Produtivo (2022).

A figura 2 é um exemplo de uma OM de inspeção de equipamento, nela é possível observar alguns detalhes importantes que uma Ordem de Manutenção deve possuir, como: Dados do técnico que executa o serviço de manutenção, detalhes do equipamento mantido e informações dos pontos inspecionados.

Para Viana (2002), os Planos de Manutenção são o conjunto de informações necessárias, para a orientação da atividade de manutenção, buscando sempre o máximo de detalhes possíveis sobre o serviço a ser executado. O autor destaca as principais categorias de planos como Inspeções visuais, Roteiros de lubrificação, Monitoramento de características dos equipamentos, Troca de itens desgastados e Intervenção preventiva.

Carvalho (2009) descreve estas categorias da seguinte forma:

- Plano de inspeções visuais: a mais básica, sendo realizada através da observação de algumas características, como temperatura, ruídos, vibrações etc.;
- Roteiros de lubrificação: uma ação de suma importância, pois garantem a conservação das peças, diminuindo o atrito entre elas, e conseqüentemente, diminuindo seu desgaste;
- Monitoramento de características dos equipamentos: verificações de quais equipamentos estão com desgaste e se precisam realizar a troca de alguma peça, verificando, desta forma, a vida útil de cada parte;
- Manutenção de troca de itens de desgaste: após verificar o tempo útil da peça e seu desgaste, procede-se a sua troca;
- Plano de intervenção preventiva: conjunto de ações que visam manter o equipamento em sua melhor forma de uso.

Viana (2002) afirma que a categoria de inspeções visuais é a mais básica, onde as falhas detectadas por elas são geralmente de fácil solução. Porém isso não quer dizer que elas devem ter menor prioridade. Estas falhas são selecionadas com mais facilidade por conta de serem relatadas em seu início, o que evita que a máquina tenha um dano maior. Assim, a inspeção consiste na observação de determinadas características dos equipamentos, como: ruído, temperatura, condições de conservação, vibração, entre outras.

Estas observações devem ser registradas e devidamente comparadas com as condições ideais da máquina, trata-se de um acompanhamento periódico que exige atenção e organização para que não ocorra falsas percepções ou a repetição de atividades, uma vez que elas consomem tempo e recursos (VIANA, 2002).

De acordo com Xenos (1998), os planos devem ser definidos a partir de padrões de manutenção, contendo informações como instruções detalhadas sobre o que inspecionar, reformar ou trocar, sua frequência, o motivo e a forma como os serviços devem ser executados. O autor indaga que em caso de equipamentos novos é recomendado a coleta de informações com o fabricante da máquina através de especificações de técnicas e manuais de manutenção, e depois de determinado tempo de o equipamento na empresa, elaborar os planos de manutenção com base na experiência prática acumulada pelas equipes de manutenção ao longo do tempo.

A lubrificação assume um papel de suma importância, pois é essencial para a conservação de elementos mecânicos, e tem como objetivo reduzir o atrito entre as superfícies,

para assim evitar o desgaste excessivo e o aumento de temperatura dos componentes presentes no equipamento (VIANA, 2002).

Para Kardec e Nascif (2010), a utilização de um Sistema de Controle da Manutenção é importante para a harmonização dos processos que interagem na Manutenção, ele permite a identificação de aspectos como:

- Previsão dos serviços futuros;
- Análise aprofundada de serviços executados;
- Recursos necessários para cada tipo de serviço;
- Tempo médio gasto em cada serviço;
- O custo por unidade e global das atividades;
- Materiais a serem aplicados;
- Máquinas, dispositivos e ferramentas necessárias;
- Nivelamento dos recursos;
- Programação de máquinas operatrizes ou de elevação de carga;
- Registros sólidos, proporcionando um histórico concreto;
- Priorização adequada dos trabalhos.

Viana (2002) destaca a importância do roteiro de lubrificação, que é descrito como um guia que deve conter informações como, pontos no qual deve ser aplicado o óleo lubrificante no equipamento e onde deve ser adicionada a graxa lubrificante. Estes processos são distintos, porém eles possuem o mesmo objetivo e tem a mesma importância. As Ordens de Manutenção geradas desta categoria devem ser previamente organizadas, pois geralmente envolvem uma grande quantidade de máquinas com diversos pontos a serem lubrificadas.

Existem itens de sacrifício, que são componentes feitos para desgastarem-se em função do bom funcionamento e proteção do conjunto. Para ele não é compensatória a recuperação destes itens, ou seja, após cumprirem seu objetivo, devem ser substituídos e descartados. Ele cita alguns exemplos de itens deste tipo, são eles: gaxetas, escovas em um motor, correias de transmissão, tulipas em uma enchedora e lonas de embreagem (VIANA, 2002).

Viana (2002, p.97) destaca que o plano de intervenção preventivo “consiste em um conjunto de atividades (tarefas), regularmente executadas com o objetivo de manter o

equipamento em seu melhor estado operacional”. Segundo o autor este tipo de plano tem como meta a geração de Ordens de Manutenção automaticamente e periodicamente.

O departamento de manutenção deve sempre ter como objetivo a diminuição da periodicidade das ações preventivas, através da implantação de melhorias nos equipamentos. (XENOS, 1998).

Viana (2002) esclarece que é comum que o planejador de manutenção tenha uma carteira de serviço, a fim de auxiliar no controle das informações e pendências existentes de cada equipamento sob sua responsabilidade. A figura 3 destaca os tipos de Ordens de Manutenção presentes na carteira de serviços.

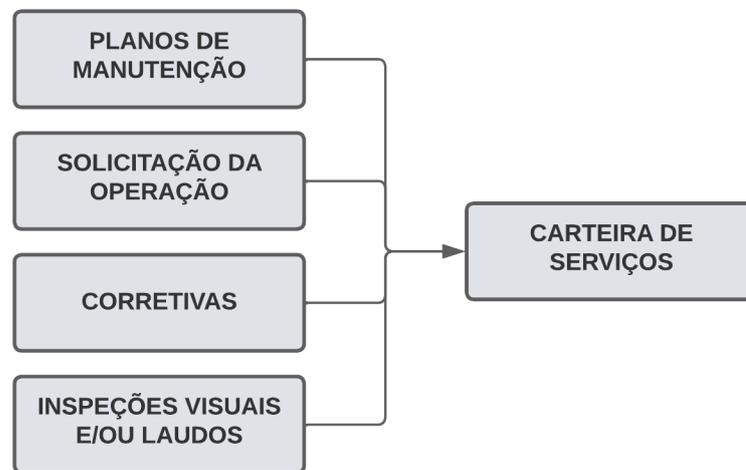


Figura 3: Tipos de OMs presentes na carteira de serviços.
Fonte: Adaptado de Viana (2002).

Cada pendência de manutenção na maquinaria deve necessariamente possuir um registro, este registro deve estar presente em uma Ordem de Manutenção (VIANA, 2002). Segundo o autor cada OM deve possuir informações como quantidade de HH - Hora Homem necessárias para realização das atividades, onde deve ser acompanhado e alterado caso seja preciso, assim como os materiais necessários para o serviço. Ele também afirma que o programador de manutenção tem como responsabilidade a realização e acompanhamento da programação semanal das equipes de manutenção, a fim de utilizar toda a capacidade de mão de obra e materiais de forma eficiente.

De acordo com Viana (2002), os índices de manutenção têm como propósito auxiliar no acompanhamento da rotina diária do departamento de manutenção junto dos desafios apresentados durante a jornada de trabalho. Ele também afirma que devem retratar aspectos

importantes no processo da planta, onde o PCM deve avaliar a melhor forma de monitoramento de seus procedimentos, com foco naquilo que agrega valor, evitando análises desnecessárias.

Viana (2002) descreve os principais indicadores utilizados pelas empresas atualmente, são eles:

DF – Disponibilidade Física: determinada como a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo estabelecido. Ele aponta a DF como um percentual de empenho do equipamento para a operação, em relação às horas totais do período selecionado.

MTBF – *Mean Time Between Failures* (Tempo Médio entre as falhas): é conceituado como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para operação, pelo número de intervenções corretivas nesta máquina em determinado período. Ele explica que o aumento do MTBF é um sinal positivo, pois indica que o número de intervenções corretivas está diminuindo e conseqüentemente o total de horas disponíveis para a operação está aumentando.

MTTR – *Mean Time To Repair* (Tempo Médio de Reparo): é definido com a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido a paradas de manutenção pelo número de intervenções corretivas em um período. Segundo o autor quanto menor o valor de MTTR no passar do tempo, melhor estão os procedimentos da equipe de manutenção, já que esta diminuição determina um impacto menor dos reparos corretivos.

Viana (2002) cita os indicadores de custos, um deles é o Custo de Manutenção por Faturamento, que é utilizado para comparar os gastos totais dos processos de manutenção com o faturamento da empresa. Outro indicador relacionado à custos é o de Custo de Manutenção por Valor de Reposição, usado para equiparar o custo total de manutenção de um equipamento com o seu valor de compra.

Backlog: é o tempo que a equipe de manutenção deve trabalhar para finalizar todos os serviços pendentes, e se não forem adicionadas novas pendências durante a execução dos serviços até então registrados, este indicador é utilizado para relacionar a demanda de serviços com a capacidade que a equipe tem de atendê-los.

Índice de Retrabalho: representa o percentual de horas trabalhadas em Ordens de Manutenção encerradas, onde a equipe teve a necessidade de reabri-las por algum motivo, em relação ao total geral trabalhado no período. Para o autor este indicador tem como meta verificar a qualidade dos serviços realizados pela equipe de manutenção, observando se as intervenções realizadas foram definitivas, ou paliativas gerando assim um constante retorno ao equipamento.

Índice de Corretiva e Preventiva: estes índices são utilizados para levantar o percentual de horas de manutenção dedicadas nestes tipos de serviço de manutenção, tendo como objetivo fornecer a situação da ação, planejamento e programação.

Para o processo de manutenção, um estoque otimizado é de elevada importância, para a otimização dele é necessário que o almoxarifado da empresa possua materiais em quantidades e diversidades tais que não ponham em risco a produtividade por parada de equipamento, e ao mesmo tempo limitar o estoque apenas ao necessário, sendo o mais econômico possível, (VIANA,2002). Ele também cita os principais pontos que devem ser analisados na inclusão de um novo item no estoque da manutenção:

- Grau de risco do item para o processo;
- Custo do material;
- Tempo de vida útil;
- Fornecedores (interno ou externo);
- Demanda da área, verificada através da observação do consumo do item por intermédio de débito direto.

De acordo com Tubino (2017), a classificação ABC dos itens, também conhecida como curva de Pareto, é uma ferramenta utilizada para diagnosticar as características da demanda e tomar decisões sobre os tipos de modelos a serem utilizados na administração de estoque de peças. Essa técnica se baseia no princípio de Pareto, que afirma que poucos itens são responsáveis pela maioria dos eventos analisados, a figura 4 apresenta um gráfico visando exemplificar a metodologia.

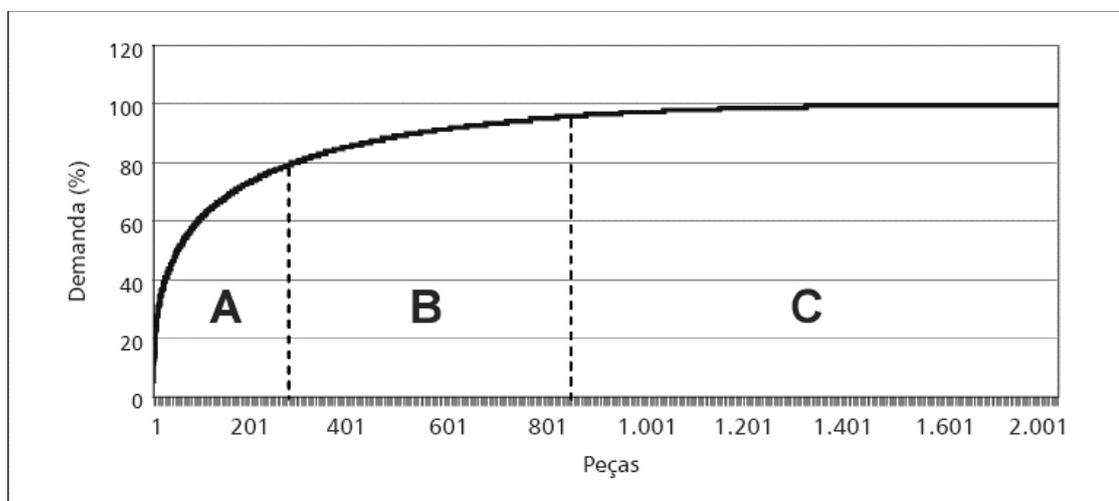


Figura 4: Curva ABC.
Fonte: Adaptado de Tubino (2017).

Observa-se na figura 4 um notável aumento na demanda com apenas alguns itens presentes no início do gráfico, estes componentes são considerados como classe A, em seguida há um crescimento moderado de demanda representado por um número intermediário de itens, denominados classe B, e em sequência são os componentes de classe C, no qual possui um crescimento lento com uma grande quantidade de itens, estes são considerados os componentes de menor criticidade (TUBINO, 2017).

Tubino (2017) afirma que outra variável importante na escolha do modelo de controle de estoque é a frequência de ocorrência da demanda. Itens com alta frequência de demanda, que possuem históricos consistentes e podem ser previstos com certa precisão, podem se beneficiar da implementação de estoques reguladores no sistema para gerenciar suas demandas.

Viana (2002) destaca que para a inserção de um novo item, deve-se seguir um fluxo básico, onde primeiro ocorre a solicitação do item feito pela equipe de manutenção, e se ele for realmente necessário, ele deve ser analisado pela Engenharia de Manutenção, e assim deve ser determinado seu grau de risco para o processo, e de acordo com Viana (2002), eles são classificados em:

- Vital: materiais que param equipamentos estratégicos para a produção, proporcionando perda de disponibilidade, afetam a qualidade do produto, ou garantem condições de segurança à maquinaria e, por conseguinte, ao trabalhador;
- Semivital: materiais secundários, que garantem eficiência à planta, mas por si só não proporcionam os riscos classificados como vital;
- Não-vital: materiais de equipamentos que possuem stand-by (modo repouso) devem receber esta classificação;
- De risco extremo: materiais que são vitais para o processo têm difícil aquisição e não existe forma de buscar alternativas internas.

Viana (2002) evidencia que a Engenharia da Manutenção deve determinar também o fator de previsibilidade, podendo ser:

- Previsível: material cuja aplicação pode ser previsível com antecedência mínima de 90 dias;
- Imprevisível: material que não proporciona possibilidade de se ter com segurança a época certa de sua aplicação.

Viana (2002) criou um fluxograma seguindo as análises apresentadas anteriormente para deixar claro o processo de gestão de estoque que é demonstrado na figura 5.

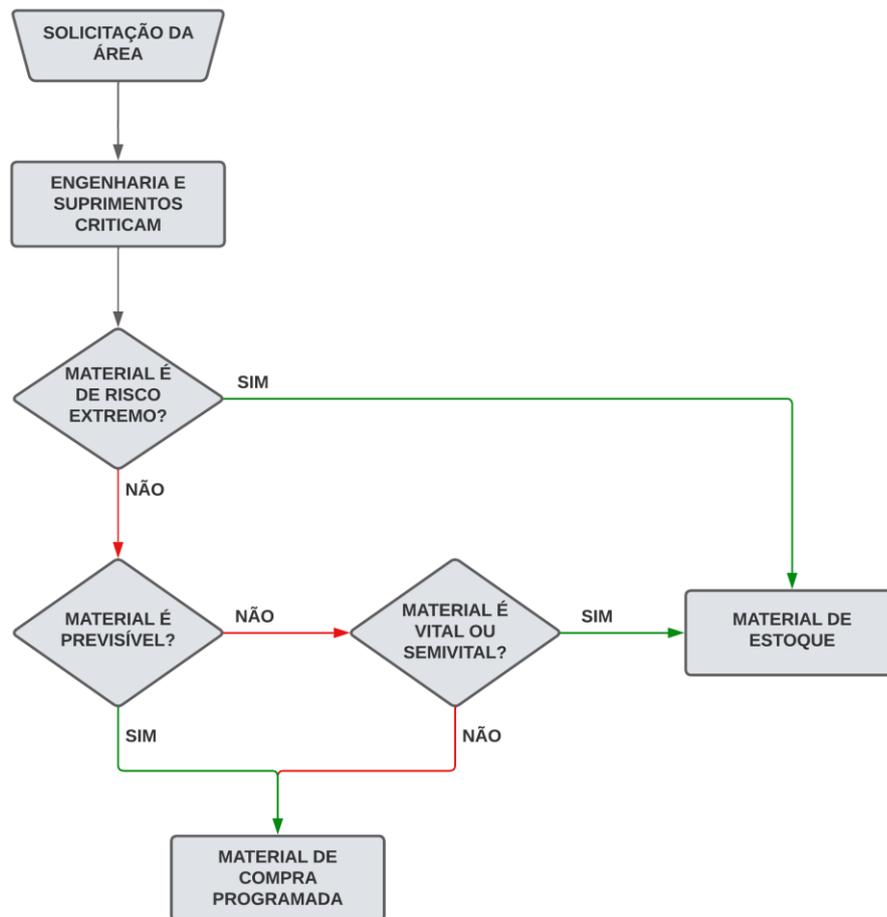


Figura 5: Fluxo de Inclusão de material no estoque.
 Fonte: Adaptado de Viana (2002).

A figura 5 mostra os processos de gestão de estoque, onde o material deve possuir alguns requisitos para determinar se ele deve ser estocável ou não de acordo com sua criticidade e previsibilidade.

Para Tubino (2017), o modelo de controle de estoques por ponto de pedido baseia-se em estabelecer uma quantidade específica de itens em estoque, conhecida como ponto de pedido ou ponto de reposição. O autor destaca que quando esse nível é alcançado, inicia-se o processo de reposição do item, sendo solicitada uma quantidade predefinida, a figura 6 ilustra como este método funciona.

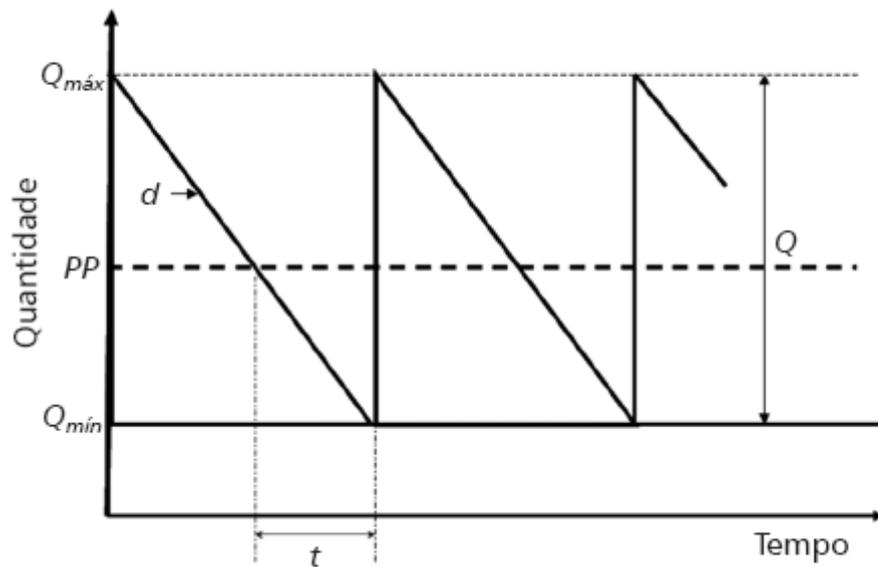


Figura 6: Modelo baseado no ponto de pedido.
 Fonte: Adaptado de Tubino (2017).

Observa-se na figura 6 que o estoque é dividido em duas partes pelo ponto de pedido (PP): a parte superior é usada para atender à demanda até a data de programação de um lote de reposição (Q), enquanto a parte inferior é utilizada entre a data de programação e a data de recebimento do lote, ou seja, durante o período de ressurgimento (t) (TUBINO, 2017).

De acordo com o Tubino (2017), a quantidade de estoque mantida no ponto de pedido deve ser suficiente para suprir a demanda pelo item durante o tempo de reposição (t), com adição de um nível de estoque de segurança (Q_s), que é utilizado para conter variações na demanda durante o tempo de reposição, ou variação no tempo de ressurgimento, a fórmula 1 auxilia na determinação da quantidade necessária no ponto de pedido.

$$PP = d \times t + Q_s \quad (1)$$

Onde:

- PP: Ponto de Pedido;
- d: Demanda por unidade de tempo;
- t: Tempo de ressurgimento;
- Q_s : Estoque de segurança.

Tubino (2017) cita que o tempo de ressurgimento (t) é o intervalo de tempo que decorre desde o momento em que é identificada a necessidade de reposição do item até a entrada efetiva do componente, este tempo é resultado da soma de quatro tempos parciais.

- Tempo de preparação da ordem de reposição;
- Tempo de preparação da operação de compra ou fabricação;
- Prazo de entrega da fabricação;
- Tempo gasto em transporte e recepção do lote.

Onde quanto maior este tempo, maior deve ser a quantidade do ponto de pedido e de estoques médios mantidos no sistema (TUBINO, 2017).

Algumas empresas, com o intuito de facilitar a identificação do ponto de pedido, podem aplicar a técnica fisicamente, separando o estoque em duas partes, tornando o processo de acompanhamento mais visual para a equipe (TUBINO, 2017).

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia e técnicas utilizadas para o andamento da pesquisa.

3.1 Tipos de Pesquisa

Para Marconi e Lakatos (2021), a finalidade de uma atividade científica é a obtenção da verdade, através da comprovação de hipóteses que ligam a observação da realidade e a teoria científica, deduzindo assim algo real. As autoras determinam método como o conjunto de atividades sistemáticas e racionais que fazem com que seja possível alcançar conhecimentos válidos e verdadeiros, de forma segura e econômica, auxiliando o cientista em suas decisões, traçando o caminho a ser seguido e facilitando a detecção de erros.

De acordo com Gil (2022), a pesquisa é definida como o procedimento racional e sistemático que tem como intuito responder determinados problemas, elas são requeridas quando não há informações suficientes para responder ao problema, ou quando as informações disponíveis estão desordenadas, dificultando assim a relação delas com o problema.

Marconi e Lakatos (2021) afirmam que as pesquisas podem ser qualitativas e quantitativas, onde a preocupação tem foco na qualidade dos resultados alcançados com a pesquisa, em como foi feita a coleta dos dados necessários, os procedimentos utilizados para análise e interpretação destes dados, o ambiente onde a pesquisa foi realizada e o grau de controle das variáveis.

Marconi e Lakatos (2021) *apud* Richardson caracteriza a pesquisa quantitativa da seguinte forma:

Emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples, como percentual, média, desvio-padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão etc.

Segundo Marconi e Lakatos *apud* Minayo, Deslandes e Gomes (2021), a abordagem qualitativa responde a questões particulares, com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado, trabalhando com o universo dos significados, dos motivos, dos valores e das atitudes.

Marconi e Lakatos (2021) descrevem que uma pesquisa qualitativa pressupõe o estabelecimento de um ou mais objetivos, a seleção das informações, a realização da pesquisa

de campo, em seguida, se necessário, são construídas as hipóteses que visam explicar os problemas identificados e definem o que será preciso para a coleta dos dados, seguindo para fase de análise. Elas apontam que diferente da abordagem quantitativa, a qualitativa possui um processo não sequencial, onde o pesquisador necessita constantemente retroceder a fases anteriores para reformulações, procurando significados mais profundos.

Marconi e Lakatos (2021) difere a pesquisa qualitativa da quantitativa de acordo com seus objetivos, onde a primeira tem como foco a análise e interpretação de características mais profundas, descrevendo a complexidade do comportamento humano em determinadas situações, investigando assim aspectos como: hábitos, atitudes, tendências de comportamento etc. Já a abordagem quantitativa deve possuir amostras amplas e de informações numéricas, na qualitativa as amostras são mais curtas, centrada em seu conteúdo psicossocial.

O tipo de pesquisa estabelecido para este trabalho é o qualitativo, por conta dos métodos utilizados para coleta de dados e o tipo de análise feita sobre os processos empregados na mineradora estudada.

Marconi e Lakatos (2021) afirmam que outra classificação de pesquisa diz respeito a seus objetivos, no qual podem ser determinadas como exploratórias, onde possibilitam maior familiaridade com o problema e a construção de hipóteses, descritivas e explicativas.

As pesquisas exploratórias têm como propósito dispor mais familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, seu planejamento tende a ser flexível, pois considera os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado (GIL, 2022). O autor destaca que, por conta desta flexibilidade, é difícil, na maioria dos casos, rotular os estudos exploratórios, mas é possível identificar pesquisas bibliográficas, estudos de caso e mesmo levantamento de campo que podem ser considerados como estudos exploratórios.

Vergara (2016) define pesquisa bibliográfica como estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, ou seja, materiais disponibilizados para o público em geral, fornecendo instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa. Ela aponta que o material publicado pode ser uma fonte primária ou secundária, onde a fonte secundária é derivada da primária.

Para Gil (2022), praticamente toda pesquisa acadêmica requer em algum momento a realização de um trabalho que tem características de uma pesquisa bibliográfica, sendo que na maioria das teses e dissertações elaboradas atualmente possuem no mínimo uma seção dedicada

a este tipo de procedimento, que é elaborada com intuito de fornecer fundamentação teórica ao trabalho e identificação do estágio atual do conhecimento referente ao tema.

Marconi e Lakatos (2021) destaca o estudo de caso como um levantamento com mais profundidade de determinado caso ou grupo humano sob todos os seus aspectos, de forma limitada, pois se restringe ao caso estudado, que não pode ser generalizado.

Gil (2022) menciona o estudo de caso como uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências sociais, ele consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou moderados casos, de modo que permita um amplo e detalhado conhecimento como resultado, tarefa mais complexa mediante outros procedimentos já considerados. Ele afirma que um dos objetivos deste tipo de estudo é proporcionar uma visão global do problema ou identificar possíveis fatores que o influenciam ou são afetados por ele.

Assim serão utilizados dois tipos de procedimentos técnicos neste estudo, o primeiro é uma pesquisa bibliográfica, onde são estudados conceitos sobre o tema do trabalho, a fim de proporcionar uma base teórica consolidada, e o segundo é um estudo de caso realizado no departamento automotivo de uma mineradora.

3.2 Materiais e Métodos

A figura 7 demonstra o processo de realização e os materiais e métodos utilizados neste trabalho.

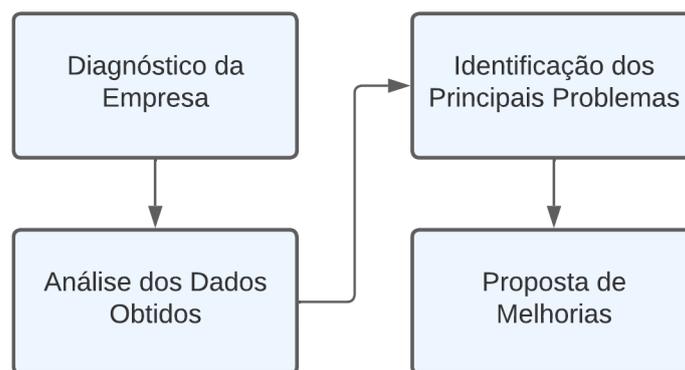


Figura 7: Fluxograma de Desenvolvimento do Trabalho.
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

Para fins de entendimento da Figura 7, são descritas as seguintes etapas:

- 1- Diagnóstico da empresa: coleta de dados e informações que tornam possível a identificação dos problemas existentes;
- 2- Análise dos dados obtidos: análise dos dados coletados relacionados ao PCM, comparando as referências com o processo da empresa;
- 3- Identificação dos principais problemas: investigação dos problemas mais críticos presentes nos processos de manutenção da empresa;
- 4- Proposta de Melhorias: sugestões de melhoria para o PCM da empresa.

3.3 Variáveis e Indicadores

Segundo Marconi e Lakatos (2021) uma forma de esboçar um problema científico é fazendo a ligação de vários fatores com o fenômeno em estudo, estas variáveis devem ser definidas e indicadas, facilitando assim a visualização do que pode interferir ou afetar o objeto de estudo.

De acordo com Ferreira, Cassiolato e Gonzales (2009), os indicadores podem ser definidos, por conseguinte:

Uma medida, de ordem quantitativa ou qualitativa, dotada de significado particular e utilizada para organizar e captar as informações relevantes dos elementos que compõem o objeto da observação. É um recurso metodológico que informa empiricamente sobre a evolução do aspecto observado.

Marconi e Lakatos (2021, p. 185) afirma que “uma variável pode ser considerada uma classificação ou medida; uma quantidade que varia; um conceito, constructo ou conceito operacional que contém ou apresenta valores; aspecto, propriedade ou fator, discernível em um objeto de estudo e passível de mensuração”.

A Tabela 1 apresenta as variáveis e indicadores utilizados para este trabalho.

Tabela 1: Variáveis e Indicadores

Variáveis	Indicadores
Planejamento e Controle da Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Métodos de Manutenção - Plano de Ação - Plano de Manutenção - Programação da Manutenção - Ordem de Manutenção - Índices de Manutenção - Tagueamento - Equipe de Manutenção - Controle de Estoque

Fonte: Pesquisa Direta (2023)

3.4 Instrumento de Coleta

Para realização da coleta de dados deste trabalho, foram utilizadas base de dados presentes no *software Microsoft Excel* preenchidas pela equipe da manutenção, informações retiradas do sistema de gestão da manutenção utilizado pela empresa, *SAP – Systemanalysis Programmentwicklung* (Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistema) que é um sistema de planejamento de recursos empresariais e observações efetuadas pelo pesquisador.

Para Marconi e Lakatos (2021) a observação é uma técnica de coleta de dados que usa os sentidos na obtenção de determinados aspectos. As autoras afirmam que ela ajuda a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência.

3.5 Tabulação dos Dados

Para o manuseio e controle dos dados obtidos durante a composição deste trabalho, foram utilizadas planilhas no *Microsoft Excel*, usadas na organização dos dados e na montagem de gráficos e tabelas derivadas das informações do sistema *SAP*. O *Microsoft Office* foi usado para registro e organização das informações obtidas ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

3.6 Considerações Finais do Capítulo

Neste capítulo foram mostrados quais os materiais e métodos foram utilizados para a realização desta pesquisa. No capítulo seguinte são apresentados os resultados e discussões baseado na proposta de melhorias para o processo de Planejamento e Controle de Manutenção da empresa estudada.

4 RESULTADOS

4.1 Características da empresa

A mineração desempenha um papel fundamental na economia global, fornecendo matérias-primas essenciais para diversas indústrias. É um setor estratégico para a economia brasileira, que contribui significativamente gerando empregos diretos e indiretos em diferentes regiões. Além disso o Brasil possui uma grande diversidade mineral, com destaque para minérios de ferro, bauxita, nióbio, ouro, cobre, entre outros.

O grupo da empresa estudada tem como serviço a gestão da produção do alumínio, desde a extração e beneficiamento da bauxita até a fabricação e entrega do alumínio. O produto entregue é conhecido por sua leveza, resistência, condutividade elétrica e excelente capacidade de reciclagem, o que o torna um material amplamente utilizado em diversos setores, incluindo transporte, embalagens, construção civil, eletrônica e indústria automotiva.

A unidade analisada tem como foco a extração e beneficiamento da bauxita, que é o material no qual o alumínio é derivado. A extração da bauxita ocorre por meio de minas a céu aberto ou subterrâneas, e o material é transportado para instalações de beneficiamento, que são transformados em alumina (óxido de alumínio) por meio de processos químicos e físicos. Em seguida, a alumina é submetida ao processo de eletrólise, no qual é convertida em alumínio metálico. Essa produção requer uma infraestrutura complexa e investimentos significativos em equipamentos de mineração, instalações de processamento e fundição.

Visando uma organização adequada a empresa possui um sistema de hierarquias de setores onde cada um deles detêm suas funções. A figura 8 apresenta um organograma para ilustrar este sistema.

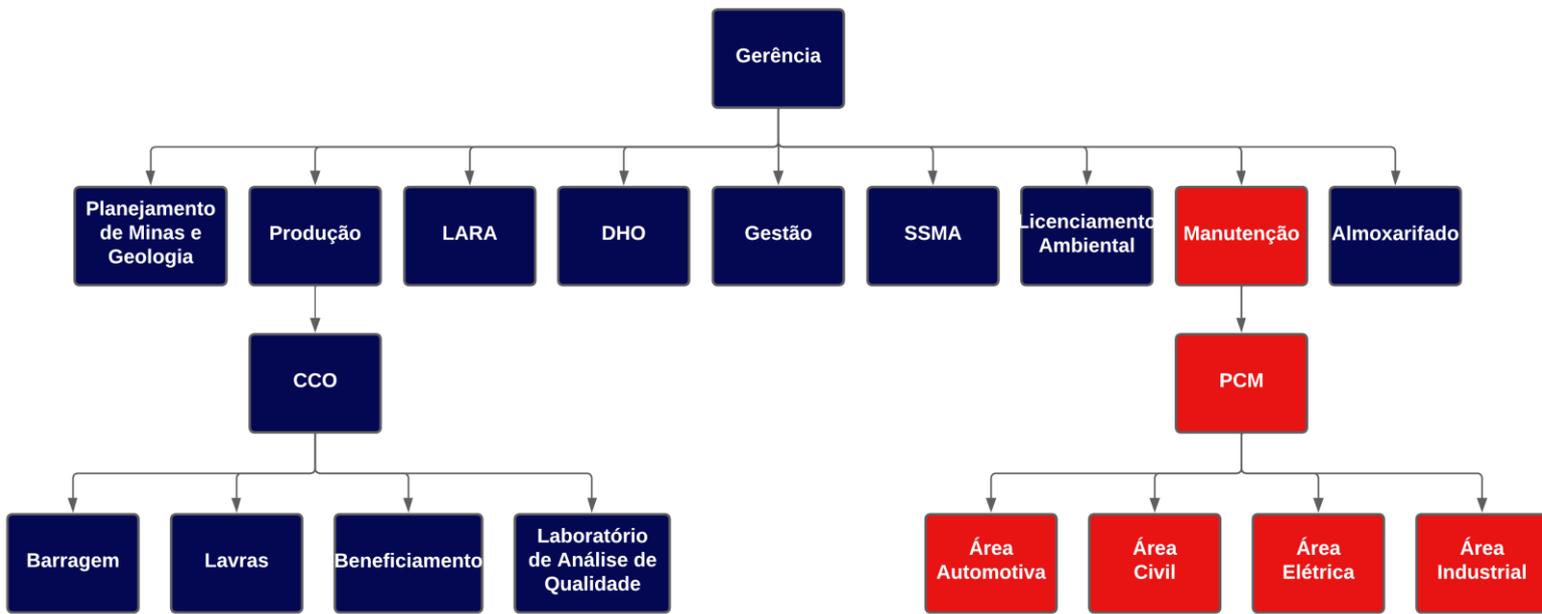


Figura 8: Organograma da empresa.
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

A figura 8 mostra o sistema organizacional da empresa estudada, composto por:

- **Gerência:** setor de maior hierarquia da empresa, é o responsável pela gestão geral de todos os processos presentes na organização;
- **Planejamento de Minas e Geologia:** tem como função a análise de viabilidade dos pontos de extração de bauxita, sendo para seguir com a extração em uma área já utilizada ou iniciar o processo em outro ponto;
- **LARA – Liberação de Área e Reabilitação Ambiental:** departamento que tem o papel de negociação de áreas com potencial de extração e reabilitação das terras onde a mineração da bauxita foi finalizada;
- **DHO – Desenvolvimento Humano e Organizacional:** repartição responsável pela gestão de pessoas, divulgação e projetos sociais geridos pela empresa.
- **Gestão:** verifica a viabilidade de projetos já aplicados nos procedimentos da empresa, analisa propostas de novos projetos, além de auxiliar a gerência e os demais setores em seus principais processos;
- **SSMA – Setor de Segurança e Meio Ambiente:** responsável pela gestão e atualização de todos os processos voltados à segurança do trabalho e meio ambiente, de acordo com as normas determinadas pelo estado;
- **Licenciamento Ambiental:** obtenção e manutenção das licenças de instalação, operação da empresa;

- **Almoxarifado:** fazem a gestão de estoque da empresa, ou seja, controlam a chegada e saída de qualquer material pertencente da organização, são eles os responsáveis pelo monitoramento dos materiais necessários para as preventivas executadas pelo time da manutenção;
- **Produção:** setor com maior comunicação com o departamento de manutenção, tem como responsabilidade a gestão da produção da organização, efetuada pelo CCO – Centro de Controle Operacional, que possui a equipe de PCP – Planejamento e Controle da Produção, no qual administra extração do minério em suas lavras, e o beneficiamento da bauxita na usina, o departamento de produção também tem como encargo a manutenção das barragens de rejeito e análise de qualidade do minério beneficiado;
- **Manutenção:** O departamento de Engenharia de Manutenção tem como objetivo principal manter a disponibilidade dos equipamentos em alta, sendo recolocando-os em funcionamento de forma eficiente e rápida nas corretivas, nele tem-se o grupo responsável pelo PCM – Planejamento e Controle da Manutenção, que tem como encargo a análise de qualidade dos processos visando prever as paradas, podendo assim se preparar para elas com a obtenção de materiais e mão de obra necessários para a manutenção, evitando que eles parem de funcionar em um momento não programado, com as preventivas e reparar avarias nas máquinas com o propósito de manter ou melhorar a qualidade dos produtos que passam por elas.

Como foi demonstrado no organograma, o departamento de Planejamento e Controle da Manutenção é dividido em quatro centros de trabalho, sendo eles:

- **Automotiva:** manutenção dos Equipamentos Móveis.



Figura 9: Manutenção em Motoniveladora.
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

A figura 9 demonstra um dos mecânicos da área automotiva executando a manutenção em uma motoniveladora, um dos equipamentos móveis usados pela empresa.

- **Elétrica:** manutenção das partes elétricas dos equipamentos da usina e da unidade.



Figura 10:Manutenção em Inversor de Frequência do desagregador.
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

A figura 10 ilustra uma manutenção feita por um técnico eletricitista no inversor de frequência do desagregador da usina de beneficiamento.

- **Civil:** manutenção das partes estruturais da usina e da unidade.



Figura 11: Manutenção em chapa de piso da usina.
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

A figura 11 mostra um dos mecânicos da equipe da área civil fazendo a troca dos pisos da usina de beneficiamento.

- **Industrial:** manutenção das partes mecânicas dos equipamentos da usina e da unidade.



Figura 12: Manutenção em Embreagem do desagregador.
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Observa-se na figura 12 um serviço de manutenção no qual foi feito pela equipe da área industrial, nesta atividade foi realizada a substituição da embreagem que liga o motor e o pinhão que são utilizados para acionar a rotação do desagregador da usina.

A figura 13 ilustra como funciona o processo de beneficiamento do minério de bauxita feito pela empresa estudada.

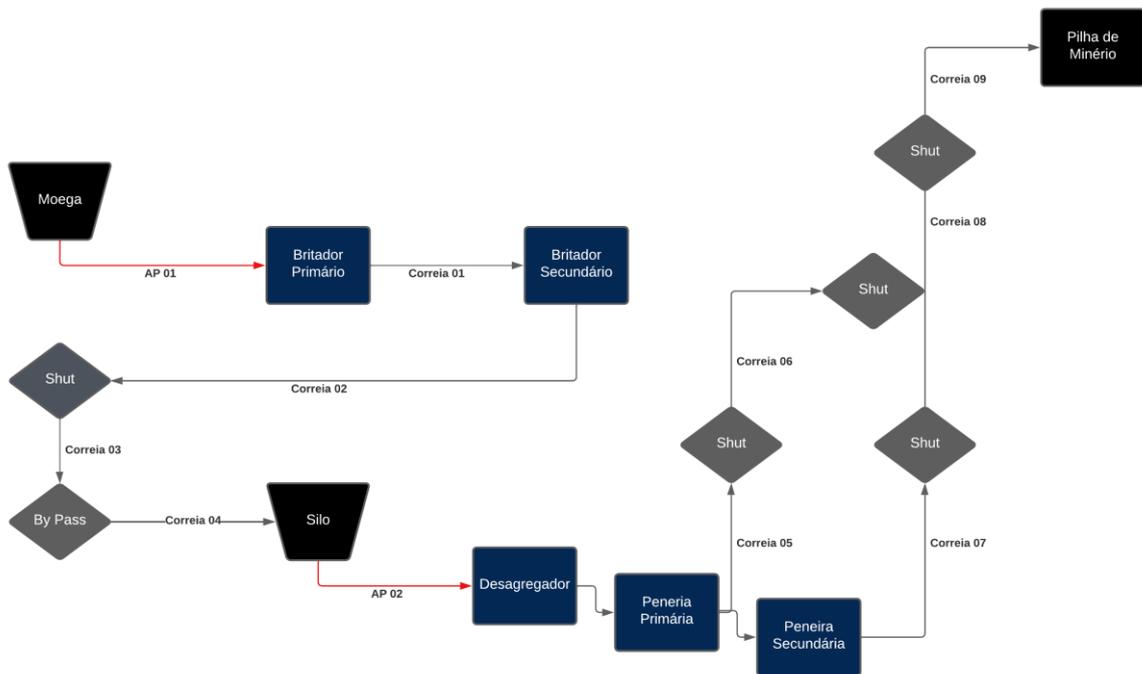


Figura 13: Fluxograma de produção da usina de beneficiamento.
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

A figura 13 mostra o processo de produção da usina de mineração, que tem início na extração de minério nas minas. Nesta etapa são utilizados equipamentos móveis como: carregadeiras, escavadeiras, motoniveladoras e tratores de esteira. Em seguida, o material é transferido para caminhões que o transporta para a usina. Assim o processo de beneficiamento é iniciado com o despejo do material através de carregadeiras, escavadeiras ou caminhões basculantes na moega, que é um componente usado para dosagem e direcionamento dos grãos de bauxita até o alimentador de placas (AP 01), no qual tem função de realizar o transporte pesado até o britador primário. O AP trabalha em baixas velocidades e possui alta resistência à variação de temperatura, cargas excessivas, abrasão e corrosão, por ser formado por um sistema que atua por meio de placas metálicas.

Em seguida o minério é direcionado para o conjunto de britagem, nele são utilizados dois britadores. A figura 14 apresenta a estrutura.

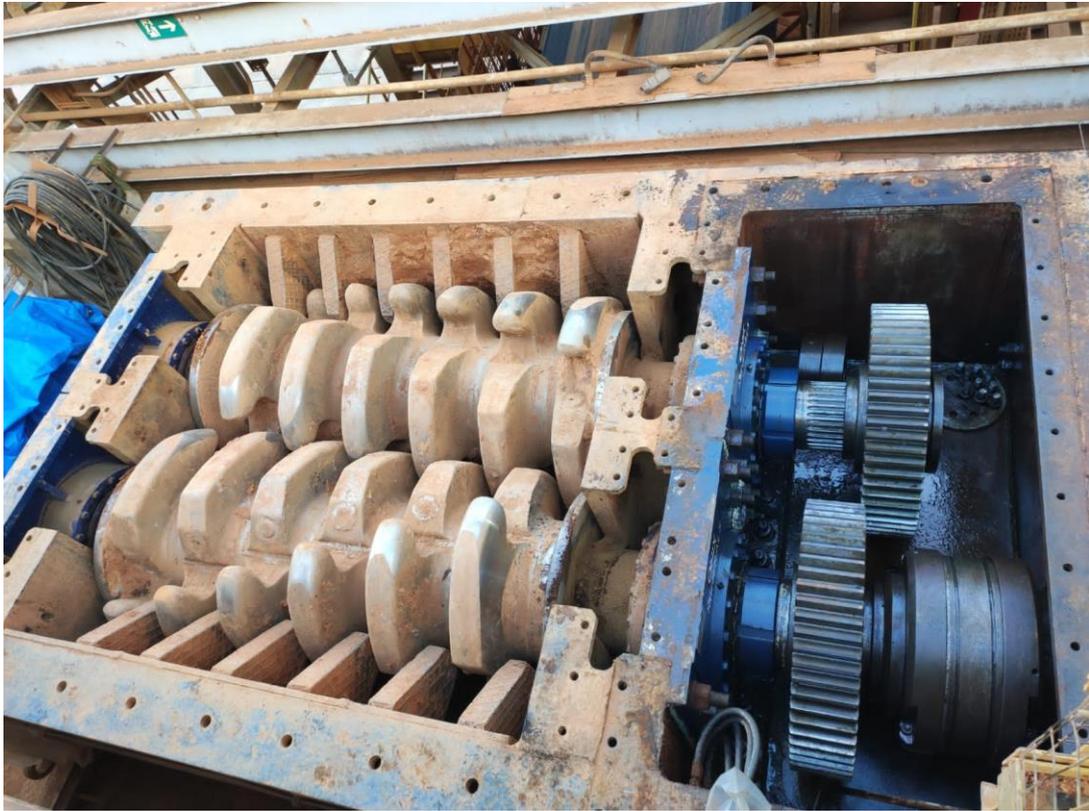


Figura 14: Britador de rolos.
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

A figura 14 exibe o britador e sua caixa de redução, usada para elevar o torque do sistema. Os britadores presentes na empresa têm a função de reduzir a granulometria dos grãos de bauxita comprimindo-os entre dois rolos rotativos, onde os grãos que passam pelo britador secundário são menores em relação aos que atravessam o primário. Os britadores são ligados por uma correia transportadora, que utilizam de esteiras transportadoras que se desloca sobre tambores e roletes para movimentação de um determinado material.

Assim que o minério passa pelo conjunto de britagem, ele percorre por correias transportadoras e *shuts*, no qual têm função de transferência do material entre esteiras, por um *by pass*, que efetua o mesmo trabalho dos *shuts*, além de direcionar o minério para um pátio reserva, acionado quando o restante da linha de produção presente na sequência do equipamento

tenha a necessidade de ser parada. Em seguida, o minério chega até o silo que tem a mesma função da moega.

O material que sai do silo passa por outro alimentador de placas que o direciona para um desagregador de minério, conhecido como *scrubber*. A figura 15 mostra um destes tipo de equipamento.



Figura 15: *Scrubber*.
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

A figura 15 ilustra o *scrubber* usado no processo de beneficiamento, que consiste de um cilindro, aberto nas extremidades e ligeiramente inclinado em relação à horizontal, que gira em torno de seu próprio eixo, apoiado por rolos, fazendo assim a separação entre a bauxita e o rejeito presentes no minério britado misturado com água através da escrubagem, no qual é caracterizada pela remoção de partículas finas,

Em sequência, o minério passa por duas peneiras vibratórias que finalizam a separação entre o produto e o rejeito, que ao serem acionadas fazem com que o rejeito vá para a tubulação de descarga por conta da diferença de granulometria e o minério beneficiado siga para o pátio do beneficiamento.

O principal programa utilizado pela empresa é o sistema SAP, que consiste em um *software* de diversas funções, que tem este nome por conta da empresa no qual o criou. Sendo o significado de sua sigla Desenvolvimento de Programas para Análise de Sistemas, esta empresa possui atividades baseadas no desenvolvimento de softwares de Planejamento de

Recursos Empresariais (ERP). Seu sistema ERP possui vários módulos, um deles é o PM, voltado para a gestão da manutenção, na criação de notas de manutenção como o módulo MM, utilizado para gestão de materiais, outro módulo do programa é o CO, que controla todos os ativos da manutenção.

4.2 Gestão da Manutenção na empresa

Durante o desenvolvimento do trabalho foi feito um levantamento de equipe do departamento de manutenção. A figura 16 mostra como funciona o sistema hierárquico do setor.

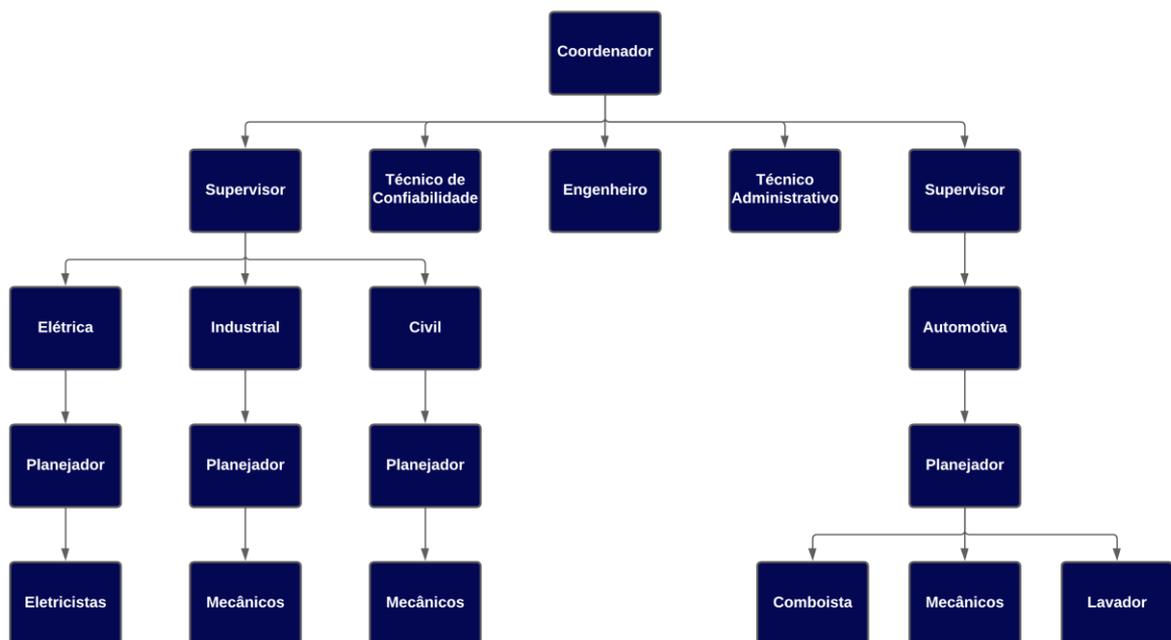


Figura 16: Organograma do departamento de manutenção.
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

Observa-se na figura 16 que o sistema organizacional da equipe de manutenção é composto pelos seguintes cargos:

- **Coordenador:** responsável pelo gerenciamento do setor de manutenção com atribuições de gerenciamento da equipe e supervisão das tarefas mais relevantes, sendo elas administrativas e técnicas;
- **Engenheiro:** tem como principal função a gestão de projetos no setor, além de auxiliar os membros nas tarefas preditivas, preventivas, corretivas e melhorias voltadas para os equipamentos da empresa e processos executados;

- **Técnico Administrativo:** realiza atividades relacionadas ao setor operacional, auxiliando nos trâmites administrativos necessários;
- **Técnico de Confiabilidade:** trata as notas de manutenção direcionadas a melhorias dos equipamentos e processos presentes na companhia, cria e desenvolve planos de manutenção e também é responsável pelo cadastro de novos equipamentos;
- **Supervisores:** gerenciamento da equipe de mecânicos e eletricitas e supervisão das tarefas de caráter técnico dos tipos de manutenção corretiva e preventiva, visando manter os equipamentos aptos e disponíveis, há um supervisor encarregado pelas áreas de elétrica, industrial e civil, e um exclusivo para automotiva, isso ocorre devido à elevada demanda da área;
- **Planejadores:** tratam as notas voltadas para a sua área, há 3 planejadores na empresa, um responsável pela elétrica e civil, um pela industrial e outro pela automotiva, eles também são organizadores da programação semanal do setor, gerindo assim a mão de obra e materiais de sua área;
- **Comboista:** conduzir o comboio, efetuando abastecimento de máquinas e veículos. Realizar inspeções nos equipamentos e o controle de abastecimento, mensurando o consumo de combustível e lubrificantes;
- **Lavador de Veículos:** fazer limpeza profunda dos equipamentos, internamente e externamente;
- **Mecânicos e Eletricitas:** pessoas encarregadas de realizar o reparo ou aprimoramento dos componentes do equipamento são responsáveis por avaliar as condições de funcionamento e desempenho, executando correções emergenciais ou preventivas. Esses profissionais são os que fornecem o conhecimento técnico necessário para a atividade, eles fazem os registros de cada ocorrência e asseguram que a empresa recupere o equipamento e o retorne à sua condição de produção.

Como foi dito anteriormente, a empresa utiliza o *software SAP* para gestão das atividades futuras e já realizadas. Apresenta também o mapa de 52 semanas, que é usado pela área responsável pela manutenção dos equipamentos automotivos e realizado para controle dos serviços preventivos, como:

- Inspeções Mecânicas;
- Lubrificação;

Este sistema é baseado na estimativa de horas que o equipamento terá trabalhado, onde quanto mais horas rodadas mais peças serão trocadas, fazendo com que o equipamento fique parado por mais tempo.

Utilizando a escavadeira hidráulica EH-03 como exemplo, seriam executados 2 serviços preventivos durante as 52 semanas, sendo uma manutenção preventiva de 500 horas na semana 2, e outra manutenção preventiva de 1000 horas na semana 28, onde a manutenção de 1000 horas engloba as atividades da manutenção efetuada na semana 2 além de troca de componentes mais complexos. Além das inspeções, que são feitas periodicamente com um intervalo médio de 45 dias.

As preventivas deste mapa são definidas por data, este método com estimativa tem o risco de imprecisão de horas de funcionamento no momento de troca de componentes, podendo ocorrer antes do equipamento alcançar as horas recomendadas, desencadeando na troca precoce da peça, ou fazendo com que aconteça depois da máquina atingir as horas necessárias, correndo risco de o componente quebrar, podendo resultar em uma parada não programada.

Esta metodologia foi determinada pela equipe visando facilitar a gestão de peças necessárias para a manutenção, pois quando estes serviços eram realizados apenas quando a máquina atingia as horas necessárias acontecia a falta de peças para troca, fazendo com que os serviços atrasem ou não sejam finalizados. A gestão de estoque da empresa melhorou com esta mudança, porém o problema não foi completamente resolvido.

Apesar das preventivas já possuírem datas planejadas desde o início do ano, ocorre problemas entre as equipes de manutenção e produção, devido a utilização de máquinas. Isto acontece quando é necessária a parada de uma delas para a realização do serviço preventivo, e a produção precisa dela para atingir suas metas semanais. Neste caso, a manutenção é adiada, correndo o risco de o equipamento ser danificado, provocando uma parada maior que a planejada, ou a máquina é levada para manutenção, ameaçando as metas de produção.

Além do mapa de 52 semanas, a empresa possui outros métodos de planejamentos, um deles é a programação semanal, nela que as preventivas já estipuladas são encaixadas junto com outros serviços, como manutenção de ferramentas, organização da oficina e possíveis corretivas. A figura 18 apresenta um exemplo de tabela de programação semanal.

PROGRAMAÇÃO SEMANAL AUTOMOTIVA						
	Mecânico	Comboista	Mecânico	Mecânico	Lavador	
Segunda	ATENDIMENTO LO01	FOLGA	CA02 152771727 8,0 Subst pneus dianteiros	CA02 152771727 8,0 Subst pneus dianteiros	LIMPEZA DEPÓSITO DE PEÇAS	
Terça	EH06 151593917 8,0 Remover cilindros hidráulicos	EH04 152667008 2,0 Inspeção 250 H 1º Turno	EH06 151593917 8,0 Remover cilindros hidráulicos	ATENDIMENTO LO01	LAVAGEM TE06	
Quarta	TE06 152763331 8,0 Preventiva 1000 H	1º Turno	TE03 151006809 3,0 Preventiva 500 H ATENDIMENTO LO01	TE06 152763331 8,0 Preventiva 1000 H	LAVAGEM TE03	
Quinta	TE06 152763331 8,0 Preventiva 1000 H	CA02 152714741 2,0 Inspeção 250 H 1º Turno	TE03 151006809 3,0 Preventiva 500 H ATENDIMENTO LO01	TE06 152763331 8,0 Preventiva 1000 H	INSPEÇÃO/LIMPEZA CAIXAS SEPARADORAS	
Sexta	152727710 1,0 Inspeção ferramentas manuais ATENDIMENTO LO01	1º Turno	152727710 1,0 Inspeção ferramentas manuais 5S Depósito/Oficina	152727710 1,0 Inspeção ferramentas manuais 5S Depósito/Oficina	INSPEÇÃO/LIMPEZA CAIXAS SEPARADORAS	

Figura 18: Programação semanal automotiva.
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

A figura 18 mostra a programação semanal da equipe responsável pela área automotiva da empresa. O grupo é formado por mecânicos encarregados pelas corretivas da semana anterior, como a substituição de pneus danificados e remoção de cilindros para manutenção externa, serviços preventivos, dos equipamentos e de suas ferramentas e atendimentos a LO01, que para a organização são as corretivas repentinas que podem aparecer durante o dia, caso não ocorra nenhuma parada momentânea no dia eles auxiliam os demais mecânicos em suas atividades.

O motorista do comboio é responsável pelo abastecimento, lubrificação e inspeção das máquinas, por conta da alta demanda de veículos na empresa, as inspeções acabaram prejudicando os processos de abastecimento e lubrificação dos equipamentos, pois o procedimento de investigação tende a gastar mais tempo, isto pode resultar em máquinas paradas por conta de falta de combustível, e problemas nas juntas dos equipamentos devido à ausência de lubrificação.

O lavador fica a cargo da limpeza dos veículos, com foco na lavagem antes das preventivas, visando torna mais fácil o serviço de troca e observação dos componentes, importante destacar que a lavagem para as preventivas é realizada em um dia inteiro, assim a máquina deve ser levada a oficina 24 horas antes de sua manutenção, isso varia de acordo com as condições da máquina e qual serviço será realizado.

Cada serviço realizado pela equipe deve conter uma OM – Ordem de Manutenção, e cada uma delas possui o campo de operações, que serve de manual descrevendo as atividades e tarefas específicas que devem ser executadas.

Usando o mecânico presente na primeira coluna da programação para exemplificar suas atividades, temos:

- **Segunda-feira:** Atendimento LO01, neste caso, ele ficará responsável pelas manutenções corretivas que podem ocorrer durante o dia;
- **Terça-feira:** nesta ocasião, sua função será a remoção de cilindros hidráulicos de uma escavadeira (EH-06) junto de outro mecânico da equipe, onde a previsão de tempo para finalização do serviço é de 8 horas (1 dia de serviço);
- **Quarta-feira e Quinta-feira:** nestes dias, ele ficará encarregado pela manutenção preventiva de 1000 horas de um trator de esteiras (TE-06), executando junto de outro mecânico serviços como lubrificação e troca de componentes da máquina, com o tempo esperado de 16 horas (2 dias de serviço) para efetuação da atividade;
- **Sexta-feira:** neste dia, ele e os outros mecânicos serão encarregados de realizar a inspeção das ferramentas manuais empregadas nos trabalhos de manutenção. Prevê-se que essa tarefa demande aproximadamente 1 hora para ser concluída. Portanto, em virtude disso, a responsabilidade pela resolução de possíveis manutenções corretivas é distribuída ao longo do restante do período de trabalho.

A função da programação é permitir que os técnicos tenham clareza sobre o que deve ser feito, além de descrever as tarefas a serem realizadas, ele mostra a sequência de trabalho, indicando a ordem de cada serviço, garantindo assim que a manutenção ocorra de maneira eficiente e segura, informa as instruções de segurança, conscientizando o executor dos riscos presentes na atividade, proporciona também os detalhes técnicos, que seriam diagramas, esquemas ou referências técnicas que podem ser essências para finalização deste processo, e caso necessário possui informações adicionais. A figura 19 mostra um exemplo de campo de operação presente no sistema da empresa estudada.

Ordem

Stat.sist.

Oper	SOp	CenTrab	Ce...	Ch...	ChvMo...	C..	Txt.breve operação
0001		AUT_01	2300	PM01	SEG-MIR	0	EFETUAR PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA
0010		AUT_01	2300	PM01		0	CONF.: COLETAR AMOSTRA DE ÓLEO HIDRÁULIC
0020		AUT_01	2300	PM01		0	VERIFICAR NÍVEL DE:
0025		AUT_01	2300	PM01		0	LUBRIFICAR ARTICULAÇÕES
0040		AUT_01	2300	PM01		0	DRENAR ÁGUA DO TANQUE DE COMBUSTÍVEL
0050		AUT_01	2300	PM01		0	CONF.: COLETAR AMOSTRA DE ÓLEO DO MOTOR
0060		AUT_01	2300	PM01		0	COLETAR AMOSTRA DE TRANSMISSÃO (PN:1Z010
0080		AUT_01	2300	PM01		0	TROCAR FILTRO DE COMBUSTIVEL (PN: 151260
0090		AUT_01	2300	PM01		0	TROCAR FILTRO SEPARADOR AGUA DO MOTOR(P.
0100		AUT_01	2300	PM01		0	LIMPAR TELA FILTRANTE DO TANQUE COMBUSTI
0110		AUT_01	2300	PM01		0	LIMPAR SUSPIRO DO MOTOR SUPERIOR
0120		AUT_01	2300	PM01		0	TROCAR OLEO DO MOTOR (PN: MOBIL DELVAC M
0130		AUT_01	2300	PM01		0	TROCAR FILTRO DE OLEO BY PASS DO MOTOR (
0140		AUT_01	2300	PM01		0	TROCAR FILTRO DE OLEO DO MOTOR (PN: 4787

Operações

Geral Própr Ext. Datas Dds.reais Ampliação

Figura 19: Campo de operações da OM.
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

A figura 19 apresenta a síntese de operações de uma ordem de manutenção voltada para manutenção preventiva de uma carregadeira, ela possui informações como, qual área a OM pertence, neste caso é da automotiva, o tipo de ordem, por ser uma preventiva, ela faz parte de um plano de manutenção criado no sistema, no qual gera a OM automaticamente de acordo com o que foi solicitado na criação do plano, além destes detalhes, este campo mostra todas as atividades que devem ser realizadas pelo executante, observando a figura é possível perceber que as tarefas estão desorganizadas, o que pode gerar uma defasagem na ordem de cada serviço, resultando em manutenções mais demoradas.

Outro campo importante presente nas ordens de manutenção da empresa é o de componentes. Ele informa quais itens são necessários para a execução da atividade, a figura 20 demonstra como é formado o campo de componentes no sistema utilizado pela empresa.

Exibir Ordem Planejada 153256235: síntese de componentes

Ordem: PL01 153256235 CA02 PREV. LUBRIF. L180F
 Stat.sist.: ENTE CNPA IMPR CAPC DMNV MOME NOLQ PREF

Item	Componente	Denominação	T...	Qtd.necess.	Entrado	UM	Pedido	TI	E.	Dep.	Cen.	Oper	Lote	Ctg.suprimento
0010	1616918	REPARO REF 1Z0101 CATERPILLAR			1 0	PC		L	1700	2300	0010			Reserva para a ordem
0020	1616918	REPARO REF 1Z0101 CATERPILLAR			1 0	PC		L	1700	2300	0050			Reserva para a ordem
0030	1616918	REPARO REF 1Z0101 CATERPILLAR			1 0	PC		L	1700	2300	0060			Reserva para a ordem
0040	1840391	FILTRO REF 15126069 VOLVO			1 0	PC		L	1700	2300	0080			Reserva para a ordem
0050	382744	FILTRO REF 11110683 VOLVO			1 0	PC		L	1700	2300	0090			Reserva para a ordem
0060	377574	FILTRO REF 21707132 VOLVO			1 0	PC		L	1700	2300	0130			Reserva para a ordem
0070	102088	FILTRO REF 21707133 VOLVO			2 0	PC		L	1700	2300	0140			Reserva para a ordem
0080	102916	FILTRO REF 11703980 VOLVO			1 0	PC		L	1700	2300	0180			Reserva para a ordem
0090	441872	ELEMENTO REF 11033998 VOLVO			1 0	PC		L	1700	2300	0190			Reserva para a ordem
0100	102902	FILTRO REF 11703979 - 15052786 VOLV...			1 0	PC		L	1700	2300	0200			Reserva para a ordem

Componente 1616918: Centros/depósitos (2) 2 Entrad..

Cen.	Dep.	Denom.dpst.	Utiliz.livre	Est.consig.livre
2300		CBA - MIRAÍ	24,000	0,000
2300	1700	MRO PLANEJAVEL	24,000	0,000

2 Entradas encontradas

Figura 20: Campo de componentes de uma OM.

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Observa-se na figura 20 os componentes que são essenciais para a realização da preventiva de uma carregadeira, por ser uma manutenção de 500 horas a quantidade de itens presentes nela é menor, sendo eles potes de coleta, usados para recolher amostras de óleo hidráulico que serão enviadas para laboratórios especializados para análise, filtros do sistema hidráulico e de ar do equipamento, e anéis de retenção utilizados nos próprios filtros e em juntas da máquina. Estes componentes são estocáveis por serem de tamanho reduzido e constante necessidade de troca.

Nota-se no canto superior direito da imagem que há um campo de verificação de quantidade de itens disponíveis no estoque da empresa, mostrando que há 24 potes de coleta em estoque. Esta ferramenta é importante no auxílio da gestão de estoque deste processo, porém, as ordens geradas automaticamente pelo sistema da empresa são liberadas apenas uma

semana antes da data planejada, o que poderia ser um tempo insuficiente para conseguir um item pendente, isto fez com que a equipe realizasse as preventivas a partir das datas estimadas.

4.3 Proposta de melhorias

A proposta a seguir foi desenvolvida a partir de problemas encontrados durante realização de diagnósticos sobre a empresa. Ela tem como objetivo mostrar que essa determinada área possui potencial de crescimento e justifica o objetivo geral elaborado para o trabalho.

A tabela 2 apresenta os principais problemas definidos nos processos da equipe da área de manutenção automotiva e propõe melhorias para as mesmas.

Tabela 2 – Problemas e proposta de melhorias.

Problemas apontados	Soluções
Gestão de estoque	- Utilizar metodologias como: Modelo baseado no ponto de pedido e classificação ABC.
Liberação de equipamentos para manutenção	- Melhorar comunicação entre os departamentos de manutenção e produção.
Programação	- Passar inspeções para os mecânicos da área; - Especializar mecânicos em atividades periódicas que possuem maior afinidade.
Ordens de Manutenção	- Organizar ordem de atividades a serem realizadas no campo de operações.

Fonte: Pesquisa Direta (2023).

- **Gestão de Estoque**

Após diagnóstico, definiu-se que a metodologia mais viável para situação atual dos processos de controle de estoque desta área da empresa é a do Modelo baseado no ponto de pedido, no qual fará com que a deficiência de material no momento das preventivas seja diminuída ou até mesmo eliminada, podendo fazer com que as manutenções periódicas voltem a ser determinadas a partir do número de horas rodadas das máquinas, tornando o processo mais eficiente.

A falta de peças nas preventivas acontece com mais frequência durante o tempo de ressuprimento, onde a equipe responsável pelo controle de estoque solicita o material, porém ele não chega a tempo. A adição do nível de estoque de segurança na quantidade de componentes de estoque necessária poderá fazer com que este problema seja resolvido, contendo assim a demanda destes determinados itens até suas chegadas.

O método de classificação ABC também seria útil para os processos da área. A curva de Pareto poderia ser aplicada tanto para os equipamentos da empresa quanto para os componentes que os constituem, determinando assim quais possuem a maior demanda e auxiliando a equipe em quais deles devem possuir maior foco.

- **Liberação de equipamentos para manutenção**

Para que este problema seja solucionado será necessário esforços das equipes de manutenção e de produção, visando uma melhora na comunicação entre elas. Recomenda-se reuniões semanais onde seria discutido o que seria decidido de forma conjunta o planejamento de ao menos um mês da utilização das máquinas da empresa, e fazendo com que os grupos tenham uma noção mais clara do que cada uma delas tem como objetivo para o futuro.

Outra oportunidade de melhoria de troca de informações entre os departamentos seria colocar o plano de 52 semanas determinado pela manutenção no local onde a equipe de produção trabalha, e caso o setor de produção possuir algum tipo de tabela com seus planos futuros, que seja passado para o grupo de manutenção, assim ocorreriam menos complicações nas resoluções de suas atividades.

- **Programação**

Como foi citado anteriormente, os motoristas de comboio são responsáveis pela inspeção dos equipamentos, prejudicando assim suas atividades básicas. O que poderia solucionar este problema seria o direcionamento das inspeções para um ou dois mecânicos da equipe de manutenção, que possuem maior conhecimento dos componentes dos equipamentos e podem realizar a atividade com mais eficiência, depois de determinado tempo executando estas atividades preventivas.

Uma estratégia que pode ajudar com a aplicabilidade dos procedimentos executados no setor seria a especialização dos mecânicos em determinadas atividades. Para que ela funcione será preciso um estudo da equipe de manutenção sobre os mecânicos que executam os serviços, e um diálogo profundo estes, com o intuito de identificar quais atividades eles possuem maior afinidade. Um exemplo seria o direcionamento de um técnico para ser responsável pelas

inspeções dos equipamentos, colocar esta atividade como foco poderá fazer com que este obtenha mais profundidade sobre o serviço, resultando em manutenções mais eficientes.

- **Ordens de Manutenção**

A ordem das tarefas em um campo de operações de uma ordem de manutenção é de extrema importância para o eficiente gerenciamento das atividades de manutenção. Ela deve ser bem planejada de forma a obter mais segurança para o executor, evitando conflitos ou interferências não esperadas que podem resultar em acidentes, gerando danos aos trabalhadores e aos equipamentos, pode otimizar o uso do tempo e dos recursos necessários para cumprimento das tarefas, auxilia na priorização de atividades críticas, garantindo que problemas mais importantes sejam abordados primeiro. Ela contribui também na compatibilidade entre as tarefas, algumas atividades podem depender do término de outras para ser executada, uma sequência lógica no campo de operações garante a transição desejável entre as etapas do trabalho.

- **Adição de um programador na equipe do PCM**

A adição deste cargo na equipe terá impacto em todos os problemas apontados neste trabalho, a tabela 3 destaca o que poderá ser alterado com esta estratégia.

Tabela 3 – Possíveis melhorias com a adição de um programador.

Problemas apontados	Soluções
Gestão de estoque	- Auxiliar a equipe de controle de estoque na aplicação das metodologias sugeridas; - Verificar entrada de peças necessárias para futuras preventivas.
Liberação de equipamentos para manutenção	- Participar das reuniões de planejamento entre as equipes de manutenção e produção.
Programação	- Direcionar inspeções para os mecânicos da área; - Especializar mecânicos em atividades periódicas que possuem maior afinidade.
Ordens de Manutenção	- Analisar qualidade das OMs junto dos planejadores.

Fonte: Pesquisa Direta (2023).

Observa-se na tabela 3 as possíveis melhorias que a adição de um programador pode trazer para a empresa.

Sobre o problema relacionado à gestão de estoque no departamento, esse problema pode ser abordado de maneira a apoiar a equipe encarregada do controle de estoque na aplicação das metodologias apresentadas neste estudo, como o modelo de ponto de pedido e a classificação ABC. Além disso, uma outra contribuição significativa seria o monitoramento do estoque de peças essenciais para futuras preventivas, evitando possíveis lacunas nos serviços de manutenção.

Ele desempenharia um papel de destaque como um dos principais membros da equipe nas reuniões de planejamento entre os setores de manutenção e produção, uma vez que é fundamental que ele possua um profundo entendimento do planejamento da equipe para aplicá-lo em suas programações semanais.

A inclusão de um programador de manutenção resultaria em uma melhoria significativa na priorização das tarefas da equipe. Esse profissional avaliaria a urgência e importância de cada atividade, dando prioridade às que possuem maior impacto na produção e evitando paradas não planejadas. Além disso, ele desempenharia um papel crucial ao identificar as habilidades e preferências individuais de cada mecânico em sua equipe, através de observação e diálogo. Com base nisso, promoveria a especialização desses profissionais por meio de treinamentos, incluindo áreas como inspeções mecânicas, dando mais tempo para os motoristas de comboio efetuarem suas principais funções.

Resultando assim numa maior eficiência, organização, previsibilidade e qualidade à programação semanal da empresa, sucedendo em operações mais suaves, menor tempo de parada e maior satisfação dos clientes.

Transferir a responsabilidade de desenvolver as programações semanais dos planejadores permitiria que eles dispusessem de mais tempo para direcionar sua atenção à qualidade das Ordens de Manutenção. Adicionalmente, essa mudança possibilitaria a coleta de feedback dos mecânicos em relação às ordens, com o intuito de fomentar uma melhoria contínua no processo de criação das OMs.

Assim o auxílio para os planejadores e equipe de controle de estoque poderá fazer com que a produtividade destes setores melhore, e ao diminuir essa possível demanda excessiva, a equipe poderá direcionar seu foco para suas principais tarefas.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão

Ao longo do estudo, buscou-se responder a seguinte problemática: “Como propor melhorias para o Planejamento e Controle de Manutenção da área automotiva do departamento de manutenção de uma mineradora?”

Assim, após uma análise detalhada do Planejamento e Controle de Manutenção da área automotiva do Departamento de Manutenção da mineradora estudada, conclui-se que a proposta de melhorias é essencial para otimizar a eficiência e a produtividade do setor, destacando as seguintes propostas: utilização de ferramentas de desenvolvimento no controle de estoque, formas de melhorar comunicação entre a manutenção e produção, aperfeiçoamento das programações semanais, e aprimoramento da qualidade das ordens de manutenção.

Logo, a partir das propostas sugeridas, espera-se impulsionar o desempenho operacional, reduzir custos, aumentar a disponibilidade dos equipamentos, além de propiciar segurança dos colaboradores e desempenho global da empresa. Assim sendo, a partir das propostas, percebe-se que o objetivo de aperfeiçoar o Planejamento e Controle de Manutenção é essencial para a competitividade da mineradora no cenário econômico.

5.2 Recomendações

A partir do estudo realizado, recomendam-se os seguintes trabalhos futuros:

- Aplicação de melhorias para o departamento de Planejamento e Controle de Manutenção: O caso da área automotiva de uma mineradora;
- Utilização do modelo baseado no ponto de pedido e classificação ABC para desenvolvimento da gestão de estoque de uma mineradora;
- Aperfeiçoamento das programações semanais do departamento de manutenção de uma mineradora.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT): NBR 5462: **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

BRUNELLO, Marco Aurélio Junior: **Planejamento da gestão da manutenção em uma empresa de acessórios automobilísticos**, em 2022. (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Ouro Preto.

CAETANO, Eduardo Saar. O que é MANUTENÇÃO PREDITIVA e qual importância dela na gestão de ativos. **Revista Manutenção**, Brasil, 2018.

CAMPBELL, Hugo Costa. **ORIENTAÇÃO PARA RESULTADOS: UM ESTUDO APLICADO À ÁREA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora – MG, 2017.

COSTA, J. H. B. da. PREVISÃO DE DESEMPENHO DA OPERAÇÃO DE ESCRUBAGEM DE BAUXITA EM TAMBOR DESAGREGADOR. **XXIV ENTMME**, Salvador – BA, p. (792 – 800), 2011.

FERREIRA, H.; CASSIOLATO, M.; GONZALEZ, R. **Uma experiência de desenvolvimento metodológico para avaliação de programas: o modelo lógico do programa segundo tempo**. Texto para discussão 1369. Brasília: IPEA, 2009.

FREITAS, Laís Fulgêncio. **ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA PEQUENA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO DE JUIZ DE FORA COM BASE NOS CONCEITOS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA E PREDITIVA**. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora – MG, 2016.

FILHO, Gil Branco. **Custos em Manutenção**. Rio de Janeiro – RJ: Editora Ciência Moderna Ltda, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. Ed. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. Ed. Barueri – SP: Atlas, 2022.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2009.

LAMAS, Lorenzo Mol. **ESTUDO DAS CONTRIBUIÇÕES DA IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM): ESTUDO TEÓRICO DE MÚLTIPLOS CASOS**. 2021 (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Ouro Preto.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 9. Ed. [2. Reimpr.] São Paulo – SP: Editora Atlas, 2023.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica**. 8. Ed. Barueri – SP: Editora Atlas, 2022.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do Trabalho Científico**. 9. Ed. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2021.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. 9. Ed. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2021.

MONCHY, François. **A Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial**. 1.ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento Estratégico: Conceitos, metodologias e práticas**. 19. Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

O que é SAP?

O que é SAP? | **Definição e significado**, SAP, disponível em: <<https://www.sap.com/brazil/about/what-is-sap.html#:~:text=Entenda%20a%20SAP&text=O%20nome%20%C3%A9%20uma%20sigla>>. acesso em: 9 ago. 2023.

RODRIGUES, Thiago Augusto. **RECOMENDAÇÕES PARA IMPLANTAÇÃO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA**. Monografia (Graduação em Engenharia Naval) – Universidade Federal de Santa Catarina. Joinville – SC, 2017.

ROMANELLI, Jordana Salete. **ANÁLISE DE VIABILIDADE DA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS NA AGROINDÚSTRIA**. Monografia (Graduação em Administração) – Universidade Federal da Fronteira Sul. Chapecó – SC, 2016.

SANITÁ, Matheus Willian. PCM: planejamento e controle de manutenção. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga – SP, v. 17, n. 1, p. (673 – 685), 2020.

SILVA, Gabriel Candido da Penha Dantas da. **FERRAMENTAS PARA GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Estadual da Zona Oeste – UEZO, Rio de Janeiro – RJ, 2018.

SOUZA, Manuela Soares de. A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO: um estudo na Afla Indústria de bebidas. **Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira**, Brasil, n. 7, 2012.

SOUZA, Valdir C. de. **Organização e gerência da manutenção**: planejamento, programação e controle da manutenção. 4ª Edição. São Paulo: All Print Editora, 2011.

TAGGART, A.F. **Handbook of mineral dressing**. New York, USA: John Wiley & Sons, 1945. v.1, p.10-01 a 10-16.

TAVARES, Lourival Augusto; CALIXTO, Marco; POYDO, Paulo Roberto. **Manutenção Centrada no Negócio**. Rio de Janeiro – RJ: Editora Novo Polo y Asesorías Ltda, 2005.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e prática**. 3. Ed. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2017.

VENÂNCIO, Arthur Moreira. **DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO VOLTADA À MANUTENÇÃO PREVENTIVA**. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN, 2022.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 16. Ed. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2016.

VIDAL, Victor Guimarães. **ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA GESTÃO DE FORNECEDORES NO PCM DE EQUIPAMENTOS MÓVEIS DE UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO**. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto – MG, 2021.

XENOS, H. (1998). **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Nova Lima, Minas Gerais: Editora FDG.

ZANINI, Éder Aita. **IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE EMBALAGENS**

METÁLICAS. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado – RS, 2020.