



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



GABRIHEL BRAGA FERREIRA SILVA

**PROPOSTA DO PLANO PREVENTIVO DE 52 SEMANAS DE MANUTENÇÃO
MECÂNICA PARA CORREIA TRANSPORTADORA**

OURO PRETO - MG
2022

GABRIHEL BRAGA FERREIRA SILVA

Proposta do plano preventivo de 52 semanas de manutenção mecânica para correia transportadora

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

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S586p Silva, Gabrihel Braga Ferreira.
Proposta do plano preventivo de 52 semanas de manutenção
mecânica para correia transportadora. [manuscrito] / Gabrihel Braga
Ferreira Silva. - 2022.
53 f.

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

1. Manutenção - Plano base. 2. Correias transportadoras - Plano de
manutenção. 3. Correias transportadoras. I. Silva, Washington Luís Vieira.
II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 621

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



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECANICA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Gabrihel Braga Ferreira

Proposta do plano preventivo de 52 semanas de manutenção mecânica para correia transportadora

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 05 de Agosto de 2022

Membros da banca

DSc. Washington Luis Vieira da Siva - Orientador(a) (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 09/08/2022



Documento assinado eletronicamente por **Washington Luis Vieira da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/08/2022, às 09:10, 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 **0378955** e o código CRC **5B0E2C35**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.010833/2022-90 SEI nº 0378955

Dedico a Deus, minha família e a todos
que de alguma forma me apoiaram em
mais uma batalha vencida.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus por ter me dado coragem, perseverança e fé para enfrentar todos os obstáculos.

Aos meus pais, Márcio e Cacilda, por serem meus pilares e a razão de eu querer vencer qualquer barreira.

Agradeço aos meus irmãos, Matheus e Thiago, por me ensinarem o poder da união e serem meus eternos parceiros. A minha namorada Natália, muito obrigado por todo amor e companheirismo.

Agradeço a UFOP por ter me amparado e me transformado no ser humano que sou hoje.

Agradeço ao meu orientador, professor Washington e aos professores Diogo e Sávio, pelo apoio incondicional e todo conhecimento compartilhado.

A todos que de alguma forma contribuíram para minhas conquistas e acreditaram em meus planos e sonhos!

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor. Mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser, mas graças a Deus não somos o que éramos”.

Martin Luther King

RESUMO

Este estudo tem como objetivo propor um plano preventivo de 52 semanas de manutenção mecânica para transportadores de correia de uma empresa do setor de mineração. Para tanto, o trabalho teve como base teórica: a manutenção e os seus tipos; as ferramentas de manutenção; e um breve estudo sobre transportadores de correia. Além disso, apresenta-se uma metodologia de natureza qualitativa, exploratória, bibliográfica e um estudo de caso. Tais transportadores de correia são responsáveis por realizar o transporte do minério de ferro dentro do processo de beneficiamento. A tabulação dos dados foi feita em uma planilha do Microsoft Excel, e foi utilizado o Microsoft Word para relatar e discutir o resultado da proposta obtido. Com o aumento do volume de produção e exigência por maior qualidade, seja de serviços e/ou produtos, no caso de haver paradas pequenas ou grandes paradas indesejadas dos ativos críticos, podem ocorrer elevadas perdas em receitas da empresa que envolvem produção, mão de obra e equipamentos. Com base nisso, a proposta de um plano de manutenção preventiva de 52 semanas para transportadores de correia, seguiu um processo de cinco etapas: no primeiro momento foi realizado um estudo sobre a construção da proposta e definição de uma estratégia; em seguida foram localizadas as principais fontes de informação para desenvolvimento da proposta, foi necessário colher e interpretar dados com fabricante, e equipes de manutenção dos equipamentos; na terceira e quarta etapa foram definidas dos principais dados necessários para consolidar os resultados; na última etapa foi a apresentação da proposta final de um plano de manutenção mecânica de 52 semanas para transportadores de correia. Após a elaboração da proposta, é possível apresentar de maneira clara todas as intervenções sistematizadas e programadas para transportadores de correia para auxiliar a visualização de oportunidades de paradas para o equipamento.

Palavras-chave: Planejamento e controle da manutenção; Plano de manutenção; Mapa de 52 semanas; Correia transportadora.

ABSTRACT

This study aims to propose a preventive plan of 52 weeks of mechanical maintenance for belt conveyors of a company in the mining sector. For that, the work had as theoretical basis: maintenance and its types; maintenance tools; and a brief study on belt conveyors. In addition, a qualitative, exploratory, bibliographic methodology and a case study are presented to carry out the elaboration of the proposal for belt conveyors of a preventive mechanical maintenance plan of 52 weeks. Such belt conveyors are responsible for transporting iron ore within the beneficiation process. Data tabulation was done in a Microsoft Excel spreadsheet, and Microsoft Word was used to report and discuss the result of the proposal obtained. With the increase in production volume and demand for higher quality, whether of services and/or products, in the event of small or large undesired stoppages of critical assets, high losses in company revenues can occur, involving production, labor and equipment. Based on this, the proposal of a 52-week preventive maintenance plan for belt conveyors followed a five-step process: at the first moment a study was carried out on the construction of the proposal and definition of a strategy; then, the main sources of information for the development of the proposal were located, it was necessary to collect and interpret data with the manufacturer, and maintenance teams of the equipment; in the third and fourth stage, the main data needed to consolidate the results were defined; in the last stage was the presentation of the final proposal of a 52-week mechanical maintenance plan for belt conveyors. After the preparation of the proposal, it is possible to clearly present all systematized and programmed interventions for belt conveyors to assist in the visualization of stop opportunities for the equipment.

Key-words: *Maintenance planning and control; Maintenance plan; 52 week map; Conveyor belt.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de Manutenção.....	22
Figura 2 - Estrutura de um plano de manutenção	25
Figura 3 - Visão geral do planejamento mestre da manutenção.....	26
Figura 4 - Fluxograma da Metodologia.....	30
Figura 5 - Minério de ferro.....	35
Figura 6 - Processo de mineração.....	36
Figura 7 - Transportador de correia de minério de ferro	37
Figura 8 - Engenharia de Usina no organograma da empresa.....	38
Figura 9 - Organograma coordenação engenharia de usina	39
Figura 10 - Transportador de correia.....	40
Figura 11 - Componentes de um transportador de correias convencional	41
Figura 12 - Etapas do processo de elaboração do Mapa de 52 semanas	44
Figura 13 - Matriz de risco	44
Figura 14 - Projeção disponibilidade física transportador de correia.....	46
Figura 15- Modelo mapa de 52 semanas	47
Figura 16 - Acompanhamento rolante Mapa de 52 semanas	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Métodos de manutenção.	18
Tabela 2 - Variáveis e indicadores adotados	31
Tabela 3 - Modelo de tabela utilizada para coleta de dados	33
Tabela 4 - Requisitos mínimos de manutenção	42
Tabela 5 - Integrantes e responsabilidades da equipe de trabalho.....	45
Tabela 6 - Manutenções relevantes programadas por mês	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Formulação do Problema.....	12
1.2	Justificativa.....	14
1.3	Objetivos.....	14
1.3.1	Geral	14
1.3.2	Específicos.....	15
1.4	Estrutura do trabalho	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Manutenção	16
2.2	Métodos de Manutenção.....	18
2.3	Engenharia de manutenção	21
2.4	Planejamento e controle da manutenção	23
2.5	Plano Mestre da Manutenção	24
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	Tipo de Pesquisa.....	28
3.2	Materiais e Métodos	29
3.3	Variáveis e Indicadores	31
3.4	Instrumento de coleta de dados	32
3.5	Tabulação dos dados.....	33
3.6	Considerações finais	34
4	RESULTADOS	35
4.1	Características da Empresa/ Setor	35
4.2	Transportador de correia.....	39
4.3	Diagnóstico do Planejamento da Manutenção Preventiva Sistemática	42
4.4	Proposta do Plano de Manutenção Preventiva, baseado no mapa de 52 semanas, para correia transportadora	43
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	49
5.1	Conclusões.....	49
5.2	Recomendações	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

A sobrevivência e o crescimento das organizações dependem fundamentalmente da evolução contínua de como prever as paradas de seus equipamentos. A difusão dessa estratégia, em larga escala, tende a alavancar a produtividade, melhorar a confiabilidade e consequentemente reduzir gastos excessivos (VIANA, 2006). Nessa perspectiva, os setores de manutenção são posicionados como pontos táticos, uma vez que a consciência administrativa e gerencial acerca dos custos de manutenção, que antes era vista como negativa, passou a ser apreciada como uma atividade estratégica de grande importância, sendo um dos pilares das organizações, (KARDEC & NASCIF, 1998).

De acordo com dados estatísticos da Abraman (2003 *apud* OTANI; MACHADO, 2008, p. 2), o Brasil tem custo de manutenção por faturamento bruto de 4,3% do PIB (Produto Interno Bruto), comparado à média mundial que é de 4,1%, que, de acordo com a FGV - Fundação Getúlio Vargas, para um PIB de US\$ 451 bilhões, representa US\$ 19 bilhões gastos em manutenção. Dessa forma, é possível concluir que as organizações devem buscar melhorias contínuas na gestão da manutenção, como cuidados técnicos e conhecimentos inovadores, pois são indispensáveis ao funcionamento regular e permanente das máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações.

A NBR5462-1994 *apud* Xenos (1998, p. 18) define a manutenção como:

A combinação de ações técnicas de engenharia e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Ou seja, manter significa fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido.

Os principais métodos de manutenção são descritos, segundo Viana (2006), como formas como são encaminhadas as intervenções nos instrumentos de produção, classificadas como: manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção autônoma.

Dentre esses métodos, este trabalho é direcionado para a manutenção preventiva, sendo uma proposta de estudo de manutenção a ser realizada em transportadores de correia em plenas condições de operação.

Transportadores de correia são equipamentos que têm como finalidade transportar cargas por maiores distâncias de maneira contínua. Esse equipamento é composto por diversos componentes, como, por exemplo, elementos mecânicos, elétricos e hidráulicos.

De acordo com Seeling (2000), uma manutenção empregada de maneira equivocada ou tardia proporciona fortes gastos e soluções precárias. Em compensação, planejar de forma coerente as manutenções proporciona bons resultados, melhorias na *performance*, segurança das operações e confiabilidade nos equipamentos. Além disso, as paradas são reduzidas, diminuindo-se os custos e proporcionando o estudo e o desenvolvimento de técnicas capazes de antecipar os problemas.

Confiabilidade e disponibilidade de máquinas e equipamentos são consideradas características indispensáveis, demandando áreas específicas para tratar os equipamentos e auxiliar a equipe de manutenção e operação. Dessa forma, para um bom gerenciamento das atividades, é aconselhável um Planejamento e Controle da Manutenção (PCM).

De acordo com Branco Filho (2006), Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é o setor ou o departamento das empresas, de qualquer nível, que pratica a programação e o controle dos trabalhos executados pelas equipes de manutenção. Um bom sistema de Gestão da Manutenção, além das tarefas, deve ser pautado no acompanhamento de indicadores, os quais podem fornecer informações pertinentes para tomadas de decisões importantes para o bom desenvolvimento das organizações, (TELES, 2019).

A busca pela excelência na manutenção deve ser incessante e almejada por toda a equipe. Dessa forma, segundo Teles (2019), o PCM, somado a uma boa análise da confiabilidade, permite estabelecer uma boa política de manutenção preventiva. A partir de uma estrutura mais sólida e com o processo mais eficiente, conseqüentemente, o objetivo desejado fica mais próximo.

Para efeitos de aplicação, o estudo é direcionado para uma empresa do ramo de mineração, especificamente ao setor de Engenharia. Logo, o trabalho tem como proposta estudar e entender um Plano de Manutenção Preventiva Plurianual, abordando transportadores de correia, um dos principais equipamentos críticos da empresa, considerando o Mapa de 52 semanas.

Desse modo, um processo produtivo bem estruturado deve ser submetido a uma gestão de um Plano Mestre de Manutenção. Essa equipe pode ser estruturada de maneira compacta, mantendo-se os indicadores controlados, a partir de um baixo custo operacional. Por meio da gestão do processo, é possível ter redução dos tempos de máquinas paradas durante a realização das tarefas de manutenção, ajustes nos tempos de viabilidade e redução do número

de falhas inesperadas, o que proporciona, conseqüentemente, melhores índices de confiabilidade e produtividade, redução dos custos de produção e aumento do lucro.

Dessa forma, a ideia do trabalho é propor um Plano de Manutenção Preventiva de 52 semanas para correias transportadoras.

Logo, diante do contexto tem-se a seguinte problemática:

Como propor um Plano de Manutenção Preventiva, baseado no Mapa de 52 semanas, para correia transportadora de uma empresa de mineração?

1.2 Justificativa

Segundo Oliveira (2008), a redução das perdas e dos custos nos processos produtivos é essencial para que as organizações se mantenham competitivas. Logo, as empresas devem sempre buscar minimizar ao extremo a indisponibilidade dos equipamentos e, conseqüentemente, as perdas de produtividade, visando a produzir com flexibilidade, de acordo com a demanda do mercado.

O trabalho se justifica devido à inexistência de uma estratégia de manutenção unificada entre os setores de manutenção, engenharia e operação que contemple as manutenções preventivas, manutenções relevantes e manutenções sistemáticas. O dispositivo deverá apresentar de forma clara, sustentável, enxuta e direta as principais informações, podendo, então, ajudar nas atividades do dia a dia da manutenção.

Para atingir a disponibilidade requerida, tendo em vista as atuais necessidades de se aprimorarem e estruturarem as manutenções, aumentando a segurança e a confiabilidade das operações, é necessário elaborar um planejamento estratégico plurianual, capaz de levantar as principais iniciativas que deverão ser priorizadas e implementadas a curto, médio e longo prazos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Propor um Plano de Manutenção Preventivo, baseado no Mapa de 52 semanas para uma correia transportadora de uma empresa de mineração.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico sobre manutenção, métodos de manutenção, manutenção preventiva, planejamento da manutenção e Mapa de 52 semanas da Manutenção;
- Elaborar um procedimento metodológico para desenvolver a proposta do Plano de Manutenção da Correia Transportadora;
- Aplicar o procedimento metodológico para propor Plano de Manutenção Preventiva de 52 semanas para transportadores de correia;

1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho é dividido em cinco capítulos, com seu conteúdo apresentado da seguinte maneira:

O primeiro capítulo apresenta a formulação do problema, a justificativa e os objetivos do trabalho, tanto gerais quanto específicos.

O segundo capítulo desenvolve um referencial bibliográfico, que auxilia como pilar teórico para a execução do trabalho, tratando dos seguintes assuntos: métodos e conceitos de manutenção, conceitos do planejamento e controle da manutenção, plano mestre da manutenção, dentre outros.

O terceiro capítulo apresenta as estratégias e a metodologia de pesquisa aplicada ao trabalho, a coleta das principais informações, a análise e a apresentação dos dados.

No quarto capítulo é realizado um diagnóstico do planejamento da manutenção da empresa, seguindo as etapas de estudo e definição da estratégia de trabalho, identificação das fontes de informação, levantamento dos principais dados e elaboração da proposta final, analisando os métodos aplicados com auxílio da parte teórica.

O quinto capítulo contempla considerações finais, apresentação da conclusão deste trabalho, recomendações para garantir o sucesso da implantação do plano de 52 semanas de manutenção e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é realizada uma fundamentação teórica para o embasamento inerente sobre as análises e escolhas feitas neste trabalho, e reúnem-se as principais teorias e os conceitos aplicados na manutenção industrial necessária para se compreender o desenvolvimento do estudo.

2.1 Manutenção

Manutenção possui um amplo conceito, o que permite que, por diversas definições e análises, seja possível justificar e garantir suas tratativas e seus cuidados técnicos. A atual economia globalizada impõe que as organizações tenham habilidade e rapidez de inovar e efetuar melhorias contínuas, sendo isso um pré-requisito, também, para atividades não ligadas à manutenção, (TELES, 2019).

De acordo com Viana (2002), o termo manutenção deriva do latim, *mantenus tenere*, que significa manter aquilo que se tem: possui ligação com o homem desde que começou a manusear instrumentos de produção. Segundo o dicionário Michaelis (2021), a manutenção pode ser definida como o ato de conservar ou de fazer durar algo em bom estado ou ainda como ação de administrar algo, o cuidado periódico para a boa conservação de máquina, do equipamento, da ferramenta etc.

Já a Norma Brasileira NBR 5.462 (1995) utiliza o termo manutenibilidade e interpreta manutenção como a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.”

Xenos (1998) define a manutenção como um conjunto de ações técnicas e administrativas com o propósito de manter ou recolocar um item em uma condição no qual possa executar uma função requerida.

O surgimento da manutenção pode ser efetivamente considerado a partir do momento em que a sociedade mudou o seu sistema de produção artesanal para a maquinofatura, dando início a diversas formas de produtividade, (VIANA, 2002). Kardec e Nascif (1998) ressaltam que, durante a Revolução Industrial, com o grande avanço tecnológico e a mecanização, essa técnica foi inserida na indústria, sendo uma atividade de reparo dos equipamentos quando quebrados, convertendo-se em uma manutenção aplicada apenas quando os instrumentos de trabalhos estivessem em situação crítica, como forma de garantir a continuidade do trabalho.

Segundo Viana (2002), com a Revolução Industrial, a sociedade fez com que a capacidade de produção e o modo como os produtos eram feitos fossem elevados de maneira significativa em comparação com o que existia anteriormente.

De acordo com Viana (2002), a presença de equipamentos cada vez mais sofisticados e de alta produtividade fez com que a disponibilidade dos equipamentos seja alta. Dessa forma os instrumentos de trabalho e produção começaram a ser usados de forma racional e produtiva. Conforme Teles (2019), essa revolução ocorreu de fato após a Segunda Guerra Mundial, com a necessidade de uma metodologia para a criação de um sistema ou um programa de manutenção para melhorar a confiabilidade e a durabilidade das máquinas de produção. Após as grandes guerras mundiais, o mundo sofreu mudanças e avanços significativos na tecnologia, com grandes máquinas auxiliando os meios de produção, sendo inevitável a situação de máquinas paradas. Em vista disso surgiu a necessidade de desenvolver técnicas que antecipem as falhas, uma vez que o custo de indisponibilidade ficou alto, dando início então à manutenção preventiva, (KARDEC E NASCIF, 1998).

Segundo Viana (2002), no século XX o mundo vivenciou inúmeras revoluções, melhorando significativamente a capacidade de produção e desenvolvendo produtos que geram impacto cada vez maior na qualidade de vida do homem. Tais avanços de acordo com o autor contribuíram para o aumento da comercialização dos produtos e para exigência de inovação, com tecnologia cada vez mais sofisticada. Dessa forma, devido ao avanço tecnológico acelerado, os produtos se tornaram obsoletos e facilmente substituíveis. Esse avanço acelerado exige que os equipamentos de produção estejam com a sua máxima disponibilidade no maior intervalo de tempo, e para isso é necessário desenvolver instrumentos de confiabilidade para aplicar e disponibilizar os equipamentos de maneira racional e produtiva (XENOS, 1998).

Atualmente, para a sobrevivência e o atendimento das exigências do mercado consumidor com o progresso dos meios de comunicação, as empresas precisam, de acordo com Tavares (1998), fortalecer seus meios de produção com tecnologia de ponta, melhorar seus sistemas produtivos por meio de programas consistentes de qualidade e produtos competitivos e possuir um eficaz plano de manutenção dos instrumentos de produção.

Em concordância com Viana (2002), no Brasil, o tema começou a ser discutido em vista do grande interesse dos profissionais brasileiros pelos conceitos modernos, além de métodos e tecnologias então disponíveis na área. Atualmente, existe uma entidade responsável por desenvolver, regulamentar e contribuir com o crescimento da função de manutenção e gestão de ativos, a Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos.

No próximo tópico serão explicados os métodos de manutenção, os quais podem ser entendidos, segundo Xenos (1998), como classificação suficiente para compreensão de todas as tarefas que compõem as atividades técnicas de manutenção. Para o autor, os métodos de manutenção ou as funções gerenciais da manutenção são classificados em: manutenção corretiva, manutenção preventiva e manutenção preditiva.

2.2 Métodos de Manutenção

Devido ao rápido avanço tecnológico, à maneira como a manutenção evoluiu em um curto espaço de tempo e às diferentes formas de classificar os vários métodos de manutenção, faz-se necessário, neste trabalho, caracterizar, de forma objetiva, os diversos tipos de manutenção. Conforme Xenos (1998), apesar de alguns dos termos de manutenção já serem comumente utilizados por várias pessoas em diferentes empresas, na maioria das ocasiões falta um completo entendimento do seu real significado. A tabela 1 apresenta os principais métodos abordados na manutenção:

Tabela 1 – Métodos de manutenção.

MÉTODO	DEFINIÇÃO
Manutenção Corretiva	Correção do equipamento logo após sua falha
Manutenção Preventiva	Correção planejada com datas previamente definidas
Manutenção Preditiva	Correção do equipamento a partir da observação das variáveis das máquinas (temperatura, vibração, pressão, etc)

Fonte: Pesquisa direta (2022).

Manutenção corretiva é toda atividade executada para corrigir falhas de processos ou máquinas em um sistema de produção. Em concordância com Kardec e Nascif (1998), esse método é caracterizado por ocorrer de maneira instantânea, sem planejamento de data e hora, sendo a manutenção realizada logo após a falha no equipamento, e por isso conhecida como corretiva, uma vez que visa a corrigir os problemas.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 5.462 (1995), manutenção corretiva é a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”. Ainda segundo

a norma, a palavra “falha” é compreendida como fim da capacidade de um equipamento exercer suas funções. Após a falha o item entra em estado de pane. Em outro sentido, a NBR 5.462 (1995) define defeito como desvio das funções características de uma máquina para fora do especificado, que pode ou não afetar seu desempenho.

Segundo Viana (2006), manutenção corretiva é a intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, aos colaboradores ou ao meio ambiente. Sua ação deve ocorrer de maneira aleatória, direta e eficiente na correção dos equipamentos.

Dentro das manutenções corretivas existem dois tipos: não programada e programada (PARREIRA, 2018). Diante disso, segundo o mesmo autor, a manutenção corretiva não programada pode ser descrita como troca ou restauração emergencial quando a falha foi identificada. A manutenção corretiva programada pode ser dita como um conjunto de ações tomadas após o conhecimento da falha, realizando-se então o acompanhamento preditivo da falha até a quebra (PINTO E XAVIER, 2012).

A manutenção preventiva, como o nome já diz, é baseada na prevenção de falhas, diferentemente da manutenção corretiva. São serviços efetuados em intervalos predeterminados, organizados com base em informações do fabricante e pelas condições operacionais impostas aos equipamentos (KARDEC E NASCIF, 1998).

De acordo com Viana (2006), manutenção preventiva é todo serviço/ação de manutenção aplicado em máquinas que não estejam falhando, e operando em condições normais. Essa atividade deve ser a principal ação da manutenção de qualquer empresa, envolvendo medidas sistemáticas como inspeções, reformas e trocas de peças (XENOS, 1998).

Baseando-se na manutenção preventiva, as empresas conseguem relacionar os principais gastos com peças, tempo de paradas e mão de obra, o que permite, então, um melhor dimensionamento e gerenciamento das atividades (XENOS, 1998). Essa análise deve ser sempre criteriosa, pois, na maioria das vezes, a manutenção preventiva ocorre com o bloqueio geral da produção. Logo, a previsibilidade e a gestão da manutenção influenciam diretamente nos resultados (PASSAMAI E CASTILHO, 2007).

A manutenção preventiva é descrita como atividade realizada de maneira a reduzir ou evitar a falha ou a queda do desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em uma periodicidade (KARDEC E NASCIF, 2009). Para o desenvolvimento de um plano sólido de manutenção preventiva são necessárias informações como histórico do equipamento, dados anteriores e principalmente instruções da equipe de manutenção, pois

muitos fabricantes não fornecem todos os dados necessários para os planos ou trazem informações sobre as condições operacionais (PARREIRA, 2018).

As principais vantagens da manutenção preventiva, conforme Kardec e Nascif (2009), são:

- Aumento da vida útil das máquinas;
- Diminuição dos custos em um curto prazo;
- Aperfeiçoamento na qualidade dos produtos;
- Previsibilidade de consumo de materiais e mão de obra.

Segundo Kardec e Nascif (2009), é possível destacar algumas das principais desvantagens da manutenção preventiva, como:

- Custos desnecessários com a substituição de peças em condição de funcionamento e gestão de estoque;
- Introdução de defeitos não existentes devido a falha humana na execução de manutenção desnecessária;
- Dificuldade em determinar as oportunidades de intervenção para a manutenção.

Segundo Xenos (1998), a manutenção preditiva visa à otimização das paradas, propondo unir as preventivas com a troca das peças ou reformas dos componentes, estendendo o tempo de parada, objetivando-se prever quando as peças ou os componentes estarão próximos do seu limite de operação.

Kardec e Nascif (2009, p. 44) dizem: “manutenção preditiva é a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”.

Portanto, a manutenção preditiva é pautada na investigação e nas aferições das máquinas, priorizando a análise durante a operação dos equipamentos, para aumentar a sua disponibilidade. Devido ao uso de tecnologia avançada, esse método está em constante evolução e deve ser considerado como um setor de pesquisa e desenvolvimento, pois trata-se de um trabalho baseado na busca por novas técnicas unido à experiência operacional (ALMEIDA, 2009).

Diferente da manutenção preventiva, o modelo preditivo parte do pressuposto de que os intervalos estabelecidos às manutenções preventivas para substituição de componentes podem levar à substituição de instrumentos de maneira equivocada (PARREIRA, 2018). Portanto, é necessário o monitoramento da evolução da falha, para ser em seguida programada a atividade de manutenção, garantindo-se o fim da vida útil do equipamento.

Essa modalidade de manutenção tenta prever o tempo de vida útil dos componentes das máquinas. Os principais objetivos da manutenção preditiva descrita por Teles (2000) são:

- Determinar com antecedência a necessidade de serviços de manutenção numa peça ou num componente específico de uma máquina ou equipamento;
- Eliminar a atividade de desmontagem desnecessária para inspeção;
- Ampliar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- Diminuir as intervenções corretivas;
- Diminuir as trocas prematuras dos equipamentos;
- Aumentar o grau de confiabilidade das máquinas.

2.3 Engenharia de manutenção

A engenharia da manutenção é o nível mais elevado de investimento em manutenção, devido às mudanças de rotina e políticas de melhorias contínuas aplicadas (VIANA, 2002). Porém, traz consigo uma melhora significativa do processo de manutenção.

Conforme Kardec e Nascif (2009, p. 50), a engenharia de manutenção tem como atribuições principais “aumento da confiabilidade, disponibilidade, segurança, eliminar e solucionar problemas crônicos, dar suporte a execução, elaborar planos de manutenção eficientes, entre outras.”.

De acordo com Viana (2006), o principal objetivo da engenharia de manutenção é promover o progresso tecnológico da manutenção, por meio da busca de conhecimentos científicos e empíricos, para propor soluções aplicáveis nas dificuldades encontradas nos processos e equipamentos. Dessa forma, o setor de engenharia trabalha na confiabilidade, na disponibilidade e nas melhorias dos ativos, além de em gestão de equipe e materiais sobressalentes e de dar suporte para a execução. Logo, para atingir todas as metas, a equipe de engenharia deve ser composta por profissionais especialistas de outras áreas além da manutenção.

Na visão de Branco (2006, p. 42), a Engenharia de Manutenção é definida como:

Órgão consultivo normalmente a nível de staff, que constitui a sistema de controle da gerência de Manutenção para corrigir e melhorar a gestão. Sua missão é aperfeiçoar as técnicas de organização e os métodos e procedimentos do trabalho, favorecendo a implantação da Política de Manutenção mais adequada e o desenvolvimento de novas ideias novos métodos de trabalho e controle.

A implantação da engenharia de manutenção pelas empresas diminui consideravelmente o número de intervenções, o consumo de sobressalentes e desperdícios em geral. A figura 1 apresenta como a engenharia pode ser alocada dentro das empresas.

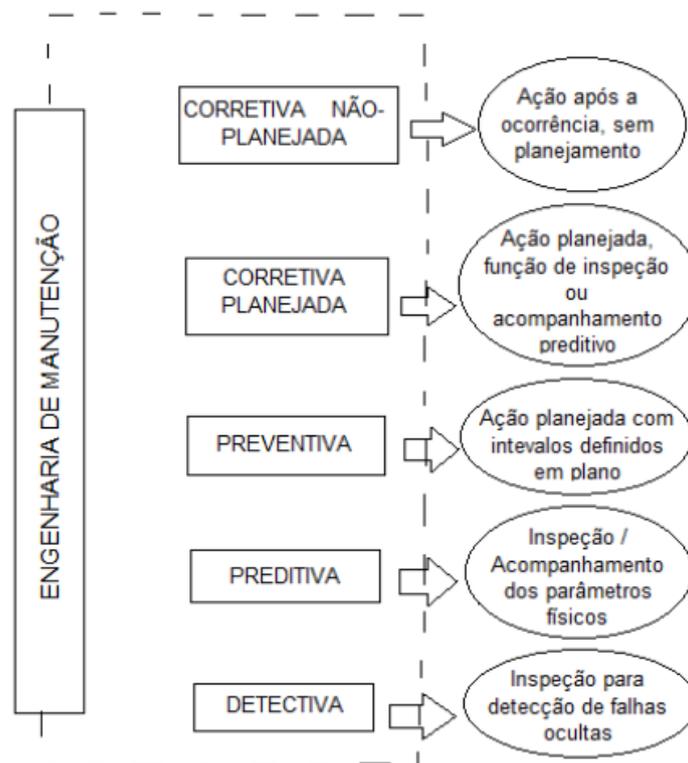


Figura 1 - Tipos de Manutenção
Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif, 2009

Em termos de engenharia de manutenção, o trabalho deve ser linear, de modo preditivo, para alcançar a disponibilidade total dos equipamentos, consequentemente no crescimento da produção e faturamento. O apoio técnico da manutenção à engenharia também deve acontecer, para que as principais dúvidas sejam sanadas, possibilitando traçarem-se novas diretrizes para qualquer tipo de intervenção em qualquer momento (VIANA, 2002).

Portanto, com todas as informações disponíveis para a equipe de manutenção, será possível exercer uma troca entre as áreas de manutenção e engenharia, em que a manutenção poderá exercer suas funções de forma segura, e em contrapartida fornecerá dados para análises e estudos para a engenharia, de forma a proporcionar melhorias futuras.

2.4 Planejamento e controle da manutenção

Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é um conceito difundido das grandes revoluções do século XX, inicialmente referenciado como o setor responsável por fazer mais atividades de manutenção com o mínimo de recurso possível (TAVARES, 2005). No entanto, esse conceito foi atualizado, de acordo com a evolução da tecnologia e das pesquisas sobre o assunto, sendo que, atualmente, a organização da manutenção está voltada à gerência e à solução dos problemas na produção, buscando fazer o menor número de manutenções com menos recursos: tempo, pessoas, dinheiro (KARDEC E NASCIF, 2009).

A principal aliada da evolução exponencial do PCM é de fato a propagação dos computadores e dos meios de comunicação, sendo esse órgão responsável por manter o setor competitivo, estratégico e alinhado com os objetivos globais (VIANA, 2002). Dessa forma, conforme Kardec e Nascif (2009), para a harmonização entre os processos que se relacionam diretamente com a manutenção são necessários o planejamento e o controle da manutenção PCM, sendo esse setor a inteligência da manutenção, uma vez que ela desenvolve novas técnicas e promove a organização e a ordem das atividades, além de acompanhar a execução e a boa performance dos ativos.

O PCM vinculado com ferramentas de *software* consegue prevenir falhas catastróficas, desperdícios de material e dimensionar recursos como tempo e mão de obra, promovendo então uma organização mais competitiva no mercado (VIANA, 2002).

Segundo Xenos (1998), o plano de manutenção possui posição de destaque em um sistema de gerenciamento da manutenção, uma vez que a elaboração e o cumprimento desse plano permitirão que a empresa atinja seus objetivos de lucratividade e sobrevivência, mediante equipamentos que não apresentem falhas, não prejudiquem a qualidade, o custo, a entrega dos produtos e serviços e não coloquem em risco a segurança e a integridade do meio ambiente.

Um plano de manutenção tem como objetivo organizar, planejar e padronizar o gerenciamento do setor de manutenção, garantindo a confiabilidade das ações e a previsibilidade dos recursos (FOGLIATTO E RIBEIRO, 1998). Dessa forma, os autores

apresentam também as principais informações que devem ser consideradas na estruturação do plano de manutenção, sendo elas:

- Tipo de manutenção (preventiva, corretiva, preditiva);
- Gestão das atividades de manutenção (classificação dos equipamentos, programação das atividades e definição do padrão de trabalho);
- Gestão de peças de reposição, para evitar que a falta de peças implique nas atividades no longo tempo;
- Gestão de custos de manutenção para atender ao orçamento anual estabelecido.

Os planos de manutenção podem ser explicados como maneira de gerar ordens de manutenção OM frequentes de modo automático, evitando-se a não-execução de serviços e tarefas importantes (TAVARES, 2005). O tratamento de um plano de manutenção pode ser descrito em conteúdo, ou seja, pela discriminação de tarefas, ou forma, que basicamente seriam os balizadores que compõem os planos de manutenção, que auxiliam no gerenciamento das ordens de manutenção geradas (VIANA, 2002).

O plano preventivo de 52 semanas deve, então, contar com experiência, informações e recomendações do fabricante dos equipamentos, sendo um plano capaz de contemplar e fornecer suporte para o planejamento, a programação e a execução das manutenções preventivas.

2.5 Plano Mestre da Manutenção

Conforme Viana (2014, p. 97), um Plano Mestre de Manutenção Preventiva “consiste num conjunto de atividades (tarefas), regularmente executadas com o objetivo de manter o equipamento em seu melhor estado operacional”.

Segundo Branco (2006, p. 97), Plano Mestre de Manutenção Preventiva pode ser descrito como:

Conjunto de atividades de manutenção preventiva sistemática que é colocado em um programa de computador para que na época certa seja emitida uma Ordem de Serviço para a execução da tarefa que foi programada para aquela data.

A elaboração de um Plano de Manutenção preventiva de 52 semanas demanda bastante experiência da equipe de planejamento, uma vez que é necessário coletar um número significativo de dados e informações pertinentes. Novos equipamentos para as empresas

ecoam a oportunidade de recorrer a informações provenientes dos manuais, esses que normalmente não são precisos quanto aos intervalos entre as intervenções, forçando a equipe de manutenção e planejamento a adaptar-se quanto à periodicidade entre as paradas (XENOS, 2004).

Na visão de Bechtold (2010), a elaboração do Plano Mestre de Manutenção é parte fundamental da estratégia de manutenção preventiva. Segundo o mesmo autor, para um planejamento efetivo e completo, é necessária a integração entre os setores, para que fatores como experiência técnica dos profissionais da empresa, requisitos técnicos contidos nos manuais dos fabricantes das máquinas e o histórico delas devam ser considerados no processo de elaboração e formatação do plano e em seus procedimentos de execução.

Dessa forma, os Planos de Manutenção devem conter as principais informações de maneira detalhada, visual e aplicável, de modo a proporcionar à equipe de manutenção uma melhor gestão das atividades, maior previsibilidade e conseqüentemente menor ocorrência de falhas (VIANA, 2002). De acordo com Kardec e Nascif (2009), a implantação do Plano de Manutenção é definida por três etapas, apresentadas na figura 2.



Figura 2 - Estrutura de um plano de manutenção
Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009)

Como apresentado na figura 2, as etapas para a implantação do Plano Mestre de Manutenção são:

- a) Definição da estratégia de manutenção a ser utilizada;
- b) Implementação do Plano de Manutenção Preventiva de acordo com a seguinte metodologia: elaborar os planos preventivos sistemáticos, as rotas de lubrificação e as rotas de inspeção, utilizando históricos, checklists, manuais do fabricante e catálogos das máquinas, em conjunto com o conhecimento dos profissionais de manutenção, para construir o plano de manutenção preventiva de cada máquina;
- c) Elaboração das Ordens de Serviços para as manutenções preventivas, as quais fornecem para o executante as informações necessárias para a realização do serviço.

O Plano Mestre de Manutenção é responsável por separar o planejamento dos planos de manutenção preventivo sistemático de longo prazo em planos de manutenção preventivo sistemático de médio prazo, no sentido de direcionar as etapas de programação e execução das atividades operacionais da empresa (TUBINO, 2007). A Figura 3 traz a visão geral do planejamento mestre da manutenção preventiva.

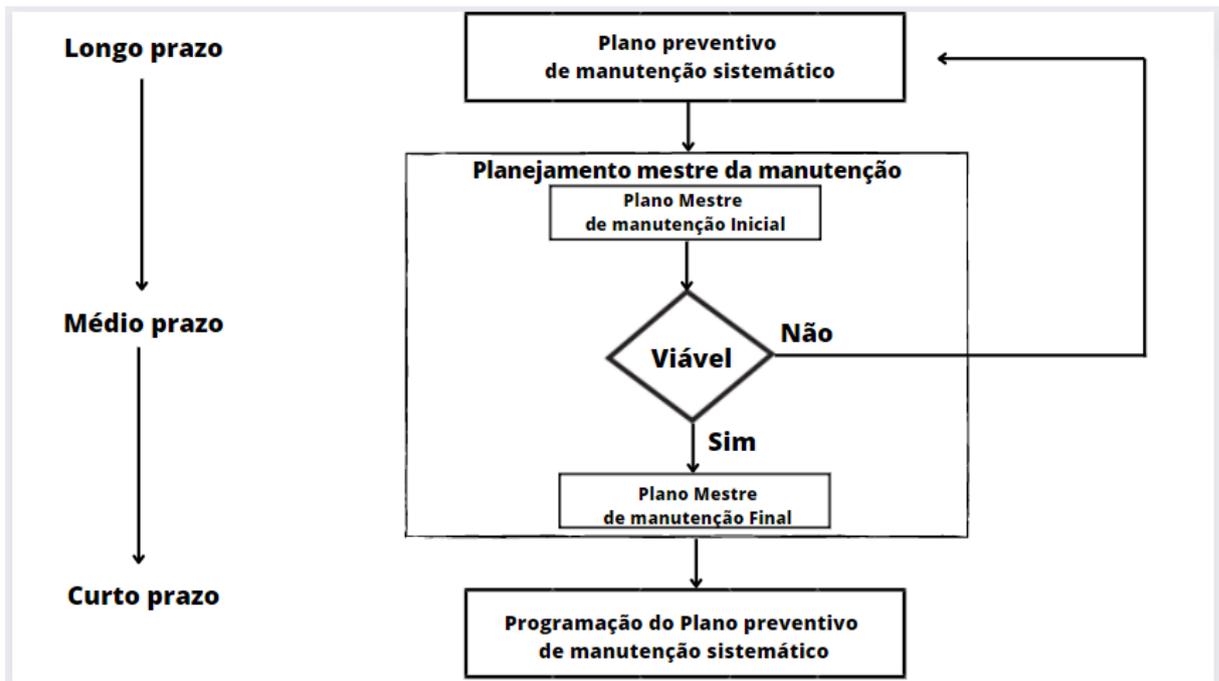


Figura 3 - Visão geral do planejamento mestre da manutenção
 Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

O Plano Mestre da Manutenção Preventiva, conforme visto na Figura 3, faz a conexão entre o planejamento estratégico (plano de manutenção preventivo) e as atividades operacionais da manutenção e operação (TUBINO, 2007). Desta forma, segundo o mesmo

autor, esse processo tem como principal objetivo mostrar a disponibilidade de recursos para a viabilidade da execução do plano preventivo de manutenção.

Por fim, é possível concluir que o Plano Mestre de Manutenção de 52 semanas é usado para subdividir as atividades de manutenção preventiva nos diversos equipamentos da indústria baseado na semana do ano, de modo que as manutenções sejam realizadas de forma escalonada, minimizando-se as perdas de produção. Além disso, os principais objetivos do Mapa de 52 semanas, segundo Viana (2020), são apresentar, em um horizonte de um ano, os principais serviços a serem executados e estimar recursos podendo, então, estabelecer orçamento, compra de material e níveis de estoque economicamente adequados.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são descritos os métodos utilizados para se atingirem os objetivos do trabalho, as pessoas envolvidas, o local, a coleta e o modo como os dados serão analisados. Também se contempla a natureza da pesquisa, o tipo, os materiais e os métodos adotados.

3.1 Tipo de Pesquisa

É possível considerar como principal objetivo de uma pesquisa encontrar soluções para uma problemática por meio de técnicas e do uso de procedimentos científicos (GIL, 1999).

Uma pesquisa pode ser qualificada de duas formas, como qualitativa ou como quantitativa.

Segundo Knechtel (2014), o método de pesquisa quantitativa tem sua operação sobre um problema humano ou social, é fundamentado em uma teoria e composto no teste de uma teoria. Como principal característica destaca-se a utilização de variáveis quantificadas em números, tais como a porcentagem, a média, o desvio padrão, o coeficiente de correlação e as regressões, entre outros. Esses dados são analisados de modo estatístico, sendo o principal objetivo determinar se as abstrações previstas na teoria se sustentam ou não.

De acordo com Gressler (2004), em pesquisas qualitativas são utilizadas informações sobre os fenômenos investigados por meio de estudos de caso. O principal enfoque desse método de pesquisa seria a coleta de dados sem medição numérica visando a descobrir ou aprimorar perguntas de pesquisa no processo de interpretação. Dessa forma, dentre as ferramentas utilizadas, é possível destacar o histórico de ocorrência dos fatos e entrevistas para descrever a complexidade do problema.

Segundo Fonseca (2002, p.32),

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

Gil (2002) afirma também que existem tipos de classificação de uma pesquisa distintos, seguindo de acordo com seus objetivos, sendo eles:

- Exploratórios;
- Descritivos;
- Explicativos.

Segundo Gil (2002), o estudo exploratório visa a explicitar o problema e a se desenvolver maior familiaridade com o tema. Para que isso seja possível temos então a busca pelo conhecimento de determinado acontecimento por meio de levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o tema pesquisado, comparação e análises com outras aplicações que estimulem a compreensão.

Já a pesquisa descritiva é pautada e baseada em numerosas informações referentes ao que é pesquisado. Ela se utiliza da observação e da análise para descrever as características de uma determinada comunidade ou fenômeno por meio de correlações entre variáveis.

A pesquisa explicativa, de acordo com Gil (2002), é pautada em registrar os fatos, analisar, interpretar e por fim apontar suas principais causas. O estudo pode ser classificado como explicativo quando tenta aprofundar o conhecimento da realidade, identificando-se os fatores que contribuem ou determinam a ocorrência dos fenômenos, processos ou fatos, ou seja, explicar o “porquê” das coisas.

Além do exposto, quanto aos procedimentos metodológicos, a pesquisa é fundamentada em bibliografias, dissertações, manual do fornecedor, internet e artigos, visando-se a enriquecer a base teórica do estudo. Destaca-se também que a pesquisa se enquadra como um estudo de caso, pois tenta analisar o fenômeno em questão por diferentes perspectivas, tornando-se mais ampla sobre o tema.

Resumindo, este trabalho consiste em uma pesquisa exploratória, qualitativa, bibliográfica e estudo de caso.

3.2 Materiais e Métodos

A figura 4 representa os passos necessários para o desenvolvimento da metodologia do trabalho:

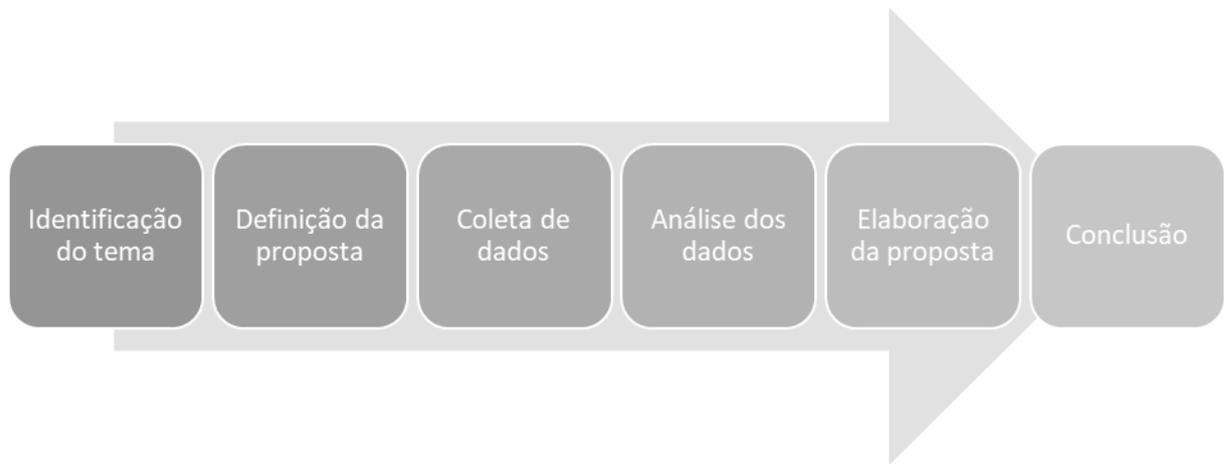


Figura 4 - Fluxograma da Metodologia
Fonte: Pesquisa direta (2022)

De acordo com a figura 4, o primeiro passo foi a identificação do problema. Isso foi feito com base no pedido da gerência da empresa, uma vez que os transportadores de longa distância, principais equipamentos para o perfeito funcionamento do complexo, considerados como ativos críticos, não apresentavam um plano de manutenção plurianual, justificando-se assim a elaboração de uma proposta de manutenção preventiva de 52 semanas.

Em sequência, tem-se definição da proposta. Nesta etapa, foi necessário realizar reuniões para a definição da proposta que contemplasse a solução do problema em questão.

Após a etapa descrita, é realizada a coleta de dados por meio de consultas diretas com a equipe de manutenção da área, destacando-se os principais eventos do ativo e as condições que culminaram nas intervenções. Além disso, foram levantadas informações presentes no sistema, que contemplam as inúmeras intervenções programadas e não programadas que têm ligação direta com o ativo estudado. Tais informações foram colhidas por meio de reuniões de *brainstorming* com os técnicos da área e pela consulta ao histórico de manutenção dos equipamentos, disponível no sistema SAP — sistema de informação que permite gerenciar as diferentes ações de uma empresa.

O seguinte passo após a coleta dos dados necessários para elaboração de um plano de manutenção de 52 semanas foi a análise e avaliação do material coletado de maneira a compreender e identificar os principais pontos de melhoria, visando atender a maior confiabilidade e produção do equipamento. Dessa forma, para um melhor entendimento dos dados, foi necessário analisar as informações presente no sistema de informação oficial da empresa comparados com os dados fornecidos pelo fabricante dos equipamentos, como por exemplo, tempo médio entre falhas, frequência de lubrificação, frequência de inspeção preditiva, número de intervenções corretivas, entre outros.

Finalizada a etapa de avaliação dos dados, foi realizada a adequação das inúmeras intervenções do equipamento em um formato único a fim de se melhorar a visualização de todas as informações. Nessa etapa foi priorizado analisar o melhor cenário para agrupamento das paradas, privilegiando-se a confiabilidade do equipamento e sua melhor operação.

Por fim, foram apresentados os resultados alcançados com a proposta e os principais pontos de melhorias para o sistema.

3.3 Variáveis e Indicadores

Segundo Gil (2002), uma variável pode ser considerada uma classificação ou uma medida. Dessa forma, é possível conceituar variável como uma quantidade que varia, um conceito operacional, que contém ou apresenta valores, uma determinada quantidade que varia o conceito operacional, identificado em um determinado objeto de pesquisa e passível de verificação.

Tadachi e Flores (1997) classificam indicadores como um termo capaz de mensurar as características de produtos e processos, que em sua maioria são utilizados pelas organizações na gestão do desempenho e da qualidade dos seus produtos ao longo do tempo.

Referentemente às definições apresentadas e aos objetivos da pesquisa, são separados a variável e os indicadores a serem preconizados, segundo mostrado na tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis e indicadores adotados

Variáveis	Indicadores
Plano de Manutenção Preventiva de 52 semanas	<ul style="list-style-type: none"> • Mão de Obra; • Frequência entre os planos; • Equipamentos; • Software SAP; • Plano de Manutenção Preventiva; • Plano de Manutenção de Lubrificação; • Plano de Manutenção de Limpeza; • Plano de Manutenção de Inspeção Preditiva.

Fonte: Pesquisa direta, 2022.

3.4 Instrumento de coleta de dados

Para o desenvolvimento deste trabalho, como já apresentado anteriormente, sendo ele uma pesquisa de caráter bibliográfico, qualitativo, explicativo e um estudo de caso, tem-se que a coleta de informações para a construção de um plano de manutenção preventivo plurianual para transportadores de correia de longa distância deve priorizar técnicas para seu embasamento. Dessa forma destacam-se:

- Pesquisa bibliográfica;
- Reuniões de *brainstorming* com a equipe de manutenção e inspeção;
- Manual dos fornecedores dos transportadores de longa distância.

De acordo com Marconi e Lakatos (2010), a coleta de dados é a principal etapa da pesquisa, uma vez que a partir dela se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, visando a se coletarem os dados previstos. Os autores afirmam que essa fase do trabalho pode levar mais tempo do que o planejado, sendo bem executada. Sendo assim, tornam-se fundamentais a paciência, o esforço pessoal, a perseverança e a atenção por parte do pesquisador ao apontar e registrar os dados.

A coleta de dados deste estudo foi realizada com base em registros em arquivos eletrônicos, observações diretas, documentos técnicos, revisões bibliográficas, entrevistas e diálogos informais com a equipe técnica de manutenção, inspetores e operadores dos equipamentos. É fundamental a coleta de dados do fabricante das máquinas, dos livros diários de manutenção como checklists e a utilização de planilhas dos controladores.

Logo após a coleta dos dados, é necessário analisar o material. Segundo Gil (2009), a verificação e o entendimento dos dados nos estudos de caso são um processo que ocorre sincronamente à sua coleta, de modo que qualquer informação ou nova conjectura guia a nova fase do processo de coleta de dados, conduzindo-a a um refinamento ou à reformulação das questões da pesquisa.

Durante a análise dos dados deste trabalho procurou-se, sempre que possível, que ela fosse simultânea à elaboração da proposta. Contudo, no final da pesquisa, todos os resultados foram sintetizados em um só arquivo, proporcionando-se um melhor entendimento das ações e gerando recomendações para melhorias da eficiência do complexo.

Conforme Gil (2009), o modelo clássico de análise e apresentação dos dados de um estudo de caso consiste na identificação de alguns tópicos-chave e na consequente elaboração

3.6 Considerações finais

Neste capítulo foram apresentadas as principais ferramentas utilizadas para a elaboração de um plano de manutenção preventivo plurianual de transportadores de correia de longa distância. Além disso, foram demonstrados os materiais e os métodos necessários e utilizados para o desenvolvimento da pesquisa. Logo, a proposta apresentada deverá seguir um guia para a obtenção de resultados que interfiram na máxima confiabilidade dos ativos em estudo. No próximo capítulo são apresentados os resultados obtidos no estudo proposto.

4 RESULTADOS

4.1 Características da Empresa/ Setor

A empresa estudada atua no mercado de *commodities*, sendo que grande parte dos seus resultados financeiros é decorrente da produção e da exportação de minério de ferro.

De acordo com o Novo Dicionário de Economia (1999), *commodity* pode ser definido como uma mercadoria em estado bruto ou um produto primário. É comum que a terminologia *commodity* seja atribuída aos insumos ou às matérias-primas (PEREIRA, 2009), como exemplifica a figura 5:



Figura 5 - Minério de ferro
Fonte: (EUQUEROINVESTIR, 2022)

O sistema de produção começa com a extração de minério de ferro. O material extraído nas minas passa por um processo primário de britagem, e em seguida chega aos pátios das unidades produtoras. Nos pátios são formadas pilhas que, posteriormente, são recuperadas e transportadas em correias para as usinas de beneficiamento no processo de moagem. Paralelamente, os pátios recebem insumos, como o calcário, que será adicionado ao minério. Na moagem, o minério é moído com água, formando-se uma polpa classificada por hidrociclones (equipamento para separação de sólido e líquido) que é enviada para o espessador, onde é sedimentada e, em seguida, encaminhada para tanques homogeneizadores finalizando então o processo de beneficiamento. Após todo o trabalho do material na usina, o

minério estocado é transportado por ferrovias até os portos marítimos, onde será realizado o transporte até o cliente final. A figura 6 representa brevemente o processo.

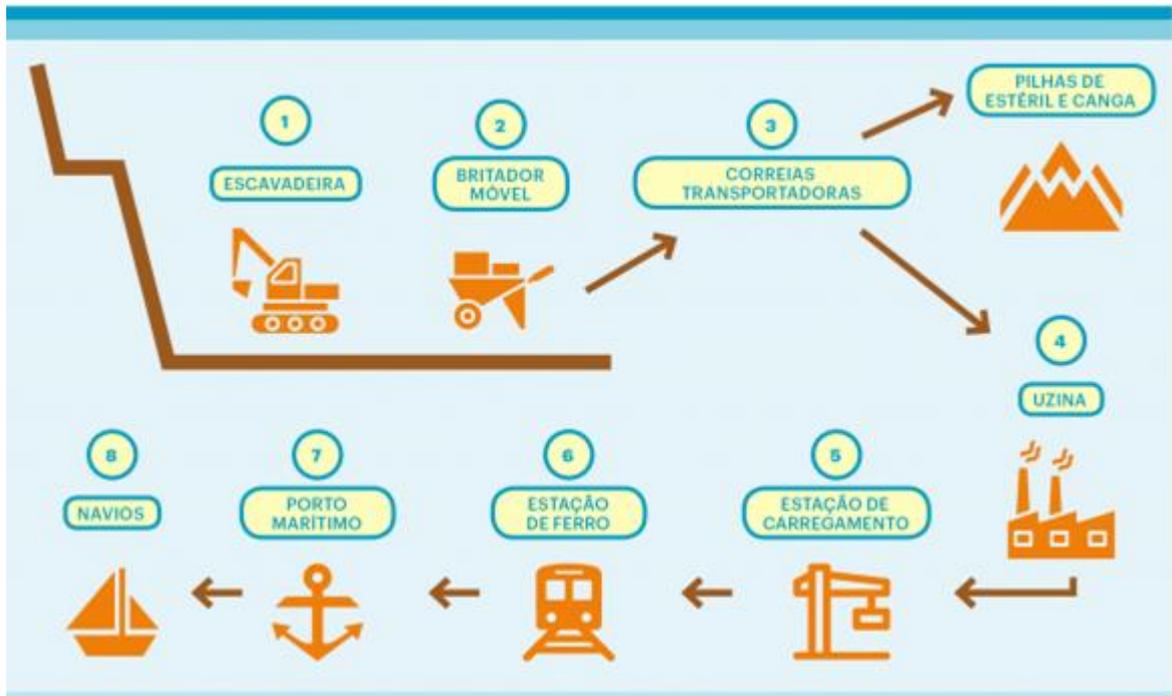


Figura 6 - Processo de mineração
Fonte: (JOURNALSOPENEDITION, 2022)

As usinas de beneficiamento do minério são o setor responsável por transformar o mineral extraído inicialmente com baixo teor de ferro em um produto nobre, de alto valor agregado. Dentro de todo esse processo, o material é levado por meio de transportadores de correia, que será o equipamento abordado no estudo e que pode ser exemplificado pela figura 7.



Figura 7 - Transportador de correia de minério de ferro

Fonte: (BLOGACOPLASTBRASIL, 2022)

Nesse contexto, a proposta em questão surgiu na Gerência de Engenharia de Usina, a qual é responsável pela confiabilidade dos ativos e dos processos das usinas. A figura 8 ilustra a localização da Engenharia de Usina no organograma da organização.

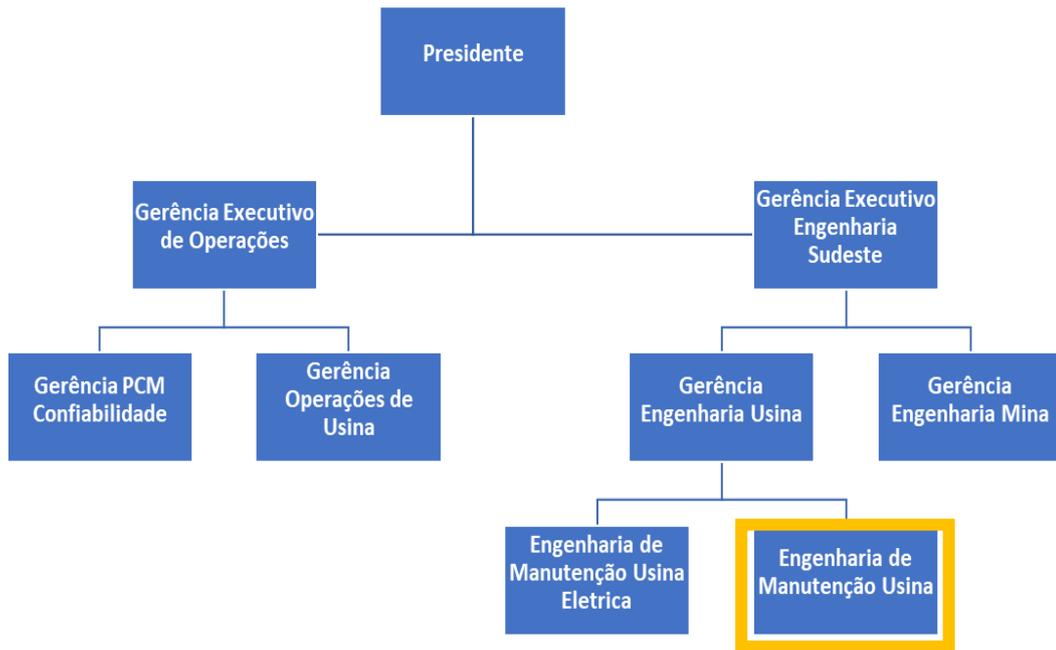


Figura 8 - Engenharia de Usina no organograma da empresa
 Fonte: Pesquisa direta (2022)

A figura 8 representa uma simplificação do organograma da empresa. A direção de operações cuida tanto de aspectos produtivos quanto de manutenção e gestão dos ativos da empresa. A gerência de engenharia serve de suporte para as operações de cada complexo. No organograma, é possível observar que a engenharia é dividida em dois grandes grupos: a engenharia de usina e a engenharia de mina. A engenharia de manutenção é subordinada à gerência de engenharia de usina.

A figura 9 ilustra o organograma interno da engenharia de usina.

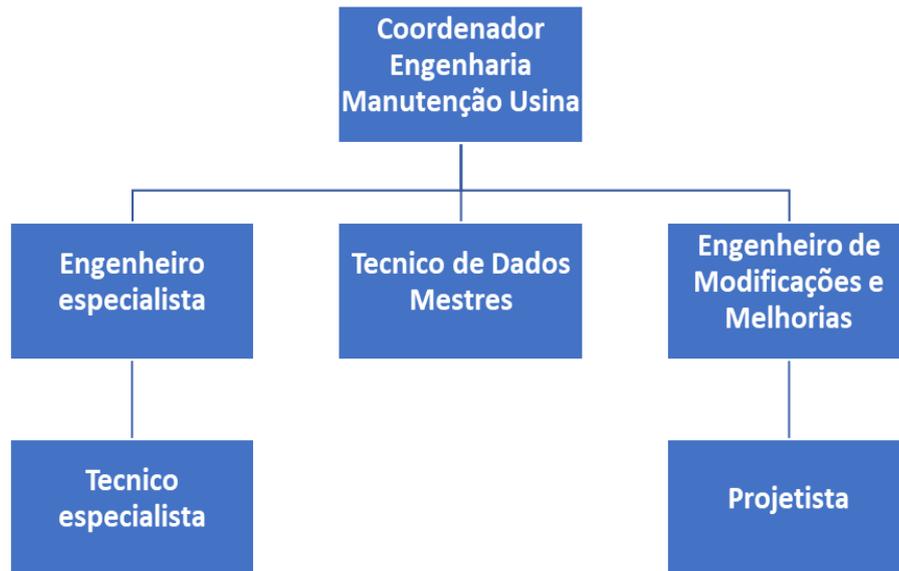


Figura 9 - Organograma coordenação engenharia de usina
Fonte: Pesquisa direta (2022)

No organograma interno da engenharia de manutenção de usina, representado pela figura 9, o coordenador é subordinado ao gerente de engenharia e conduz a equipe a fim de garantir suporte à manutenção e à operação local nos projetos e nos conteúdos técnicos necessários para o cumprimento das metas e dos objetivos. Além disso, o engenheiro especialista e o técnico especialista são responsáveis por dar suporte à equipe de manutenção e operação nas análises técnicas de problemas específicos. O técnico de dados mestre é o responsável por inserir no sistema unificado os planos de manutenção, além de fazer todas as adequações necessárias para o bom funcionamento dos equipamentos. O engenheiro de modificações e melhorias, junto ao projetista, é responsável por desenvolver os projetos e estudos técnicos das principais modificações necessárias nas máquinas.

4.2 Transportador de correia

Durante todo o processo de beneficiamento do minério de ferro são usados equipamentos para o transporte do material entre os diversos processos dentro da usina até o produto carregar os vagões e ser transportado para os navios. Esses equipamentos são denominados transportadores de correia.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 6.177 (1999), define transportador de correia (como pode ser visto na figura 10) como:

Um arranjo de componentes mecânicos, elétricos e estruturas metálicas, consistindo em um dispositivo horizontal ou inclinado (ascendente ou descendente) ou em

curvas (côncavas ou convexas) ou, ainda, uma combinação de quaisquer destes perfis, destinado à movimentação ou transporte de materiais a granel, através de uma correia contínua com movimento reversível ou não, que se desloca sobre os tambores, roletes e/ou mesas de deslizamento, segundo uma trajetória determinada pelas condições de projeto, possuindo partes ou regiões características de carregamento e descarga (ABNT, 1999).



Figura 10 - Transportador de correia
Fonte: Pesquisa direta (2022)

Transportadores de correia estão presentes na sociedade há mais de cento e cinquenta anos. No primeiro momento, eram equipamentos bem simples e rudimentares, compostos por um moinho automatizado e correias, sendo usados para transportar sacos de grão por curtas distâncias, como relata Susan Dijkhuizen (2017).

Atualmente, transportadores de correia são utilizados para uma econômica movimentação de materiais, com grande capacidade de carga a longas distâncias, quando comparados com qualquer outro tipo de transportador mecânico contínuo.

Os principais componentes mecânicos das correias transportadoras são eixos, mancais, polias e acoplamentos que em conjunto são responsáveis pelo seu bom funcionamento, com a confiabilidade requerida (ELETROBRAS et al., 2009). Transportadores de correia são considerados equipamentos robustos na mineração e possuem uma grande responsabilidade na produção, e por isso todos os seus elementos precisam funcionar em perfeita harmonia. A figura 11 descreve um transportador de correia e suas partes.

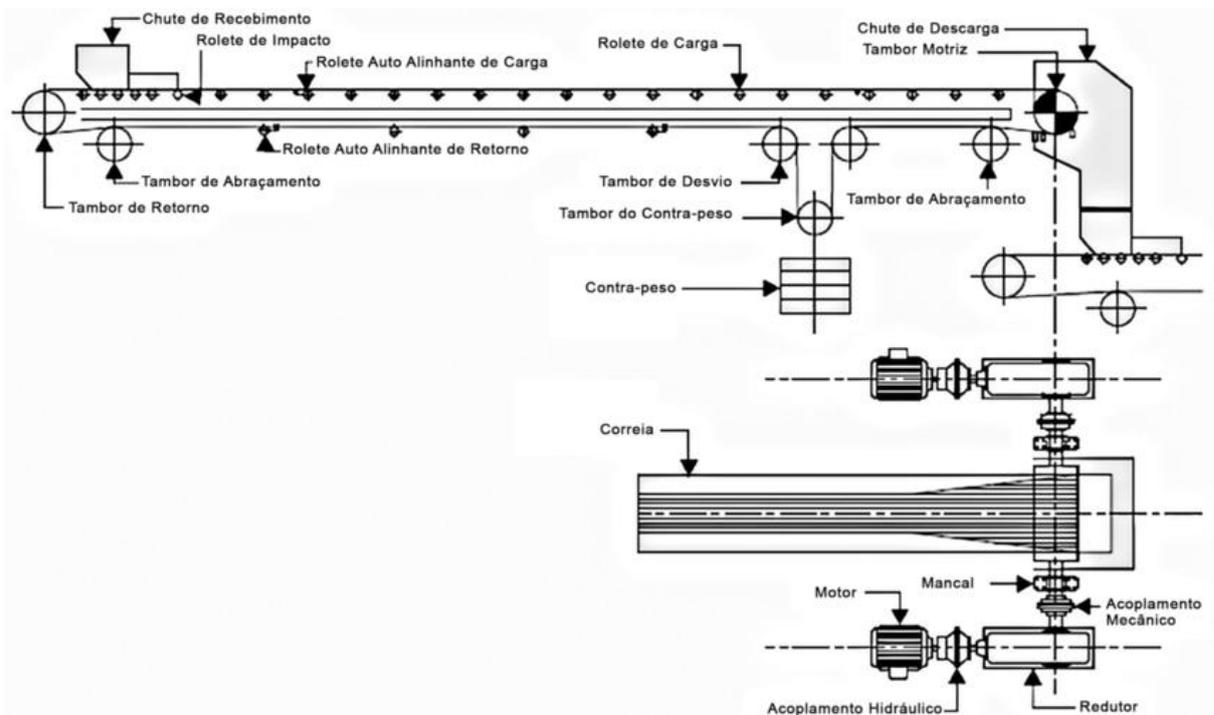


Figura 11 - Componentes de um transportador de correias convencional

Fonte: Manual Técnico Correias Mercúrio (2015)

Entre os elementos mecânicos que compõem um transportador de correia, destacam-se principalmente os seguintes:

- Correia: Elemento destinado a formar uma região de sustentação sobre a qual será apoiado o material a ser transportado;
- Acionamento: Conjunto de equipamentos mecânicos que trabalham em função de movimentar a correia por meio do fornecimento de tração no tambor, ou seja, disponibilizar torque e potência para gerar movimento na correia com o material a ser

transportado. Esse conjunto é composto em sua maioria por motor, redutor e acoplamento;

- Tambores: São os elementos responsáveis por transmitir potência para as correias seja tracionando, tensionando ou mudando a direção;
- Rolete: Conjunto de rolos geralmente cilíndricos de livre rotação em torno do seu eixo, responsáveis por suportar e/ou guiar a correia transportadora;
- Guias: Estruturas fixas utilizadas para facilitar o direcionamento do material.

4.3 Diagnóstico do Planejamento da Manutenção Preventiva Sistemática

O desenvolvimento do plano de manutenção sistemático é uma demanda da equipe de engenharia, no entanto a identificação da necessidade de criação do plano pode ser detectada e solicitada por qualquer área envolvida nos processos de manutenção.

O processo de elaboração do plano de manutenção sistemática segue um fluxo de estudo de engenharia, visando a avaliar a melhor estratégia de manutenção sob a ótica de performance e redução de falhas dos ativos, definindo os requisitos mínimos de manutenção. A tabela 4 apresenta os principais requisitos levantados no estudo para a criação do plano de manutenção sistemático.

Tabela 4 - Requisitos mínimos de manutenção

Requisitos Mínimos de Manutenção	
Plano de Manutenção Preventiva	Definição de Método de Manutenção
	Definição do Intervalo entre os planos
	Definição da Lista de Tarefas

Fonte: Pesquisa direta (2022)

Dentre as atividades de manutenção a serem definidos destacam-se: lubrificação, inspeção sensitiva, preditiva e preventiva. Todos esses métodos citados são analisados pela equipe que elabora o plano de manutenção e estão relacionados com o bloqueio do modo de falha das máquinas.

Dessa forma, os planos de manutenção estabelecidos aos equipamentos e a formatação dos intervalos entre eles são definidos levando-se em consideração dados históricos, experiência da equipe e manuais dos fornecedores.

Além disso, todos esses dados devem ser analisados, consolidados e aplicados visando ao bloqueio dos modos de falha, sempre respeitando frequência entre os serviços, tempo de execução e número de pessoas envolvidas nas atividades. A periodicidade segue, então, três possibilidades de método: ciclo simples semanal; estratégico baseado em horímetro; estratégico baseado em troca.

A definição da lista de tarefas e do planejamento da manutenção irá contemplar as principais informações para a execução segura da atividade, como operações básicas, recursos, materiais, dimensionamento de mão de obra e condição de instalação. Para a feitura dessa atividade, toda a equipe de elaboração do plano deve estar presente para desenvolver a estratégia também por meio da experiência, do histórico e dos manuais dos fornecedores.

Após todos esses itens listados anteriormente e definidos, o plano pode então ser iniciado no sistema de manutenção. No entanto, devido ao grande volume de manutenções e intervenções que podem ocorrer de maneira simultânea para garantir o funcionamento dos equipamentos, a equipe planejadora, na maioria das vezes, não consegue definir qual o melhor intervalo para iniciar o ciclo do plano, comprometendo a disponibilidade de material e mão de obra.

Dessa forma, fica evidente que para a elaboração dos planos de manutenção sistemática dos transportadores de correia é necessário um engajamento entre as equipes de engenharia e de manutenção, compilando-se as principais informações para a criação do plano. Nesse contexto, surgiu o interesse pelo estudo no desenvolvimento de um plano de 52 semanas de manutenção.

4.4 Proposta do Plano de Manutenção Preventiva, baseado no mapa de 52 semanas, para correia transportadora

A fim de assegurar o planejamento anual detalhado, definindo-se a previsão de manutenções preventivas sistemáticas, manutenções relevantes e substituição de ativos previstos no investimento corrente anual, sem impactar na saúde dos equipamentos e das operações, faz-se necessária a elaboração do Plano de 52 semanas de manutenção mecânica para correias transportadoras. A figura 12 mostra as etapas do processo.



Figura 12 - Etapas do processo de elaboração do Mapa de 52 semanas
 Fonte: Pesquisa direta (2022)

Todas as etapas ilustradas na figura 12 são cruciais para a elaboração do Mapa de 52 semanas. Inicialmente, foi feita a solicitação da coordenação para a elaboração da proposta, dando-se início aos estudos para aumentar o conhecimento a respeito do tema e elaborar uma estratégia de trabalho. Foi necessário restringir o estudo para os principais equipamentos, desta forma foi realizado uma análise da matriz de risco entre os ativos.

A Matriz de Riscos é a combinação da frequência/probabilidade e severidade dos eventos distribuídos nas suas respectivas escalas. Conforme seu nível de prioridade na Matriz de Riscos, cada evento terá a sua classificação de risco e sua prioridade classificada como Muito Alta, Alta, Média ou Baixa e modelos de tratamento. Observando o gráfico de colunas, a figura 13 ilustra tais classificações de risco e sua prioridade.

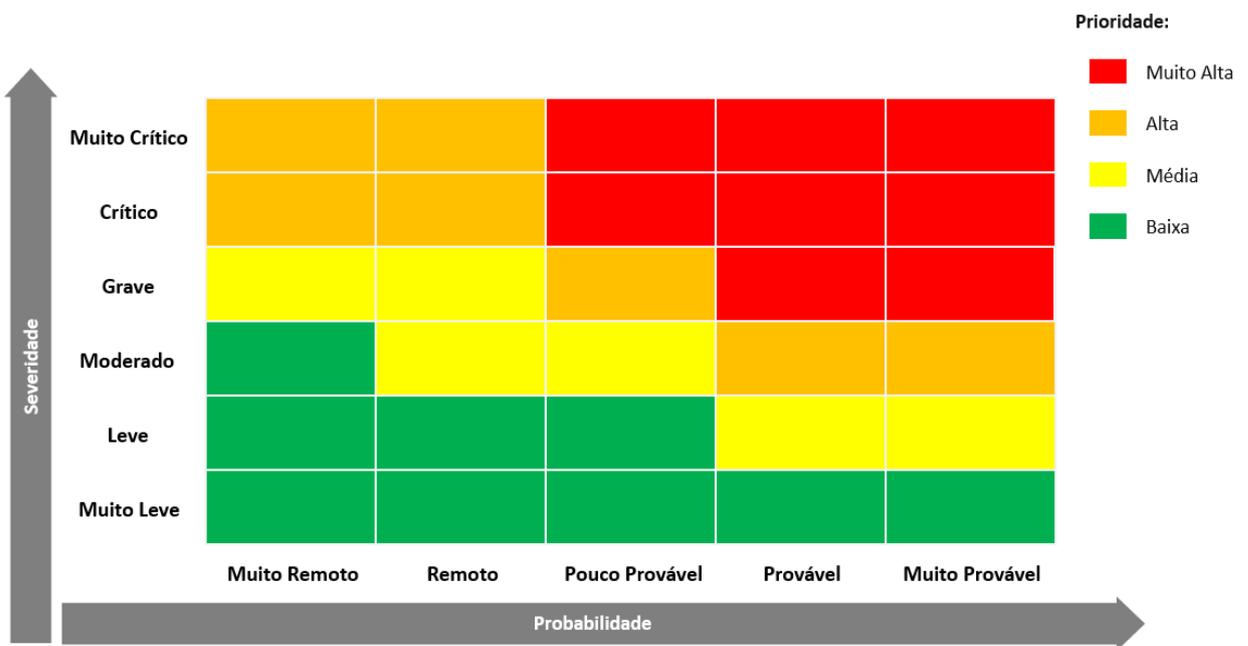


Figura 13 - Matriz de risco
 Fonte: Pesquisa direta (2022).

Os equipamentos podem ser classificados de acordo com a sua probabilidade de falha e sua severidade no impacto da indisponibilidade para a saúde da empresa. O trabalho foi centralizado para equipamentos classificados com prioridade muito alta seguindo a matriz de risco, sendo eles considerados também como ativos críticos, o que justifica a elaboração do estudo para transportadores de correia.

A etapa de identificação das fontes de informação permite uma equipe multidisciplinar para entender quais serão as ferramentas utilizadas para se adquirirem os dados. A tabela 5 apresenta a equipe de trabalho formada para consolidação dos dados.

Tabela 5 - Integrantes e responsabilidades da equipe de trabalho

Integrantes	Responsabilidade
Engenheiro	Elaborar o Mapa de 52 semanas de Manutenção preventiva
Técnico Mecânico de Dados mestres	Elaborar os planos de manutenção preventiva sistemática
Planejador	Planejar as Ordens de Manutenção prevendo todos os recursos e ritos necessários para sua realização
Técnico de Manutenção Mecânica Transportador de correia	Manutenir os Transportadores de correia

Fonte: Pesquisa direta (2022).

Após a formação da equipe multidisciplinar, foi estabelecido que as principais informações necessárias para a elaboração do Plano de 52 semanas de manutenção sistemática são definidas levando em consideração dados históricos, experiência e manuais dos fornecedores.

Na sequência, na etapa de levantamento dos planos no sistema e captura das grandes intervenções para o ano aplicado, devem ser realizadas inúmeras reuniões, o que permitirá um melhor conhecimento de todo o processo de criação de plano e da substituição de máquinas e um direcionamento técnico maior para as principais dificuldades na elaboração dos planos de manutenção preventiva sistemática.

Inicialmente deve ser realizado o levantamento das intervenções relevantes programadas para o transportador, como por exemplo substituição do conjunto de acionamento e manutenção na rede elétrica de distribuição, como é apresentado na tabela 6.

Tabela 6 - Manutenções relevantes programadas por mês

Manutenções Relevantes	
Janeiro	
Fevereiro	
Março	
Abril	
Maió	
Junho	Manutenção Rede distribuição 13800V
Julho	
Agosto	
Setembro	TC - Troca dos acionamentos
Outubro	
Novembro	
Dezembro	

Fonte: Pesquisa direta (2022)

Durante essa etapa foi realizado o levantamento da disponibilidade física (DF) dos transportadores de correia, calculado por uma outra equipe de planejamento, permitindo estudar as melhores oportunidades de intervenção no equipamento minimizando os efeitos para a companhia. A figura 14 apresenta a projeção de DF para transportadores de correia.

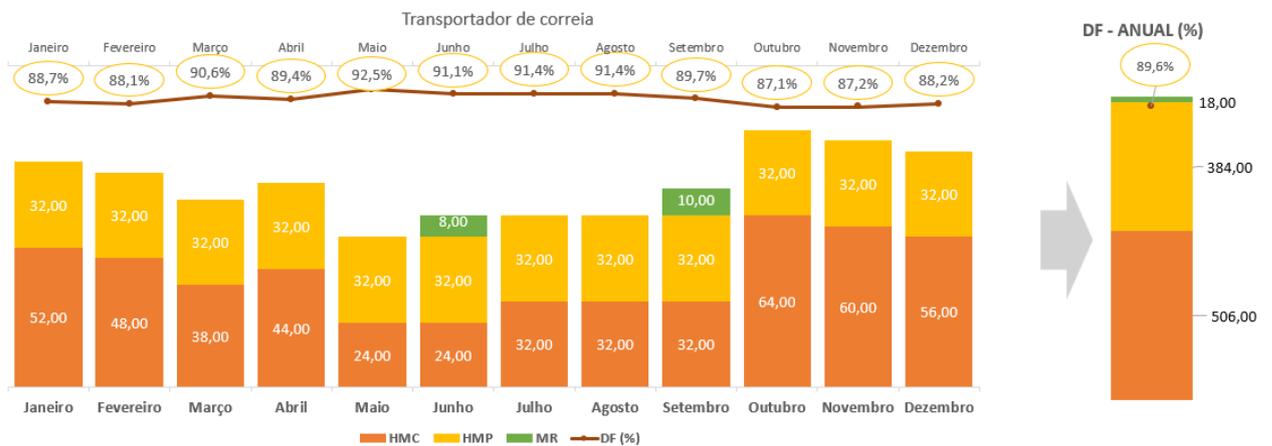


Figura 14 - Projeção disponibilidade física transportador de correia

Fonte: Pesquisa direta (2022).

A figura 14 apresenta o gráfico com a projeção da disponibilidade física do transportador de correia mensal e anual, calculados por meio das horas de manutenção corretiva (HMC), horas de manutenção preventiva (HMP) e horas das manutenções relevantes (MR).

Por fim, foi elaborado uma proposta de um modelo do Mapa de 52 semanas para transportador de correia, como mostra a figura 15.

INFORMAÇÕES BÁSICAS							ACOMPANHAMENTO ROLANTE													
							Semana							Semana						
							01-2022							02-2022						
LOCAL DE INSTALAÇÃO (SISTEMA PRODUTIVO)	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	TIPO DE MANUTENÇÃO	DIAS PROGRAMADOS (ANO)	PLANO DE MANUTENÇÃO	PRIORIDADE ABC	DURAÇÃO (ANO)	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom
							03-jan	04-jan	05-jan	06-jan	07-jan	08-jan	09-jan	10-jan	11-jan	12-jan	13-jan	14-jan	15-jan	16-jan
TRANSPORTADOR - TC0401	SUBSTITUIÇÃO ANEMÔMETRO	SISTEMÁTICA	1	000000405745	A	6														
TRANSPORTADOR - TC0401	LUBRIF QUINZENAL FREIO RECUDO	SISTEMÁTICA	14	000000405746	A	90,6							3,4							
TRANSPORTADOR - TC0401	LUBRIF QUINZENAL VOLANTE DE INERÇIA	SISTEMÁTICA	14	000000405747	A	107,2							4							
TRANSPORTADOR - TC0401	LUBRIF MENSAL OPERANDO TCL0411 TC0345	SISTEMÁTICA	7	000000405748	A	179														
TRANSPORTADOR - TC0401	LUBRIF QUINZENAL VOLANTE DE INERÇIA	SISTEMÁTICA	14	000000405749	A	53,2							2							
TRANSPORTADOR - TC0401	FIMJUBFFROTAS	SISTEMÁTICA	14	000000405750	A	53,2														
TRANSPORTADOR - TC0401	INSP LUME TOMADAS TC0411 CALDA CABECA	SISTEMÁTICA	28	000000405751	A	367,6				2										16,8
TRANSPORTADOR - TC0401	INSP ELET L EIT BANDEJ CASOS PONTE PENSL	SISTEMÁTICA	1	000000405752	A	12,8														
TRANSPORTADOR - TC0401	MANUT PREVENT MOTOR 01 TC0411	SISTEMÁTICA	4	000000405753	A	25,2														
TRANSPORTADOR - TC0401	MANUT PREVENT MOTOR 02 TC0411	SISTEMÁTICA	4	000000405754	A	25,2														
TRANSPORTADOR - TC0401	MANUT PREVENT MOTOR 03 TC0411	SISTEMÁTICA	4	000000405755	A	25,2														
TRANSPORTADOR - TC0401	MANUT PREV ELETROMEC EM GUINCHOS ELEVACA	SISTEMÁTICA	3	000000405756	A	32														
TRANSPORTADOR - TC0401	ROTA 03 INSP VULCA SEMANAL	SISTEMÁTICA	28	000000405757	A	91,2				1,6										
TRANSPORTADOR - TC0401	INSP TERMÓGRAFICA ROLOS REVEST BORRACHA	SISTEMÁTICA	28	000000405758	A	180,2														
TRANSPORTADOR - TC0401	ROTA 03 INSP SENSITIVA MECANICA SEMANAL	SISTEMÁTICA	28	000000405759	A	45,6														
TRANSPORTADOR - TC0401	ROTA 03 INSP SENSITIVA MECANICA SEMANAL	SISTEMÁTICA	28	000000405760	A	45,6														
TRANSPORTADOR - TC0401	COLETA DE OLEO PARA ANÁLISE	SISTEMÁTICA	4	000000405761	A	20														
TRANSPORTADOR - TC0401	COLETA DE OLEO PARA ANÁLISE	SISTEMÁTICA	4	000000405762	A	20														
TRANSPORTADOR - TC0401	MANELET PROTECOES TRANSPORTADOR	SISTEMÁTICA	2	000000405763	A	25,6														
TRANSPORTADOR - TC0401	INSP ANEMOMETRO	SISTEMÁTICA	2	000000405764	A	25,6														

Figura 15- Modelo mapa de 52 semanas

Fonte: Pesquisa direta (2022)

Como pode ser visto na figura 15, as primeiras colunas apresentam informações do ativo e do plano de manutenção, para facilitar a identificação de cada intervenção. A primeira coluna identifica o equipamento, que é apresentado brevemente com seu nome e sua etiqueta enumerada. A segunda e a terceira colunas apresentam a descrição da atividade e o tipo de manutenção, respectivamente, referenciando exatamente o método de manutenção que vai intervir no equipamento, como manutenção preventiva, lubrificação, inspeção sensível e substituição de equipamento. A quarta coluna define a quantidade de dias no ano em que essa intervenção irá se repetir, enquanto a quinta coluna apresenta o número do plano de manutenção para cada atividade, e a sexta coluna apresenta a prioridade do ativo. Por fim, a última coluna identifica a duração em horas de cada atividade durante todo o ano.

A figura 16 apresenta de maneira mais evidente o acompanhamento rolante.

Mapa 52 Semanas Manutenções Sistemáticas e Relevantes		ACOMPANHAMENTO ROLANTE																											
		Semana 01-2022							Semana 02-2022							Semana 03-2022							Semana 04-2022						
		sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex
LOCAL DE INSTALAÇÃO (SISTEMA PRODUTIVO)	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE																												
TRANSPORTADOR - TC0401	SUBSTITUIÇÃO ANEMÔMETRO																												
TRANSPORTADOR - TC0401	LUBRIF QUINZENAL FREIO RECLUSO																												
TRANSPORTADOR - TC0401	LUBRIF QUINZENAL VOLANTE DE INERCIÁ																												
TRANSPORTADOR - TC0401	LUBRIF MENSAL OPERANDO TCL0411TC0345																												
TRANSPORTADOR - TC0401	LUBRIF QUINZENAL VOLANTE DE INERCIÁ																												
TRANSPORTADOR - TC0401	FMNJBFFROTAS																												
TRANSPORTADOR - TC0401	INSP ILLUM E TCMADAS TC0411CAUDA CABECA																												
TRANSPORTADOR - TC0401	INSP ELET LEIT BANDEJ CABOS PONTE PENSIL																												
TRANSPORTADOR - TC0401	MANUT PREVENT MOTOR 01 TC0411																												
TRANSPORTADOR - TC0401	MANUT PREVENT MOTOR 02 TC0411																												
TRANSPORTADOR - TC0401	MANUT PREVENT MOTOR 03 TC0411																												
TRANSPORTADOR - TC0401	MANUT PREV ELETROMECC EM GUINCHOS ELEVACA																												
TRANSPORTADOR - TC0401	ROTA 03 INSP VULCA SEMANAL																												
TRANSPORTADOR - TC0401	INSP TERMOGRAFICA ROLDOS REVEST BORRACHA																												
TRANSPORTADOR - TC0401	ROTA 03 INSP SENSITIVA MECANICA SEMANAL																												
TRANSPORTADOR - TC0401	ROTA 03 INSP SENSITIVA MECANICA SEMANAL																												
TRANSPORTADOR - TC0401	COLETA DE OLEO PARA ANALISE																												
TRANSPORTADOR - TC0401	COLETA DE OLEO PARA ANALISE																												
TRANSPORTADOR - TC0401	MANELET PROTECCES TRANSPORTADOR																												

Figura 16 - Acompanhamento rolante Mapa de 52 semanas
 Fonte: Pesquisa direta (2022)

A figura 16 evidencia o acompanhamento rolante do Mapa de 52 semanas. A partir de todas as informações listadas de cada intervenção, é possível ter, por meio do acompanhamento rolante, uma visão sistêmica em um horizonte de 52 semanas de manutenção, com cada atividade que será realizada no dia programado e o seu tempo de duração, do transportador de correia. Dessa forma, é possível realizar um melhor acompanhamento das paradas e o dimensionamento de novos planos de manutenção sistemáticos respeitando os recursos disponíveis.

Tendo em vista a importância da gestão do planejamento das intervenções dos equipamentos, e os impactos causados pela falta de um plano de manutenção anual, é proposto um plano de manutenção preventivo de 52 semanas para transportadores de correia, com o objetivo de auxiliar as atividades de planejamento e controle das manutenções.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

O objetivo deste trabalho foi elaborar um plano de 52 semanas de manutenção mecânica para transportadores de correia de uma empresa do setor de mineração. Para tanto, foi realizada uma pesquisa exploratória alinhada a um estudo teórico sobre as ferramentas de manutenção visando a desenvolver embasamento para as tomadas de decisão. As etapas do trabalho, tais como a descrição da empresa, a caracterização do equipamento e a investigação das oportunidades no processo de planejamento das manutenções preventivas sistemáticas permitiram a proposta de elaboração de um mapa plurianual de 52 semanas para correia transportadora para a empresa. É importante destacar que o plano de manutenção proposto deve ser frequentemente atualizado, para o seu pleno funcionamento. Dessa forma, faz-se necessária a revisão da estratégia dos planos de manutenção no sistema sempre que identificadas oportunidades de melhorias, por meio de análises de falhas, análises de confiabilidade, análises de acidente ou solicitações da equipe de manutenção executante.

As práticas de manutenção preventiva sistemática desenvolvidas no presente trabalho podem ser consideradas uma alternativa relevante para o aumento de produtividade, disponibilidade física, dimensionamento dos recursos como materiais, equipamentos, componentes, mão de obra, ferramentas especiais e treinamento específicos. Para se implementar um plano de 52 semanas de manutenção preventiva, constata-se que, em sua etapa inicial, é necessário se conhecerem as características e as funcionalidades do processo produtivo em questão, investigando-se a criticidade do equipamento e suas especificidades.

Com a averiguação dos dados coletados de frequência de planos de manutenção e de duração de cada atividade, além das buscas realizadas em manuais de manutenção e operação, foi viável entender e revisar os planos preventivos que possibilitaram construir, em uma visão sistêmica com horizonte de 52 semanas de manutenção, as principais intervenções nos equipamentos. Dessa forma, espera-se melhorar a estratégia de manutenção empregada nos transportadores de correia, desdobrada em um plano plurianual de acordo com o orçamento necessário ao cumprimento dos planos de manutenção.

5.2 Recomendações

Após se propor um plano de 52 semanas de manutenção mecânica preventiva para transportador de correia, recomendam-se algumas propostas para estudos futuros:

- Um estudo para comparação dos resultados estimados para a planta operar antes da implantação do mapa e depois;
- Estudar a viabilidade de implementação da manutenção produtiva total;
- Ganhos relacionados à melhora na criação de planos de manutenção preventivos de 52 semanas.

REFERÊNCIAS

- ACOPLAST BRASIL. *Transportador em Correia: Mineração*. Blog Acoplast, 24 de set. de 2021. Disponível em: <<<https://blog.acoplastbrasil.com.br/acoplamento-hidraulico-acoplamento-magnetico-inversor-de-frequencia/transportador-em-correia-mineracao-2/>>>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade*. Rio de Janeiro, 37 p. 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6177: Transportadores contínuos - Transportadores de correia – Terminologia*. Rio de Janeiro, 32 p. 1999.
- BECHTOLD, Maurício José. *Curso Técnico em Mecânica: Manutenção Mecânica*. 2010.
- BRANCO FILHO, Gil. *A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.
- ELETROBRÁS. *Correias Transportadoras*: Guia Básico. Brasília : IEL/NC, 2009.
- FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis. *Confiabilidade e manutenção industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- FONSECA, João César de Freitas; ARAÚJO, José Newton Garcia de; VIEIRA, Carlos Eduardo Carrusca; PADRINI, Rodrigo. A cooperação e a dimensão coletiva da atividade, em um sistema de exploração de minério de ferro, Laboreal [Online], v. 15, n.1, 1 de julho de 2019, Disponível em: <<http://journals.openedition.org/laboreal/1131>>.
- FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002.
- GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. *Manutenção: Função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. *Manutenção: Função estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- KNECHTEL, Maria do Rosário. *Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada*. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v. 11, n. 02, p. 531-534, 2016.
- MANUTENÇÃO. In: **DICIONÁRIO INFORMAL**. Disponível em: <<<https://www.dicionarioinformal.com.br/significado/manuten%C3%A7%C3%A3o/4807/>>>.
- MANUTENÇÃO. In: MICHAELIS, **Dicionário Online de Português**. Disponível em: <<<https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=manuten%C3%A7%C3%A3o>>>.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- OLIVEIRA, Rodrigo J. *Planejamento e Controle da Produção*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

O que é manutenção? Blog O Que É Manutenção, 18 de maio de 2012. Disponível em: <<<https://oqueemanutencao.wordpress.com/>>>.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. A Proposta de Desenvolvimento de Gestão da Manutenção Industrial na Busca da Excelência ou Classe Mundial. *Revista Gestão Industrial*, Ponta Grossa, v. 04, n. 02, p. 1-16, 2008.

REDAÇÃO EUQUEROINVESTIR. *CVM / Vale (VALE3) assina com Valin Group, Embraer (EMBR3) assina com Air Peace*. 23 de fev. de 2022.

SEELING, Marcelo Xavier. *Desenvolvimento de um Sistema de Gestão da Manutenção em uma Empresa de Alimentos do Rio Grande do Sul*. Orientador: José Luís Duarte Ribeiro. 2000. 175 f. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

TAVARES, Lourival Augusto. *Manutenção Centrada no Negócio*. Rio de Janeiro: Novo Polo y Asesorias, 2005.

TELES, Jonatha. *Bíblia do RCM: O guia completo e definitivo da manutenção centrada na confiabilidade na indústria*. Brasília: Engeteles, 2019.

TUBINO, Dalvio Ferrari. *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2007.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. *Manual de Gestão da Manutenção* — Volume 1. Brasília: Engeteles, 2020.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. *PCM, Planejamento e Controle de Manutenção*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

XENOS, Harilaus G. *Gerenciando a Manutenção Preventiva: o Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade*. Belo Horizonte: Editora Dg, 1998.