



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP**

**ESCOLA DE MINAS**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**



**Norton Magalhães Junior**

**ANÁLISE DAS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS E PROPOSTA DE  
MELHORIA AO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO  
DE EQUIPAMENTOS HME EM UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO**

**OURO PRETO - MG  
2021**

**Norton Magalhães Junior**  
**Nortonjr99@gmail.com**

**ANÁLISE DAS MANUTENÇÕES PREVENTIVAS E PROPOSTAS DE  
MELHORIA AO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO  
DE EQUIPAMENTOS HME EM UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO**

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 Luís Vieira da Silva

**OURO PRETO – MG**  
**2021**

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M188a Magalhaes Júnior, Norton .

Análise das manutenções preventivas e proposta de melhoria ao planejamento e controle de manutenção de equipamentos HME em uma empresa de mineração. [manuscrito] / Norton Magalhaes Júnior. - 2021. 67 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. Planejamento. 2. Manutenção. 3. Manutenção - Equipamentos HME. 4. Manutenção - Mapa 52 Semanas. I. Silva, Washington Luis Vieira da. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 621



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



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Norton Magalhães Junior**

### **Análise das Manutenções Preventivas e Proposta de Melhoria ao Planejamento e Controle de Manutenção de Equipamentos HME em uma Empresa de Mineração**

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 09 de dezembro de 2021

#### 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 14/12/2021



Documento assinado eletronicamente por **Washington Luis Vieira da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/01/2022, às 10:35, 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](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0263850** e o código CRC **D03FAFA6**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.000084/2022-92

SEI nº 0263850

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000  
Telefone: (31)3559-1533 - www.ufop.br

Aos meus pais pelo apoio durante esta importante etapa.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma com a conclusão deste ciclo.

## **AGRADECIMENTO**

Dedico a conclusão deste trabalho aos meus pais Norton e Adriana pelo suporte e incentivo durante cada momento importante desta etapa e contribuindo da melhor forma para o meu amadurecimento como pessoa e profissional, como também ao meu irmão Arthur por todo companheirismo presente nestes anos.

Ao meu Orientador, Professor Washington, por todo o ensino de qualidade, disponibilidade e auxílio no decorrer de todo o curso e neste momento de conclusão.

Aos meus familiares e amigos, sejam de Ouro Preto, Belo Horizonte ou Fortaleza, que sempre foram presentes e contribuíram de alguma forma para que este momento fosse possível.

A República Nóstrovamus e todos seus moradores e ex-alunos por me acolherem em um momento de mudança e contribuírem para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, se tornando minha segunda família.

A minha maior amiga e namorada Daniela por todo carinho e cuidado durante todos esses anos, sendo sempre minha fortaleza quando mais precisei.

*“Lembre-se que as pessoas podem tirar tudo de você,  
menos o seu conhecimento”.*

Albert Einstein

## RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar a aplicação de uma nova ferramenta, baseada do Mapa de 52 Semanas, instrumento utilizado para conhecimento da programação anual de manutenções preventivas em uma série de ativos, no planejamento e projeção de atividades de manutenção preventiva para equipamentos *Heavy Mobile Equipments* (HME) de uma empresa de mineração, visto que o tipo de operação apresentado pela mineração gera desgaste excessivo nos ativos móveis utilizados, ocasionando em maior frequência e necessidade de manutenções preventivas, visando evitar a ocorrência de falhas indesejáveis ao processo. Para isso, o estudo teve como fundamento teórico a manutenção e suas classificações, a gestão da manutenção e as funções, propriedades e objetivos do setor de Planejamento e Controle da Manutenção referente a atividade de mineração. Ademais, a metodologia aplicada ao trabalho foi através de um estudo qualitativo, estudo de caso e pesquisa bibliográfica, devido ao estudo ser realizado em relação a melhoria do processo de planejamento a médio prazo de manutenções preventivas de uma empresa, como também o método realizado ser dividido em passos, sendo eles a análise da atividade anual, análise das últimas atividades preventivas ocorridas, estudo da performance real dos equipamentos, a locação da duração de *Backlogs* previstos para execução, a análise das estratégias de manutenção e a realização das projeções das atividades preventivas para o mês estudado. Desta maneira, a formulação de uma proposta de melhoria para o setor de Planejamento e Controle da Manutenção permitiu aos setores de Manutenção e Operação maior controle sobre a previsão de manutenções preventiva de cada equipamento, em relação a duração e as tarefas a serem realizadas, como também domínio sobre a Disponibilidade Física (DF) de cada equipamento e frota, propiciando aos setores mais liberdade para alcançar as metas estabelecidas de perfuração para o ano, não interferindo na produtividade da empresa. Por meio desta análise, foi possível perceber o impacto do Cronograma em comparação com o uso do Mapa de 52 Semanas no planejamento de equipamentos HME, uma vez que as projeções realizadas a médio prazo se mantem em programações de curto prazo e os valores previstos de DF são utilizados pela Operação como base de dados para formulação do plano de perfuração da empresa.

**Palavras-chave:** Planejamento, Manutenção Preventiva, Equipamentos HME, Mapa de 52 Semanas, Planejamento e Controle da Manutenção.



## ABSTRACT

*This study aims to analyze the application of a new tool, based on the Map of 52 Weeks, an instrument used for knowledge of the annual schedule of preventive maintenance in a series of assets, in the planning and projection of preventive maintenance activities for Heavy Mobile Equipments (HME) of a mining company, since the type of operation presented by mining generates excessive wear in mobile assets used, causing a higher frequency and need for preventive maintenance, aiming to avoid the occurrence of undesirable failures in the process. For this, the study had as theoretical foundation the maintenance and its classifications, the maintenance management and the functions, properties and objectives of the Planning and Maintenance Control sector related to the mining activity. Moreover, the methodology applied to the work was through a qualitative study, case study and bibliographic research, due to the study being done in relation to the improvement of the preventive maintenance planning process in a company's medium term, as well as the method being divided into steps, which are the analysis of the annual activity, analysis of the last preventive activities that happened, study of the real performance of the equipment, the location of the duration of Backlogs foreseen for execution, the analysis of the maintenance strategies and the accomplishment of the projections of the preventive activities for the studied month. This way, the formulation of an improvement proposal for the Planning and Maintenance Control sector allowed the Maintenance and Operation sectors to have more control over the preventive maintenance forecast of each equipment, in relation to the duration and the tasks to be done, as well as control over the Physical Availability (DF) of each equipment and fleet, providing the sectors with more freedom to reach the goals established for the year, not interfering in the company's productivity. Through this analysis, it was possible to perceive the impact of the Cronograma in comparison with the use of the 52-Week Map in the planning of HME equipment, since the projections made in the medium term are maintained in short-term schedules and the predicted values of DF are used by the Operation as a database for formulating the company's drilling plan.*

**Key-words:** *Planning, Preventive Maintenance, Heavy Mobile Equipments, 52-Week Map, Planning and Maintenance Control.*

**LISTA DE SIGLAS**

**BL** – Hora de *Backlog*

**CRO** – Cronograma de Rotina Operacional

**DF** – Disponibilidade Física

**HG** – Horas Totais Disponíveis

**HH** – Homem Hora

**HI** – Hora de Indisponibilidade

**HMC** – Hora de Manutenção Corretiva

**HME** – *Heavy Mobile Equipments*

**HMP** – Hora de Manutenção Preventiva

**HT** – Hora Trabalhada

**IMC** – Índice de Manutenção Corretiva

**IP** – Índice de Preventiva

**M52S** – Mapa de 52 Semanas

**MCC** – Manutenção Centrada na Confiabilidade

**MTBF** – *Mean Time Between Failure* (Tempo Médio Entre Falhas)

**MTTR** – *Mean Time To Repair* (Tempo Médio Para Reparo)

**OM** – Ordem de Manutenção

**PCM** – Planejamento e Controle da Manutenção

**PDCA** – *Plan, Do, Check and Act* (Planejar, Fazer, Checar e Agir)

**PMP** – Plano Médio de Produção

**Tag** - Tagueamento

**TPM** – Manutenção Produtiva Total

**UT** - Utilização

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquematização de um Sistema de Manutenção aplicado à Gestão .....	9
Figura 2: Fluxograma das etapas do processo .....	23
Figura 3: Layout do módulo de consulta as OM's realizadas apresentado pelo sistema SAP..	26
Figura 4: Tabela de dados no Microsoft Excel resultante da exportação do sistema SAP.....	26
Figura 5: Dashboard final da projeção das manutenções preventivas.....	27
Figura 6: Tabela dinâmica criada no programa Microsoft Excel com o histórico de HT da frota. .....	29
Figura 7: Valores diários exportados de horímetro do "SB002" no intervalo de tempo determinado. ....	30
Figura 8: Tabela dinâmica referente a HT do "SB002" no intervalo de tempo determinado...	31
Figura 9: Valores diários exportados de horímetro do "SB021" no intervalo de tempo determinado. ....	31
Figura 10: Tabela dinâmica referente a HT do "SB021" no intervalo de tempo determinado.	32
Figura 11: Valores diários exportados de horímetro do "SB026" no intervalo de tempo determinado. ....	32
Figura 12: Tabela dinâmica referente a HT do "SB026" no intervalo de tempo determinado.	33
Figura 13: Valores diários exportados de horímetro do "SB027" no intervalo de tempo determinado. ....	33
Figura 14: Tabela dinâmica referente a HT do "SB027" no intervalo de tempo determinado.	34
Figura 15: Valores diários exportados de horímetro do "SB034" no intervalo de tempo determinado. ....	34
Figura 16: Tabela dinâmica referente a HT do "SB034" no intervalo de tempo determinado.	35
Figura 17: Base de dados referente as OM's do "SB002" no intervalo entre Julho e Setembro de 2021. ....	36
Figura 18: Análise das informações de MTBF, MTTR, UT e IMC da frota de Fandril. ....	38

Figura 19: Base de dados exportada do sistema SAP referente ao tempo de cada atividade de manutenção.....	38
Figura 20: Ordens de Backlog exportadas do SAP para o mês de Outubro de 2021. ....	40
Figura 21: Tabela dinâmica no Microsoft Excel com as durações de Backlog previstas para cada ativo no mês de Outubro de 2021.....	41
Figura 22: Layout referente as atividades preventivas projetadas para Outubro de 2021 na frota de Fandril.....	44
Figura 23: Layout referente as DF semanal e mensal dos equipamentos da frota de Fandril no mês de Outubro de 2021.....	45
Figura 24: Layout de apresentação à Operação das DF projetadas para o mês de Outubro de 2021.....	46

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Variáveis e Indicadores .....	25
Tabela 2 - Estratégias de manutenção .....	42

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
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
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
2.1	Manutenção .....	5
2.2	Gestão da Manutenção.....	7
2.3	Planejamento e Controle da Manutenção .....	9
2.3.1	Organização da Manutenção .....	10
2.3.2	Homens da Manutenção .....	11
2.3.3	Carteira de Serviço .....	14
2.3.4	Demanda do Setor .....	14
2.3.5	Materiais Necessários .....	15
2.3.6	Priorização das Ordens de Serviço .....	15
2.3.7	Planos de Manutenção .....	16
2.3.8	Indicadores de manutenção .....	17
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
3.1	Tipo de pesquisa .....	21
3.2	Materiais e Métodos .....	22
3.3	Variáveis e Indicadores .....	24
3.4	Instrumentos de Coleta de dados .....	25
3.5	Tabulação de dados .....	26
3.6	Considerações Finais .....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
4.1	Características da Empresa/Setor .....	28
4.2	Diagnostico das atividades realizadas do setor em função dos indicadores.....	28
4.2.1	Análise da atividade anual dos equipamentos .....	28
4.2.2	Análise das últimas atividades preventivas e inspeções concluídas.....	35

4.2.3	Análise das performances dos equipamentos nos últimos 120 dias .....	37
4.2.4	Locação das durações de backlog prevista para o mês em questão.....	39
4.2.5	Apresentação das estratégias de manutenção preventiva utilizadas nos equipamentos.....	42
4.3	Proposta de melhorias para o Planejamento e Controle da Manutenção e realização das projeções.....	43
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>48</b>
5.1	Conclusões.....	48
5.2	Recomendações .....	49
	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>50</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>51</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Formulação do Problema

A competitividade apresentada no mercado de trabalho pelo ramo da mineração cria a necessidade das empresas no setor a procurarem por maneiras inovadoras de aumentar sua produção e seus lucros a fim de se destacarem dos seus concorrentes. Por meio desse raciocínio, as corporações passaram a enxergarem a manutenção como área capaz de redução de custos e aumento de produtividade, ao contrário da imagem ultrapassada de setor corretivo (XENOS, 1998).

Logo, a norma NBR 5462 (1994, p.6) conceitua a manutenção como “a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em estado na qual possa desempenhar uma função requerida”. Contudo, a necessidade imposta pela operação para produzir resulta na necessidade de controlar a disponibilidade dos ativos e sua confiabilidade.

Desse modo, o Planejamento e Controle da Manutenção torna-se essencial para o alcance dos objetivos organizacionais do setor de Manutenção. Assim, Viana (2002, p.5) afirma que “a manutenção não pode se limitar a apenas corrigir problemas cotidianos, mas deve perseguir sempre a melhoria constante, tendo como norte o aproveitamento máximo dos instrumentos de produção, aliado ao zero defeito”. Além disso, o mesmo autor destaca que o PCM possibilita aos homens e mulheres da manutenção facilidades e recursos na busca pela perfeição.

Assim sendo, a realização do planejamento de manutenção torna-se fundamental para a mineração quando as condições de ambiente apresentadas pela atividade resultam no desgaste acelerado dos componentes dos ativos e, conseqüentemente, no crescimento de ocorrências de manutenções corretivas. Em virtude desse comportamento, as estratégias de planejamento de manutenção expressadas pelos fabricantes necessitam do PCM para atuar com manutenções preventivas, no intuito de evitar a ocorrência de falhas, de modo que as projeções das paradas exigem maior gerenciamento.

Para fins de aplicação, o estudo é direcionado para o setor de Manutenção de uma empresa de mineração. Assim, o setor aplica no seu processo de planejamento o Mapa de 52 Semanas (M52S) para realizar as projeções das intervenções preventivas no setor industrial. Essa ferramenta consiste na exibição de todas as manutenções preventivas que serão realizadas



semanalmente durante o intervalo de um ano. Entretanto, em função das circunstâncias em que os equipamentos móveis estão envolvidos na atividade de mineração, principalmente em mina subterrânea, esta ferramenta demanda de maior detalhamento, em especial pois há a possibilidade da realização de mais de uma atividade de manutenção na mesma semana, ocorrência que seria de difícil visualização no M52S.

Portanto, para adequar o Mapa de 52 Semanas visando atender a realidade semanal do processo, será necessário investigar uma adaptação a esta ferramenta, no objetivo de garantir um melhor gerenciamento e atuação da Manutenção.

Diante do contexto, tem-se a seguinte problemática:

**Como analisar as manutenções preventivas e propor melhorias para o Planejamento e Controle da Manutenção de equipamentos móveis de uma empresa de mineração?**

## **1.2 Justificativa**

Baseado nas ideias de Xenos (1998), o constante avanço da tecnologia nos processos de produção acarretaram a necessidade de manter os equipamentos em pleno funcionamento, que visa a capacidade de alcançar as metas propostas de produção, e a manutenção tornou-se um setor tão primordial quanto a produção, pois as atividades de manutenção passaram a funcionar basicamente para evitar o desgaste natural dos equipamentos e instalações, e conseqüentemente, grandes paradas nas produções.

Logo, o PCM converte-se no setor interino a manutenção responsável pela administração da degradação dos equipamentos. Desse modo, o planejamento bem aplicado é a base para alcançar o melhor gerenciamento da manutenção possível, garantindo a confiabilidade das atividades preventivas e corretivas e o controle dos recursos necessários, seja humano, ferramental ou reposição (XENOS, 1998).

Em virtude disso, a otimização do Mapa de 52 Semanas no ambiente considerado, permite melhor gerenciamento sobre a realização das preventivas nas datas projetadas, pois são dependentes das horas de utilização dos equipamentos pela produção e da disponibilidade dos recursos humanos e instrumental, necessitando da análise diária desses valores. Ademais, essa adaptação também permite à manutenção apresentar a máxima disponibilidade dos ativos

envolvidos no processo para a produção, em virtude da realização mensal da análise das paradas de preventiva, ao contrário da elaboração anual do M25S.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Geral**

Analisar as manutenções preventivas para propor melhorias para o Planejamento e Controle da Manutenção de equipamentos móveis através da otimização do Mapa de 52 Semanas de uma empresa de mineração.

#### **1.3.2 Específicos**

- Realizar um estudo bibliográfico sobre: Manutenção, Gestão da Manutenção, Planejamento e Controle da Manutenção;
- Elaborar um procedimento metodológico para analisar como funciona o Planejamento e Controle da Manutenção da empresa estudada para propor melhorias;
- Comparar a base teórica com os resultados obtidos para propor melhorias para Planejamento e Controle da Manutenção em equipamentos móveis em uma empresa de mineração.

### **1.4 Estrutura do Trabalho**

O trabalho está dividido em cinco capítulos, onde no primeiro capítulo é apresentado a formulação do problema, a justificativa para a realização do trabalho e seus objetivos geral e específicos.

O segundo capítulo trata da fundamentação teórica dos conceitos e teorias a respeito da manutenção. Também são relatados os diferentes tipos e formas de organização da manutenção, relacionando-os com as vantagens e desvantagens existentes em cada um, o setor de Planejamento e Controle da Manutenção, além do Mapa de 52 Semanas e como é realizado a projeção das manutenções preventivas pela ferramenta.

O terceiro capítulo é responsável pela elaboração do procedimento para desenvolvimento da pesquisa, de modo que será aplicado a base teórica apresentada e realizada a projeção das manutenções preventivas em um intervalo de tempo desejado.

O próximo capítulo terá como objetivo apontar os resultados obtidos através da otimização do ferramental utilizado em relação a projeção antes conhecida. Desse modo, no último capítulo será apresentado a relação do uso do Mapa de 52 Semanas tradicional em comparação com a otimização realizado nesse trabalho, através dos resultados alcançados com a aplicação da proposta de melhoria no processo de mineração.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Manutenção

Na necessidade de padronizar o significado do termo manutenção para as empresas situadas no território brasileiro, a norma NBR 5462 (1994, p. 6) conceitua 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”. Dessa maneira, Xenos (1998) complementa a norma afirmando ser a realização de qualquer atividade com a finalidade de assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foram projetadas, em um nível de desempenho exigido. Ademais, a Manutenção também é explicada pelo Almeida (2015) como o agregado de cuidados e procedimentos técnicos necessários a garantir o bom funcionamento e o reparo dos ativos, reafirmando a importância do bom funcionamento.

Assim, com a finalidade de recuperar um equipamento a sua completa função, as empresas utilizam de variáveis métodos de manutenção existentes, na qual a maneira em que é realizada a intervenção nos equipamentos *Heavy Mobile Equipments* (HME), ou Equipamentos Pesados Móveis, a caracteriza (KARDEC & NASCIF, 2019). Entre esses métodos, os mais relevantes para o estudo serão a Manutenção Corretiva, Preventiva, Preditiva e Engenharia de Manutenção.

De acordo com Viana (2002, p. 10), a “Manutenção Corretiva é a intervenção necessária imediatamente para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente. Xenos (1998) complementa a afirmação ao dizer que é a intervenção feita após o incidente. O mesmo autor também afirma que esta opção de estratégia deve ser considerada principalmente fatores econômicos, por ser mais barato que a prevenção das falhas dos equipamentos.

O método de Manutenção Corretiva, segundo Kardec e Nascif (2019), também representa a intervenção da manutenção em equipamentos que expressam desempenhos diferente do esperado, não necessariamente intervenção de emergência. Entretanto, a Corretiva, mesmo sendo o procedimento de maior velocidade de reparo, não garante que ocorrerá em tempo de evitar os prejuízos causados por uma paralisação inesperada do equipamento, que podem chegar a funcionários parados, atrasos de produção ou compras de peças sem análise de preço adequado (ALMEIDA, 2015).

Ao conceituar a Manutenção Preventiva, Almeida (2015, p. 17) afirma que “é a manutenção planejada e controlada, realizadas em datas predeterminadas, de modo a manter a máquina ou o equipamento em corretas condições de funcionamento e conservação, evitando paradas imprevistas”. Ademais, Viana (2002) acrescenta que é todo serviço de manutenção realizado em equipamentos que não estejam em falha, situando em condições operacionais, objetivando a redução da probabilidade de ocorrência de falhas.

Dessa forma, ao envolver tarefas sistemáticas, como inspeções, reformas e trocas de peças, este método deve ser considerado a atividade de manutenção principal em qualquer empresa, pois mesmo com a geração de mais custos em relação a Corretiva, a disponibilidade dos ativos aumenta com a diminuição da ocorrência das falhas e, conseqüentemente, as paradas inesperadas de produção (XENOS, 1998).

Em relação ao método de Manutenção Preditivo, também conhecido por Manutenção com Base no Estado do Equipamento, Kardec e Nascif (2019, p. 44) define o processo como “atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática”. O mesmo autor afirma que o método é a primeira grande quebra de paradigma no setor, pois a partir do monitoramento da condição de operação do equipamento, as intervenções de correção podem ser realizadas, quando necessárias, através de uma manutenção corretiva planejada.

Assim, a Manutenção Preditiva prevalece a disponibilidade à medida que o controle permite a operação contínua do ativo pelo maior tempo possível. De outra maneira, Almeida (2015) completa que através de inspeções periódicas, em que fenômenos como temperatura, vibração e ruídos excessivos são observados, é possível indicar as reais condições de funcionamento de um equipamento, a partir dos sinais apresentados quando algum componente demonstra desgaste.

Assim, Xenos (1998) também declara que a Manutenção Preditiva permite a otimização da troca de peças ou reforma dos componentes críticos e estender o intervalo de intervenção, pois a inspeção dos ativos possibilita a maior projeção do limite de vida dos componentes em questão.

Ao apresentar a Engenharia de Manutenção, Kardec e Nascif (2019) conceitua este método como o suporte técnico da manutenção dedicado a consolidar a rotina do setor e implantar melhorias. Também afirma que este método é a segunda quebra de paradigma na Manutenção, pois a prática expressa uma mudança de cultura para o setor. Dentre as principais

atribuições da Engenharia de Manutenção estão: o controle da confiabilidade e disponibilidade dos ativos; a gestão de materiais e sobressalentes; a elaboração de planos de manutenção e de inspeção e a manutenção deles; o acompanhamento de indicadores; a realização de Análise de Falhas e o fornecimento de suporte à execução.

Viana (2002) também agrega que a Engenharia de Manutenção possui grande importância no processo, como fator de desenvolvimento técnico-organizacional do setor. Logo, este método é estabelecido com “o objetivo de promover o progresso tecnológico da Manutenção, através da aplicação de conhecimentos científicos e empíricos na solução de dificuldades encontradas nos processos e equipamentos” (VIANA, 2002, p. 82). Dessa forma, o autor explica que o procedimento visa perseguir a melhoria da manutenibilidade das máquinas, maior produtividade e a eliminação de riscos em segurança do trabalho e de danos ao meio ambiente.

Portanto, Viana (2002) ainda conclui que a Engenharia é totalmente responsável pela busca de melhorias, assim a área deverá ser capaz de descobrir maneiras práticas a implantação de projetos que alcancem os objetivos traçados a partir desta visão, ou seja, aplicar a gestão da manutenção no processo para conquistar os objetivos antes determinados.

## **2.2 Gestão da Manutenção**

Em virtude dos novos desafios apresentados para as empresas no cenário de uma economia globalizada e altamente competitiva, onde as mudanças se sucedem em alta velocidade, a manutenção necessita ser um agente proativo do processo, de maneira que a atividade de manutenção seja integrada ao processo produtivo, contribuindo efetivamente que a empresa caminhe rumo à excelência (KARDEC & NASCIF, 2019). O mesmo autor complementa que a mudança estratégica aplicada em função da gestão da manutenção possui reflexo direto nos resultados empresariais, como o aumento da disponibilidade, faturamento e lucro, redução da demanda de serviços e de custos, além da preservação ambiental.

Ademais, Xenos (1998) acrescenta a ideia de gestão que, para as empresas, as dimensões de custo, moral e segurança são mais significativas, pois apresentam maiores impactos sobre os acionistas e empregados, de modo que os dois últimos fatores estão diretamente associados a satisfação de seus funcionários. Assim, o autor afirma que é notável

que a gestão seja de interesse quando se tornou importante vender a imagem da empresa tanto para seus empregados quanto para os clientes externo e a sociedade.

Dessa maneira, a gestão aplicada à Manutenção possui grande variedade de instrumentos à disposição do setor, com a finalidade de permitir aos Gerentes melhor controle sobre os equipamentos, o processo e o pessoal (KARDEC & NASCIF, 2019). Entre algumas dessas ferramentas estão: o método PDCA, a Manutenção Produtiva Total (TPM), a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), o Seis Sigma e o 5S. O autor ainda incorpora que a simples utilização desses instrumentos não são garantias de bons resultados, pois as causas do sucesso iniciam através da implementação correta dos ideais da missão do setor, seus conceitos básicos, seus paradigmas a serem alcançados. Contudo o uso correto destas ferramentas pode alcançar resultados excelentes, como também conquistar novos patamares de competitividade.

Além disso, Soeiro (2017) complementa que a eficiência da manutenção está diretamente interligada ao tempo total de produção, pois a duração do serviço será a mesma indiferente de sua qualidade. Assim, o custo de uma má gestão da manutenção está embutido no processo. Dessa forma, o autor afirma que o sistema de manutenção aplicado deve visar o máximo desempenho, produtividade e qualidade da empresa, além de ser composto pelos métodos e funções gerenciais da manutenção.

Logo, o Sistema de Manutenção é relacionado como parte da gestão voltada para os meios de produção, como equipamentos e instalações, e possui o principal objetivo de transformar o trabalho da manutenção em uma função estratégica diante da concorrência, visando à redução permanente de custos, ao aumento da confiabilidade de seus ativos e a alta qualidade de seus serviços (SOEIRO, 2017). Diante disso, a figura a seguir mostra, esquematicamente, um conceito de gestão empresarial e o posicionamento do Sistema de Manutenção, formado pelos tópicos inseridos no interior da linha tracejada.

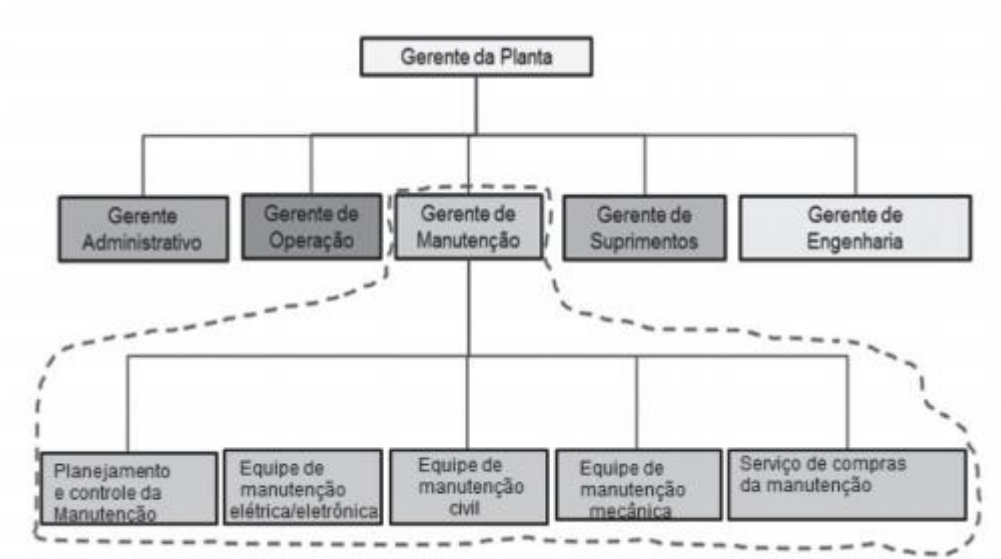


Figura 1: Esquematização de um Sistema de Manutenção aplicado à Gestão  
 Fonte: Soeiro (2017, p. 28)

Portanto, Soeiro (2017) deduz que a manutenção se torna um centro de resultados importantes para alavancar a competitividade dos negócios, pois o setor passa a ter cada vez mais uma função estratégica no contexto da gestão empresarial. Dessa forma, o autor ainda sustenta que “a inteligência da manutenção está na construção da estratégia e, conseqüentemente, do sistema de manutenção e da gestão do Planejamento e Controle da Manutenção” (Soeiro, 2017, p. 33). Assim, pode-se concluir que o sucesso da manutenção está na definição correta da melhor estratégia para gerir as falhas nos equipamentos em função do processo trabalhado, e que a gestão do PCM será responsável pela manutenibilidade da estratégia definida.

### 2.3 Planejamento e Controle da Manutenção

Diferente das manutenções industriais, em que a manutenção mantém o foco nos equipamentos, em empresas com processos contínuos as paradas programadas são as atividades de manutenção mais indicadas (SOEIRO, 2017). Desse modo, essas intervenções são conduzidas como um projeto e suas atividades medidas através do tempo, sejam a execução, os produtos, os componentes necessários ou o resultado. Portanto, o mesmo autor reafirma a importância de gerenciar as interfaces do processo de manutenção, como o compartilhamento de espaço, recursos do trabalho, movimentação e içamento de cargas, pois a parada programada



demanda atenção especial quanto ao local da realização física da manutenção, ao layout e a estruturação da intervenção, com o intuito de antecipar possíveis interferências e a utilização de recursos.

Logo, Xenos (1998) complementa que muitas atividades, para serem bem executadas, necessitam de meses de preparação, exigindo grandes projetos de logística, como contratação de pessoal, transporte e armazenamento de peças e material, além de instalações específicas liberadas e autorizações. Desse modo, o planejamento e a padronização são as bases para melhorar o gerenciamento da manutenção, pois podem garantir, principalmente, a confiabilidade das ações corretivas e preventivas e a previsibilidade dos recursos necessários. Além, o autor dita que através desta maior previsibilidade é possível gerenciar o orçamento da atividade de manutenção com maior precisão e sem surpresas.

### **2.3.1 Organização da Manutenção**

Devido à utilidade de possuir controle sobre a divisão dos setores de uma empresa, cada vez mais torna-se necessário representar a localização das áreas operacionais e seus equipamentos, bem como também à atuação organizada da manutenção, através da identificação, muito conhecido como o tagueamento dos ativos (VIANA, 2002). O tagueamento estruturado dos equipamentos permite à equipe de manutenção planejar e programar as atividades de maneira mais rápida e racional, além de possibilitar a extração de informações extratificadas por Tag, como números de quebras, disponibilidades, custos, entre outros fatores.

Dessa forma, Viana (2002) complementa que a utilização do tagueamento definirá a base organizacional da manutenção de uma empresa, pois este método será responsável pelo mapeamento de unidade fabril, auxiliando na localização de processos e equipamentos para as atividades de manutenção. Assim, o mesmo autor define que uma companhia de médio ou grande porte pode optar por cinco níveis de Tag para estruturar o seu tagueamento, sendo o nível mais alto reservado para as Gerências, seguindo das suas subáreas, seus respectivos sistemas, os aglutinadores, e por último à posição dos equipamentos/subconjuntos.

Após a classificação dos equipamentos através do tagueamento, cada ativo também deve ser separado em relação ao seu uso e seu setor. Desta maneira, as principais frotas e seus respectivos Tags previstos para o planejamento foram Fandril (SB), Jumbo (JE), Caminhões (CW), Carregadeiras LHD (CG), Perfuratrizes Open Pit (PW) e Sondas (SD). Assim sendo,

como exemplificação, a frota de Fandrill será utilizada como base para o desenvolvimento do trabalho, sendo equipamentos utilizados para a perfuração da parede da mina e retirada do minério, portanto tangendo aos ativos com maior impacto da atividade de manutenção.

Outra forma de organizar os processos de manutenção, segundo Viana (2002, p. 38), consiste na formulação da Ordem de Manutenção (OM), definida pela “instrução escrita, enviada via documento eletrônico ou em papel, que define um trabalho a ser executado pela manutenção”. As OMs consistem na autorização de trabalho que devem ser seguidas para a conclusão da atividade de manutenção, assim organizando e registrando o que foi realizado. Dessa forma, o autor também acrescenta que existem três maneiras de gerar Ordens de Manutenção: manual, automática ou via Solicitação de Serviço. Assim, as OMs possuem um ciclo de vida, na qual passam por fases específicas, obrigatórias ou não, denominadas de estado da OM e são definidas como: Não iniciada, Programada, Iniciada, Suspensa e Encerrada.

### **2.3.2 Homens da Manutenção**

Antes de iniciar a realização da manutenção em si nos equipamentos, as Ordens de Manutenção, como visto anteriormente, necessitam passar por determinadas etapas que exigem de certa duração e cargos específicos para sua execução. Segundo Viana (2002), esses cargos são compostos por indivíduos denominados de Homens da Manutenção que são constituídos principalmente pelos Executantes, Planejadores e Supervisores de Manutenção.

Dessa maneira, Viana (2002) afirma que a visão do executante da manutenção tem sido alterada na modernidade, pois a atividade de manutenção dos equipamentos não se inicia mais com a intervenção do Técnico Mecânico ou de um Eletricista, porém com o próprio operador do maquinário. Logo, os operadores são responsáveis diretos pelo estado de seus equipamentos e, portanto, encarregados de tarefas como instruções de lubrificação e limpeza, engaxetamento e reaperto, além de inspeções superficiais e encaminhamento de Solicitações de Serviço para correção de eventuais falhas observadas.

Assim, Xenos (1998) complementa que a participação do operador nas atividades de manutenção, conhecida também como Manutenção Autônoma, visa principalmente evitar a deterioração dos equipamentos, detectando e tratando suas anomalias em um estágio inicial antes que se desenvolvam e resultem em falhas. Entretanto, a introdução deste tipo de manutenção, apesar de diminuir o distanciamento entre os setores de produção e manutenção,

não elimina a necessidade de uma estrutura de manutenção eficiente e produtivo. Portanto, o mesmo autor acrescenta que a prática da Manutenção Autônoma deve ser utilizada como um ajustador de relações entre os departamentos de produção e manutenção, incentivando a cooperação entre eles, sem substituir o serviço necessário de manutenção.

Dessa forma, Viana (2002, p. 75) explica que os tradicionais executantes da manutenção, ou seja, os cargos representados por técnicos mecânicos, eletricitas e instrumentistas, no mercado moderno, tendem a serem substituídos pelo técnico mantenedor, definido pelo “profissional que não só conhece a sua função específica dentro da sua especialidade, como tem habilidades em várias áreas do conhecimento das ciências aplicadas à indústria, além de habilidades no campo interpessoal”. Por isto, o autor afirma que um excelente técnico mantenedor deve desempenhar alguns requisitos para o seu sucesso e, por conseguinte, o da sua empresa, como: educação formal técnica; conhecimento em informática; senso crítico; atitudes proativas e espírito de equipe.

Ao se tratar da função do Planejador na manutenção no mercado moderno, Viana (2002) declara ser de suma importância por ser a reunião de três cargos antes muito requisitado em um só indivíduo: o Planejador, o Programador e o Coordenador de Materiais. Dessa forma, o mesmo autor complementa que um profissional de planejamento deve possuir características variadas, pois além de reconhecer os requisitos necessários de um bom Técnico Mantenedor, também deve compreender de uma boa experiência nos trabalhos de manutenção em máquinas, isto é, o excelente profissional de PCM será aquele que possuir experiências e conhecimentos tanto da execução da manutenção, com seus processos e equipamentos envolvidos, como também de coordenação e gerenciamento de ativos e pessoas.

Logo, Viana (2002) complementa que as principais atribuições de um Planejador são:

- **Gerenciamento dos Planos de Manutenção;**

A função em questão é responsável direto pela geração das OMs pertinentes aos planos de manutenção cadastrados e pela manutenção, simulação, liberação, e criação de novos planos.

- **Coordenação e Tratamento das Inspeções;**

O planejador deve organizar toda a malha de inspeções da área de sua responsabilidade, assim tratando as possíveis anomalias detectadas e podendo cobrir todas as rotas existentes no período não superior a 60 dias.

- **Coordenação de Materiais;**

O planejador será responsável pela especificação, requisição e recebimento de qualquer material necessário para uma manutenção programada.

- **Programação de Paradas e Serviços;**

A proposta inicial de detalhamento de uma parada como também programar os serviços no tempo e no espaço de forma a otimizar ao máximo a mão de obra disponível, visando reduzir o tempo do equipamento sem liberação para Operação garantindo o cumprimento da estratégia estabelecida são tarefas designadas ao Planejador de Manutenção. Logo, o funcionário também deve identificar desvios e não conformidades, além de acompanhar a execução da programação determinada.

- **Controle dos Índices de Manutenção.**

O fechamento dos índices mensais de manutenção deve ser realizado pelo PCM, passando desta forma um retrato fiel do desempenho do Planejamento e Equipes de execução.

Portanto, é perceptível a grande responsabilidade presente na função do Planejador e a necessidade de possuir uma excelente equipe de PCM, com a qualidade demandada para atender as carências da área de execução.

Dessa maneira, apresenta-se a importância de existir o Supervisor de Manutenção na equipe de PCM que, segundo Viana (2002, p. 79), “é aquele profissional responsável pela coordenação e orientação da equipe de executantes, particularmente dos Técnicos Mantenedores”. Em vista disso, esta função possui diversas atribuições possíveis, desde o encaminhamento de quesitos técnicos, como até questões burocráticas na forma de controle de custos e horas extras de sua equipe. Assim, o autor afirma que a posição do supervisor de manutenção na hierarquia da empresa é intermediária, de modo que esta categoria garante a implementação das diretrizes gerais da diretoria do setor.

Por isto, este cargo é apresentado com dualidade devido a sua hierarquia. Viana (2002, p. 79) complementa a sentença dizendo que “para o operário, ele (supervisor) é a empresa, para a empresa ele é mais um operário”. Consequentemente, esta situação exige do Supervisor de Manutenção algumas habilidades específicas como, além das também exigidas pelos Técnicos Mantenedores e pelo Planejador, um excelente controle emocional, um pensamento sistemático, experiência e visão estratégica, controle, orientação e gerenciamento de pessoas, gestão de segurança e capacidade de motivar sua equipe.

Dessa forma, é perceptível que a função do Supervisor de Manutenção no organismo produtivo é mais complexa que as antes trabalhadas, contudo, através de uma boa liderança, a equipe de PCM será capaz de executar tais atribuições com êxito.

Assim, para facilitar a compreensão das funções do Planejamento e Controle da Manutenção voltada a administração das paradas programadas, Viana (2002) segmenta as atividades do setor em três fatores primordiais: a análise sobre a carteira de serviço sobre a demanda do setor e os materiais necessários.

### **2.3.3 Carteira de Serviço**

Ainda segundo Viana (2002), a carteira de serviços de um planejador consiste em todas as atividades de manutenção pendentes nos equipamentos de sua responsabilidade. Deste modo, as principais fontes que geram serviços para a carteira são: as OMs preventivas, que são geradas através dos planos de manutenção associados aos equipamentos; as OMs manuais, solicitações geradas para atender atividades não planejadas, como corretivas ou emergenciais; OMs concebidas a partir de solicitações de serviço da operação; e as OMs provenientes de inspeções e laudos preditivos. Dessa forma, a carteira de serviço apresenta todo o trabalho que necessita ser realizado pela manutenção em um intervalo de tempo. Assim, cada atividade pendente deve necessariamente possuir um registro e constituir uma Ordem de Serviço.

### **2.3.4 Demanda do Setor**

Em contrapartida a carteira de serviço, cada Ordem de Manutenção deve apresentar a previsão de tempo necessária para a execução do serviço completo por funcionário, o chamado Homem-Hora (HH), ou seja, na ocorrência da geração de uma ordem, o PCM deve fornecer uma estimativa da duração necessária para a resolução efetiva dos serviços (VIANA, 2002). Dessa maneira, a relação entre as atividades presentes na carteira e o tempo disponível por mão de obra para a realização determina a demanda do setor. O autor conclui que a definição destes valores é utilizada como base para o cálculo de *backlog* e principalmente para a programação semanal das equipes de manutenção.

### 2.3.5 Materiais Necessários

Da mesma forma que o planejador deve estimar as demandas ao gerar uma ordem de manutenção, Viana (2002) completa que a definição dos itens necessários para a execução dos serviços também deve ser realizada. Dessa forma, o planejador deverá acompanhar cada etapa da aquisição do material, condicionando a programação da Ordem de Manutenção ao status da compra. Logo, quando as Ordens são provenientes de planos de manutenção, a lista de materiais já está contida nas mesmas, porém na ocorrência de serviços de correção não programadas, haverá a necessidade da requisição de compra desses materiais. Em ambos os casos, é dever do planejador conduzir a situação da requisição do material.

Por consequência, Viana (2002) acrescenta que o sucesso deste acompanhamento é dependente do fluxo de informações entre os setores de PCM, de compras e almoxarifado, exigindo a existência de uma reunião periódica dos indivíduos relacionados.

### 2.3.6 Priorização das Ordens de Serviço

Como afirma Viana (2002, p. 120), a prioridade de execução das Ordens de Manutenção sempre será formada em virtude do impacto da intervenção ou do equipamento em relação ao processo, enquanto OMs de mesmo nível são priorizadas de acordo com a data de sua geração, isto é, “o PCM classificará sua carteira de serviço, de maneira tal que as primeiras ordens na lista serão nível 100, depois 200, até 900, sendo que as ordens de mesmo nível terão sua priorização definida pela antiguidade”. Entretanto, falhas nas execuções de ordens podem ocorrer em função da ausência de condições da operacionalização de uma matriz de prioridade ou até no excesso de equipamentos tagueados como críticos.

Dessa maneira, para a empresa é necessário a criação de uma maneira simples de priorização de serviço, certificando uma lógica simples e padrão para a classificação da carteira de cada planejador, visando facilitar desde a orientação no planejamento e programação quanto a compreensão de terceiros da decisão tomada (VIANA, 2002). Consequentemente, o autor apresenta que a definição de critérios para priorização de OMs cadastradas podem ser estipuladas através de três passos:

- Durante a geração, todas as Ordens de Manutenção devem receber um critério de prioridade definido através de um consenso entre o cliente e o planejador;

- Para OMs com permanência por mais de 30 dias sem solução, a ordem em questão deverá ter sua prioridade elevada imediatamente em 1 nível;
- As ordens com o mesmo nível de prioridade terão sua classificação definida pela antiguidade.

Viana (2002) ainda afirma a necessidade de analisar a programação através de reuniões semanais, com a presença de profissionais do PCM, da operação e de supervisores de manutenção com o intuito de garantir uma possível flexibilidade necessária à manutenção e, principalmente, certificar que o planejamento das atividades de manutenção seja resultado do consenso dos diversos setores do processo de produção.

### **2.3.7 Planos de Manutenção**

Viana (2002, p. 87) define os planos de manutenção como “o conjunto de informações necessárias para a orientação perfeita da atividade de manutenção preventiva”. Assim, representam o detalhamento da estratégia de manutenção adotada pela empresa. O mesmo autor acrescenta que a maneira como é descrito a ação preventiva pelo setor é determinado através da disposição no tempo e espaço, e da qualidade das suas instruções.

Diante disto, Xenos (1998) complementa a ideia anterior ao afirmar que a necessidade da realização da manutenção preventiva é a base para a elaboração do plano de manutenção. Por consequência, quanto melhor for o conhecimento da equipe de planejamento em relação as necessidades preventivas impostas pelo equipamento, maior será a eficiência do plano, isto é, um bom plano de manutenção será aquele que, além de apresentar todas as ações preventivas a serem tomadas com a finalidade de evitar as falhas e garantir o bom funcionamento do equipamento, também consiga repassar para o Técnico Mantenedor, descritivamente, cada atividade que deverá ser executada.

Em princípio, para elaborar o plano de manutenção, deve-se conhecer os padrões de manutenção exigidos pelos equipamentos em questão, que representam as ações preventivas de inspeção, reformas e trocas de componentes, além de suas respectivas frequências de execução. Logo, esses padrões devem, principalmente, conter instruções detalhadas sobre qual componente realizar a inspeção, a reforma ou a troca, o porquê e como devem ser executadas, dessa maneira será possível elaborar planos de manutenção que definem suas datas de execução (XENOS, 1998).

### 2.3.8 Indicadores de manutenção

Ao contextualizar a manutenção moderna, Xenos (1998) explica que além da função de retornar um equipamento a poder exercer sua função requerida, a manutenção possui como principal atividade evitar a degradação e ocorrência de falhas, causadas pelo seu uso e desgaste natural. Dessa forma, há a necessidade de acompanhar o desempenho do setor em direção a esses objetivos. Assim, são denominados os “Índices”, “Indicadores de Desempenho” ou “Indicadores da Manutenção”.

Logo, para o setor de manutenção, após a definição da atual situação da área, os indicadores atuam ao propor desafios para a melhoria e no acompanhamento da evolução da ação humana mantenedora, além de serem fatores presentes no que tange a rotina diária do setor, portanto devem retratar aspectos importantes no processo da empresa (VIANA, 2002). Com isso, é responsabilidade do PCM a avaliação dos indicadores utilizados na melhor forma de acompanhar o processo, de maneira que priorize o acompanhamento dos índices que sejam relevantes para a atividade em questão, pois o mesmo autor afirma que a consolidação de dados sem utilidade é gerada através de recursos e tempo desperdiçados.

Assim sendo, entre todos os indicadores de manutenção possíveis de trabalho, os mais indicados para a atividade de mineração em questão são:

- **Tempo Médio Entre Falhas – MTBF;**

O tempo médio entre as falhas – MTBF (*Mean Time Between Failures*) possui a função de analisar o comportamento do equipamento em estudo em virtude das práticas de manutenção. Assim, o crescimento do valor do indicador em um intervalo de tempo representa um sinal positivo em conjunto com a diminuições de intervenções corretivas.

Dessa forma, esse indicador é obtido através da divisão entre a soma das horas disponíveis do equipamento para a operação (HD) e pelo número de intervenções corretivas no equipamento (NC) neste mesmo intervalo de tempo.

$$MTBF = \frac{HD}{NC} \quad (1)$$



- **Tempo Médio Para Reparo – MTTR;**

O tempo médio para reparo – MTTR (*Mean Time To Repair*) apresenta a duração média necessária para a equipe de manutenção realizar as atividades de execução no equipamento em questão. Consequentemente, quanto menor o valor deste índice, menor será o tempo necessário para a equipe e maior a disponibilidade do ativo para a operação.

Logo, esse indicador é fornecido através da divisão entre a soma das horas de indisponibilidade do equipamento somente em função da manutenção (HIM) pelo número de intervenções corretivas (NC) neste mesmo intervalo de tempo.

$$MTTR = \frac{HIM}{NC} \quad (2)$$

- **Disponibilidade Física – DF;**

Assim, Viana (2002) afirma que a forma como a DF é trabalhada pode variar dependendo da atividade realizada pela empresa, contudo a disponibilidade física representa o percentual de dedicação do equipamento em questão com a área de produção em relação às horas totais do período, isto é, segundo a norma NBR 5462 *apud* Viana (2002, p. 143), a Disponibilidade Física é “a capacidade de um item de estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado”.

Desta maneira, este indicador pode ser apresentado a partir da divisão entre as horas trabalhadas (HT) e as horas totais no período (HG), adaptando o resultado para o percentual.

$$DF = \left( \frac{HT}{HG} \right) * 100\% \quad (3)$$

- **Backlog;**

Viana (2002, p. 149) define o Backlog como o “tempo que uma equipe de manutenção deve trabalhar para concluir todos os serviços pendentes, com toda a sua força de trabalho, e se

não forem adicionadas novas pendências durante a execução dos serviços até então registrados e pendentes em posse da equipe de Planejamento e Controle de Manutenção”. Logo, este indicador corresponde na relação entre a demanda de serviços previsto na carteira de um planejador e a capacidade da equipe de manutenção em atendê-los.

Dessa forma, a capacidade da equipe em executar os Backlogs é fornecida em relação ao intervalo de tempo desejado, seja em dias, meses ou anos, dependendo do interesse do setor.

$$Backlog = \frac{\sum HH \text{ em carteira}}{\sum HH \text{ instalado}} \quad (4)$$

- **Índice de Corretiva – IMC;**

Viana (2002) declara que o índice de corretiva objetiva indicar a porcentagem das horas reais de manutenção que foram dedicadas em atividades classificadas como corretivas, por consequente, o alto valor desse indicador resultará em altos valores de Backlog e um Disponibilidade Física significativamente baixa.

Assim, esse indicador é determinado através da divisão entre as horas utilizadas em função de atividades de manutenção corretiva (HMC) e as horas gastas com atividades de manutenção em geral, corretivas e preventivas (HMP), adaptando o valor para o percentual.

$$\text{Índice de Corretiva} = \frac{\sum HMC}{\sum HMC + \sum HMP} * 100\% \quad (5)$$

- **Índice de Preventiva – IP**

Viana (2002) explica o índice de preventiva como o oposto do índice de corretiva, assim sendo, o valor apresenta, em porcentagem, as horas consumidas por atividades de manutenção preventiva em relação ao tempo total utilizado do equipamento na prática da manutenção em um intervalo de tempo. Com isso, o autor complementa que o resultado imposto pelo índice

também será o oposto apresentado pelo IC, demonstrando que o aumento do valor do IP define uma série de impactos positivos a área da manutenção.

$$\text{Índice de Preventiva} = \frac{\sum HMP}{\sum HMC + \sum HMP} * 100\% \quad (6)$$

Portanto, é passível de conclusão que os indicadores apresentados anteriormente serão necessários como base de dados para elaboração da duração das atividades de preventiva e, conseqüentemente, essenciais para formação da Disponibilidade Física de cada frota, principal objetivo da proposta em questão. Desta forma, as informações adicionadas neste capítulo serviram como base teórico aplicada ao estudo, além de apresentar dados e indicadores que foram utilizados para definir as atividades preventivas a serem realizadas. Assim sendo, a partir da compreensão deste capítulo será facilitado a percepção dos objetivos almejados pelo estudo.

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo é reservado para apresentar a metodologia utilizada para consolidação e análise dos dados de manutenção referentes aos equipamentos HME de mineração. O procedimento em questão objetiva a realização de um levantamento dos dados, além de promover uma breve discussão sobre do capítulo posterior. Desta forma, é apresentado a seguir o tipo de pesquisa relacionada ao trabalho, os respectivos materiais e métodos utilizados, suas variáveis e indicadores, como também os dados coletados.

#### 3.1 Tipo de pesquisa

O tipo de pesquisa é classificado de acordo com o problema a ser analisado pelo trabalho em questão, isto é, como propor melhorias no planejamento de preventivas em equipamentos móveis para o setor de PCM de uma empresa de mineração. Desse modo. A pesquisa é classificada quanto a forma de abordagem, os objetivos e aos procedimentos técnicos.

Conforme Creswell (2007), dependendo das alegações de conhecimento, das estratégias e do método utilizado, uma técnica de pesquisa pode pender a ser mais qualitativa, quantitativa ou mista. Logo, o mesmo autor esclarece estas técnicas como (CRESWELL, 2007, p. 35):

Uma técnica qualitativa é aquela em que o investigador sempre faz alegações de conhecimento com base principalmente ou em perspectivas construtivistas (ou seja, significados múltiplos das experiências individuais, significados social e historicamente construídos, com o objetivo de desenvolver uma teoria ou um padrão) ou em perspectivas reivindicatórias/participatórias (ou seja, políticas, orientadas para a questão ou colaborativas, orientadas para a mudança) ou em ambas. Ela também usa estratégias de investigação como narrativas, fenomenologias, etnografias, estudos baseados em teoria ou estudos de teoria embasada na realidade. O pesquisador coleta dados emergentes abertos com o objetivo principal de desenvolver temas a partir dos dados.

Portanto, é possível concluir que a pesquisa em questão é qualitativa, pois visa propor a melhoria de uma ferramenta padrão a manutenção através da aplicação de dados reais apresentados pelo PCM de uma empresa de mineração.

Em vista dos objetivos previstos pelo trabalho em questão, a pesquisa pode ser definida com exploratória, pois, como afirma Gil *apud* Silva e Menezes (2005, p. 21), esta pesquisa “visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses”. Da mesma forma, o autor complementa que este objetivo “envolve

levantamento bibliográfico, análise de exemplos que estimulem a compreensão”. Assumindo, assim, as formas de Pesquisa Bibliográfica e Estudo de Casos.

Em relação aos procedimentos técnicos, o estudo é classificado como pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Desse modo, a pesquisa bibliográfica é definida por Gil (2002, p. 44) como:

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas.

Logo, o estudo de caso também é uma estratégia associada à técnica qualitativa, em que Stake *apud* Creswell (2007, p. 32) define que:

O pesquisador explora em profundidade um programa, um fato, uma atividade, um processo ou uma ou mais pessoas. Os casos são agrupados por tempo e atividade, e os pesquisadores coletam informações detalhadas usando uma variedade de procedimentos de coleta de dados durante um período de tempo prolongado.

Assim, pode-se classificar a pesquisa em questão como pesquisa bibliográfica e estudo de caso, pois são utilizadas de estudos teóricos aplicados ao setor de Planejamento e Controle da Manutenção, como também um estudo de caso executado sobre o planejamento de manutenções preventivas com o intuito da obtenção de um resultado. Portanto, em relação ao tipo de pesquisa realizada, pode-se definir as metodologias aplicadas como Pesquisas Qualitativa, Exploratória, Bibliográfica e Estudo de Caso.

### **3.2 Materiais e Métodos**

O fluxograma (Figura 2) apresenta as etapas necessárias para a análise e desenvolvimento de projeções mais eficazes de manutenções preventivas e inspeções em equipamentos HME de uma empresa de mineração.

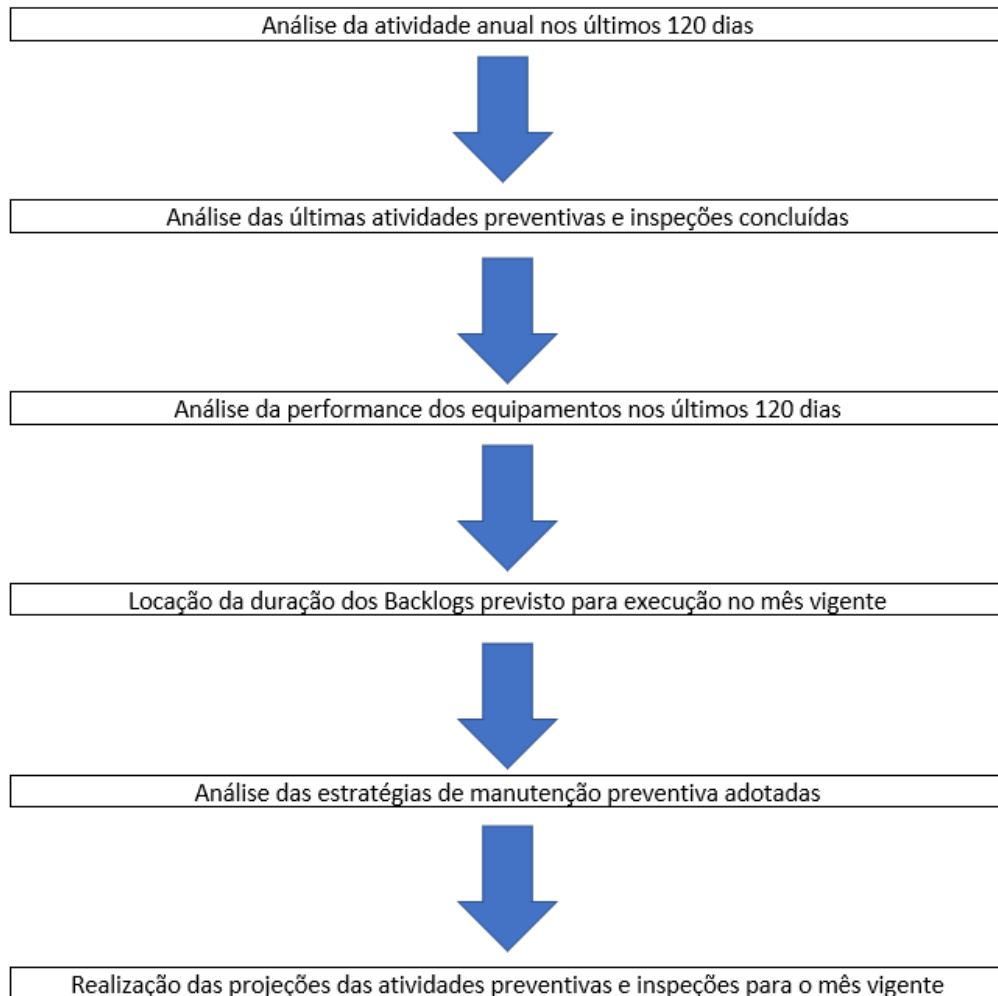


Figura 2: Fluxograma das etapas do processo  
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Conforme apresentado na figura 2, o primeiro passo para a resolução da problemática apresentada é a análise das atividades anuais dos equipamentos examinados, isto é, a avaliação das horas reais utilizadas em atividade dos ativos pela operação, com o intuito de planejar as horas trabalhadas prevista até a próxima intervenção mecânica. Dessa forma, a etapa posterior consiste na caracterização das últimas atividades de manutenção realizadas por cada equipamento, sendo suas OM's classificadas como concluídas ou como liberadas para execução, logo permitindo conhecer a atividade posterior necessária a ser executada.

Em seguida há a necessidade de averiguar a performance dos equipamentos em questão, através dos indicadores de desempenho como *MTBF* e *MTTR*, em um intervalo de tempo pré-estabelecido (120 dias), pois com a avaliação desses índices é possível projetar a duração das

manutenções e, conseqüentemente, determinar a real Disponibilidade Física da frota. Assim, a locação do tempo de *Backlog* também será responsável pela determinação do tempo de indisponibilidade e ocasionando diminuição do valor de DF apresentada para o mês.

Dessa maneira, após definir todos os dados necessários para realizar a projeção, será importante que o indivíduo conheça as estratégias de manutenção adotadas e suas respectivas frequências de ocorrência. Portanto, com os dados extraídos anteriormente, será possível a realização de uma projeção mais eficaz e verdadeira em relação a real situação dos maquinários e da exigência do setor de operação, permitindo que o PCM possa controlar de maneira competente desde o planejamento como a duração de suas atividades e com isso fornecer ao seu cliente a Disponibilidade Física dos equipamentos no mês com maior precisão.

### **3.3 Variáveis e Indicadores**

O item em questão possui o objetivo de determinar as variáveis e os indicadores diretamente relacionados ao estudo em questão. Assim, Gil (2002, p. 32) define as variáveis como “tudo aquilo que pode assumir diferentes valores ou diferentes aspectos, segundo os casos particulares ou as circunstâncias”. Dessa forma, o autor ainda afirma que este termo possui o objetivo de proporcionar maior precisão aos enunciados científicos, sejam eles hipóteses, teorias, leis, princípios ou generalizações.

Em contrapartida, os indicadores, de acordo com Takashina e Flores (2005), são formas de representação quantificáveis das características de produtos e processos. Desta forma, são utilizados para controlar e melhorar o desempenho e a qualidade dos produtos e processos da organização. Assim, a tabela 1 relaciona a variável do estudo e seus respectivos indicadores.

Tabela 1 - Variáveis e Indicadores

Variáveis	Indicadores
<b>Planejamento e Controle da Manutenção</b>	Indicadores de Manutenção (MTBF, MTTR, DF) Controle de MP e inspeções Planos de manutenção Ordens de Manutenção (OM) Mão de obra humana (HH) Homens da manutenção Materiais

Fonte: Pesquisa direta (2021)

### 3.4 Instrumentos de Coleta de dados

Os dados necessários para o cumprimento do trabalho em questão foram baseados em informações reais de uma empresa de mineração e exportados de um sistema ERP (*Enterprise Resources Planning*), que consiste em aplicativos de *software* responsáveis pelo controle de gestão e desempenho de planejamento dos recursos de uma organização. No caso em questão, o sistema encarregado pelo armazenamento das informações de Horas Trabalhadas, *Backlog*, indicadores de desempenho e as estratégias e planos de manutenção foi o sistema SAP ou *Systemanalysis Programmentwicklung*.

Dessa forma, os dados apresentados pelo sistema SAP possuem a capacidade de serem exportados em formato de tabela e convertidos para o formato utilizado pelo *software Microsoft Excel*, ferramenta que será responsável pelos cálculos e resultados apresentados pelo trabalho em questão.

Logo, as figuras 3 e 4 demonstram, respectivamente, a consulta apresentada pelo módulo de manutenção do sistema SAP responsável pela exportação das últimas atividades de manutenção preventiva e inspeções realizadas pelo setor e a tabela de dados resultantes da consulta anterior no formato *Microsoft Excel*:



Modificar ordens e operações: seleção de ordens e operações

Pesq.endereço    Recept.apropr.custos    Meio auxiliar de produção    Campos cliente

status da ordem

aberto     em process     encerrado     com histor    Esquema seleção

**Cabeçalho da ordem**

DdsGerais/Administrativos	Localização/CIC	Operação	Datas	Outros
Ordem	até			
Tipo de ordem	até			
Local de instalação	até			
Equipamento	até			
Conjunto	até			
Material	até			
Nº de série	até			
Dds.adics.dispos.	até			
Nota	até			
Centro trab.respons.	até			
Cntr.cntr.trab.	até			
Período			16.08.2021	até
Função pa				
<input type="checkbox"/> Lista obj.incluída				

Figura 3: Layout do módulo de consulta as OM's realizadas apresentado pelo sistema SAP.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2021).

B	C	E	H	I	J
▼ Texto breve	▼ TxtDesc.Oper.	▼ Status sistema	▼ Inicio prc	▼ Status usuário	▼ Tipo
D320-JE014	MP LUBRIFICAÇÃO JUMBO DD320 JE014	LUBRIFICAÇÃO SANDVIK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	01/06/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP LUBRIFICAÇÃO JUMBO DD320 JE014	LUBRIFICAÇÃO SANDVIK DD320	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQ.SCDM	07/06/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP LUBRIFICAÇÃO JUMBO DD320 JE014	LUBRIFICAÇÃO SANDVIK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	15/06/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 7d JUMBO SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	07/06/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 14d JUMBO SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	14/06/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 7d JUMBO SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	21/06/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP LUBRIFICAÇÃO JUMBO DD320 JE014	LUBRIFICAÇÃO SANDVIK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	22/06/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 42d LUBRIFICAÇÃO SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	28/06/2021	SCHD 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 42d BORRACHARIA SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	28/06/2021	SCHD 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 42d ELETRICA SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	28/06/2021	SCHD 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 42d MECÂNICA SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	28/06/2021	SCHD 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 42d LIMPEZA GERAL SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	28/06/2021	SCHD 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 42d PERFORATRIZ BR02 DD320	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	28/06/2021	SCHD 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 42d PERFORATRIZ BR01 DD320	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	28/06/2021	SCHD 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP INSPEÇÃO DE ENTRADA JUMBO	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	28/06/2021	SCHD 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP INSPEÇÃO DE SAÍDA JUMBO	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	28/06/2021	SCHD 1E01
D320-JE014	MP LUBRIFICAÇÃO JUMBO DD320 JE014	LUBRIFICAÇÃO SANDVIK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	28/06/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 7d JUMBO SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	05/07/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP LUBRIFICAÇÃO JUMBO DD320 JE014	LUBRIFICAÇÃO SANDVIK DD320	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQ.SCDM	06/07/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP CRIT SEG - SIST.COMB INCÊNDIO - JE014	MP CRIT SEG - SIST. COMB. INCÊNDIO	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	31/07/2021	SCHD PEXE SCRI 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 14d JUMBO SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	12/07/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP LUBRIFICAÇÃO JUMBO DD320 JE014	LUBRIFICAÇÃO SANDVIK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	13/07/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 7d JUMBO SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	19/07/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP LUBRIFICAÇÃO JUMBO DD320 JE014	LUBRIFICAÇÃO SANDVIK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ.SCDM	20/07/2021	SCHD PEXE 1E01
D320-JE014	MP CICLOS FIXOS JUMBO SDV AXERA - JE014	MP 14d JUMBO SANDVICK DD320	ENTE CONF IMPR CAPC MOME MatC NOLQ	26/07/2021	SCHD PEXE 1E01

Figura 4: Tabela de dados no Microsoft Excel resultante da exportação do sistema SAP.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2021).

### 3.5 Tabulação de dados

Conforme apresentado no item 3.4, a consulta no banco de dados do sistema SAP da empresa em questão permite a exportação das informações em formato de *Microsoft Excel* e,

através desta tabela de dados resultante, a utilização de fórmulas e a formação de um *Dashboard* para a apresentação das informações determinadas.

**MANUTENÇÃO HME - PLANEJAMENTO INTEGRADO - CRO QUADRIMESTRAL - FROTA JUMBOS**

**Dados com Jumbo em Manutenção na Oficina (Saneamento >=14h; Desenvolvimento >=125h)**

HC >	168	168	168	168	168	168	168	168	720	744	744		* Fator pondera a produtividade média do ef
Semana	S2136	S2137	S2138	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143					Fator de Prod MO Execução
Seg	06/09/2021	13/09/2021	20/09/2021	27/09/2021	04/10/2021	11/10/2021	18/10/2021	25/10/2021	720	744	744		0,70
Dom	12/09/2021	19/09/2021	26/09/2021	03/10/2021	10/10/2021	17/10/2021	24/10/2021	31/10/2021	30	31	31		Fator de Tempo BL (M+3)
				1,00	2,00	3,00	4,00	5,00					0,75

\* Fator calcula Duração BL com base na Dur:

Plano SAP	Eqto	Item/Semana	S2136	S2137	S2138	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143	nov-21	dez-21	jan-22	Mês_ Ref
10040419	JE033	Data MP												
		Ciclo MP Perfur												
10040440		Ciclo MP Carreta												
		Horas MP												Horas MP
		Horas BL												Horas BL
		Horas MC	14,82	14,82	14,82	14,82	14,82	14,82	14,82	14,82	63,50	65,62	65,62	Horas MC
		Dias MP+BL												Dias MP+BL
		DF	91%	91%	91%	91%	91%	91%	91%	91%	91%	91%	91%	DF

Figura 5: Dashboard final da projeção das manutenções preventivas.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2021).

### 3.6 Considerações Finais

Desta forma, o capítulo em questão foi responsável pela abordagem dos tipos de pesquisa utilizados para a execução do estudo, assim como as ferramentas de análise, métodos e objetivos necessários para a realização do projeto. Assim sendo, o capítulo posterior abrange o estudo de caso, no qual todos os conteúdos apresentados nas Referências Bibliográficas são utilizados para a aplicação prática e obtenção dos resultados.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Características da Empresa/Setor**

Para a realização do projeto, em primeira instância, foi necessário determinar em quais circunstâncias os equipamentos e, conseqüentemente, as atividades de manutenção preventiva são encontradas. Desta forma, pode-se estabelecer que a proposta de melhoria foi desenvolvida para o setor de Planejamento e Controle de Manutenção de uma empresa de mineração, cuja principal atividade econômica encontra-se na mineração de ouro através da aplicação de minas subterrâneas e a céu aberto (*Open pit*).

Logo, para a melhor elaboração das estratégias de manutenção utilizadas pelo setor, é importante o conhecimento dos processos de mineração aplicados pela operação e os equipamentos envolvidos na atividade. Assim, a empresa divide o processo de mineração subterrânea em: sondagem da área a ser explorada, explosão, aplicação de contenção de choco, perfuração da mina, carregamento e transporte do minério perfurado.

Dessa maneira, em função das atividades de mineração da empresa, o setor de manutenção adotou para os equipamentos *Heavy Mobile Equipments* (HME) as estratégias de preventivas por Horas Trabalhadas (HT), de modo que as práticas de manutenção ocorram segundo a utilização dos ativos e, conseqüentemente, ao plano de perfuração da Operação. Portanto, a área de Planejamento e Controle da Manutenção se torna necessária a mineração ao ser responsável pela duração e controle das atividades de manutenção, sejam pela preparação da execução da tarefa, através de materiais e mão de obra qualificada, pelo controle dos custos do setor de manutenção ou, principalmente, pela gerência da Disponibilidade Física (DF) dos equipamentos para uso da Operação, de maneira que gere o menor impacto possível no Plano Mestre de Produção (PMP) e a execução da perfuração.

### **4.2 Diagnostico das atividades realizadas do setor em função dos indicadores**

#### **4.2.1 Análise da atividade anual dos equipamentos**

Devido a adoção de uma estratégia de manutenção preventiva em função das HT's pela empresa para os equipamentos HME, a definição correta da atividade anual de cada equipamento individualmente torna-se uma etapa crucial para as projeções das preventivas, pois este dado será utilizado pelo sistema para liberar as OM's para execução na data programada.

Logo, a atividade anual consiste nas horas totais de utilização de cada ativo prevista no intervalo de um ano de operação.

Desta forma, esta informação pode ser definida através do histórico de uso do equipamento, determinando o aumento ou diminuição do valor em relação as marcações diárias apresentadas no sistema SAP. Por consequência, esses dados são tratados através do *Microsoft Excel* em uma tabela dinâmica, permitindo análise do histórico mês a mês.

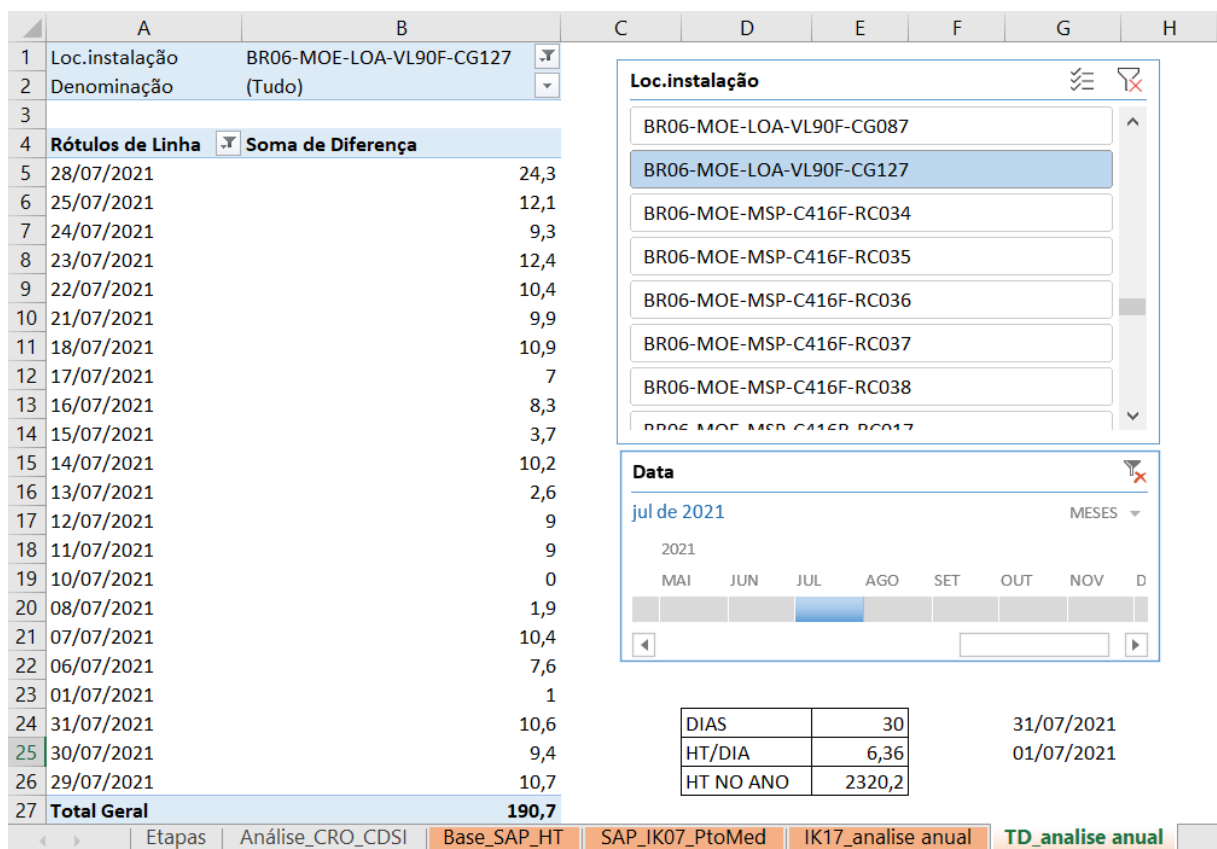


Figura 6: Tabela dinâmica criada no programa Microsoft Excel com o histórico de HT da frota.  
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

A figura 6 apresenta uma tabela dinâmica realizada no programa *Excel* através do histórico de HT por dia exportado do sistema SAP com o intuito de facilitar a análise dos valores periodicamente. Através da diferença da Hora Trabalhada registrada entre os dias, é possível analisar o valor médio relatado no intervalo de um mês e aproximar do desempenho real dos equipamentos.

Por consequência, a tabela dinâmica criada no *Excel* permite com que o usuário possa analisar a atividade anual de cada equipamento individualmente, em que no trabalho foram

aplicados para setenta ativos. Contudo, para propiciar melhor compreensão do projeto, os exemplos serão desenvolvidos somente na frota de Fandril devido a maior frequência das atividades preventivas. Apesar disso, a maneira em que será realizada a análise para esta frota é semelhante para as restantes, alterando praticamente a frequência das atividades, e podendo ser replicada para os maquinários remanescentes.

Portanto, as figuras 07 a 16 exemplificam a realização da análise da atividade anual dos 5 equipamentos, tagueados como “SB002”, “SB021”, “SB026”, “SB027” e “SB034”. Para isso, são demonstradas as bases de dados de cada ativo exportadas e os valores totais de HT em um intervalo de maio a agosto do ano de 2021.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Loc. instalação	Doc. mediçã	Ponto mediçã	Data	ValMed/PosTCont	Posição con	Diferenç	Criado p	Denominação
6	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112498607	1003962	27/08/2021	13.402,20	13.402,20	12,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
161	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112481659	1003962	24/08/2021	13.390,20	13.390,20	5,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
215	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112474418	1003962	23/08/2021	13.385,20	13.385,20	2,20	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
267	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112473082	1003962	22/08/2021	13.383,00	13.383,00	9,50	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
325	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112473043	1003962	21/08/2021	13.373,50	13.373,50	5,60	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
388	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112473037	1003962	20/08/2021	13.367,90	13.367,90	6,80	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
455	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112472666	1003962	19/08/2021	13.361,10	13.361,10	11,40	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
617	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112464617	1003962	16/08/2021	13.349,70	13.349,70	4,70	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
670	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112464594	1003962	15/08/2021	13.345,00	13.345,00	8,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
721	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112463959	1003962	14/08/2021	13.337,00	13.337,00	9,50	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
903	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112449094	1003962	11/08/2021	13.327,50	13.327,50	1,10	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
957	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112449066	1003962	10/08/2021	13.326,40	13.326,40	15,90	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1072	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112444458	1003962	08/08/2021	13.310,50	13.310,50	2,50	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1144	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112443884	1003962	07/08/2021	13.308,00	13.308,00	4,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1209	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112432697	1003962	06/08/2021	13.304,00	13.304,00	3,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1270	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112429934	1003962	05/08/2021	13.301,00	13.301,00	9,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1389	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112426004	1003962	03/08/2021	13.292,00	13.292,00	7,80	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1443	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112421491	1003962	02/08/2021	13.284,20	13.284,20	6,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1509	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112421093	1003962	01/08/2021	13.278,20	13.278,20	7,20	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1581	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112419837	1003962	31/07/2021	13.271,00	13.271,00	2,80	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1645	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112404544	1003962	30/07/2021	13.268,20	13.268,20	1,60	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1703	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112402937	1003962	29/07/2021	13.266,60	13.266,60	0,50	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1821	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112394867	1003962	27/07/2021	13.266,10	13.266,10	3,90	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1916	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112394353	1003962	25/07/2021	13.262,20	13.262,20	6,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1979	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112393550	1003962	24/07/2021	13.256,20	13.256,20	9,20	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2042	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342	112393203	1003962	23/07/2021	13.247,00	13.247,00	1,80	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO

Figura 7: Valores diários exportados de horímetro do "SB002" no intervalo de tempo determinado.  
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Loc. instalação	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342						
2	Denominação	(Tudo)						
3								
4	Rótulos de Linha	Soma de Diferença						
5	27/05/2021		6,9					
6	26/05/2021		5,3					
7	24/05/2021		5					
8	23/05/2021		1,7					
9	22/05/2021		8,4					
10	21/05/2021		3,9					
11	20/05/2021		9,8					
12	19/05/2021		7					
13	18/05/2021		10,4					
14	17/05/2021		2,8					
15	16/05/2021		2					
16	15/05/2021		6,8					
17	13/05/2021		3					
18	12/05/2021		7,3					
19	11/05/2021		7					
20	10/05/2021		2					
21	09/05/2021		7,9					
22	08/05/2021		14,7					
23	07/05/2021		5,3					
24	06/05/2021		5,9					
25	05/05/2021		6					
26	04/05/2021		5,2					
27	03/05/2021		1,1					

**Loc. instalação**

BR06-MOE-DRL-5300C-PH006-C6342

BR06-MOE-DRL-5300C-PH008

BR06-MOE-DRL-5300C-PH008-C6342

BR06-MOE-DRL-A282S-JE002

BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002

**BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002-C6342**

BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002

**Data**

mai - ago de 2021

2021

ABR MAI JUN JUL AGO SET OUT NOV

DIAS	118	27/08/2021
HT/DIA	4,03	01/05/2021
HT NO ANO	1469,9	

Figura 8: Tabela dinâmica referente a HT do "SB002" no intervalo de tempo determinado.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2021).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Loc. instalação	Doc. mediçã	Ponto mediçã	Data	ValMed/PostCont	Posição con	Diferenç	Criado pc	Denominação
624	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112464619	1003966	16/08/2021	9.642,19	2.414,00	3,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
735	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112463961	1003966	14/08/2021	9.639,19	2.411,00	5,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
799	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112463043	1003966	13/08/2021	9.634,19	2.406,00	11,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
968	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112449068	1003966	10/08/2021	9.623,19	2.395,00	2,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1024	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112444492	1003966	09/08/2021	9.621,19	2.393,00	2,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1093	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112444460	1003966	08/08/2021	9.619,19	2.391,00	4,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1162	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112443886	1003966	07/08/2021	9.615,19	2.387,00	1,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1227	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112432699	1003966	06/08/2021	9.614,19	2.386,00	6,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1286	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112429936	1003966	05/08/2021	9.608,19	2.380,00	10,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1398	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112426006	1003966	03/08/2021	9.598,19	2.370,00	3,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1458	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112421493	1003966	02/08/2021	9.595,19	2.367,00	5,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1529	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112421095	1003966	01/08/2021	9.590,19	2.362,00	11,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1597	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112419839	1003966	31/07/2021	9.579,19	2.351,00	4,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
1661	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112404546	1003966	30/07/2021	9.575,19	2.347,00	3,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2161	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112376637	1003966	21/07/2021	9.572,19	2.344,00	10,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2221	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112375233	1003966	20/07/2021	9.562,19	2.334,00	15,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2335	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112372485	1003966	18/07/2021	9.547,19	2.319,00	10,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2586	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112353660	1003966	14/07/2021	9.537,19	2.309,00	7,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2639	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112352775	1003966	13/07/2021	9.530,19	2.302,00	4,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2696	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112352427	1003966	12/07/2021	9.526,19	2.298,00	3,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2765	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112352092	1003966	11/07/2021	9.523,19	2.295,00	11,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2827	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112351746	1003966	10/07/2021	9.512,19	2.284,00	6,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2893	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112342996	1003966	09/07/2021	9.506,19	2.278,00	6,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
2954	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112341442	1003966	08/07/2021	9.500,19	2.272,00	1,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
3023	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112325242	1003966	07/07/2021	9.499,19	2.271,00	2,00	30041069	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO
3084	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021-C6342	112323137	1003966	06/07/2021	9.497,19	2.269,00	2,00	30036052	HORÍMETRO DE PERFURAÇÃO

Figura 9: Valores diários exportados de horímetro do "SB021" no intervalo de tempo determinado.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2021).

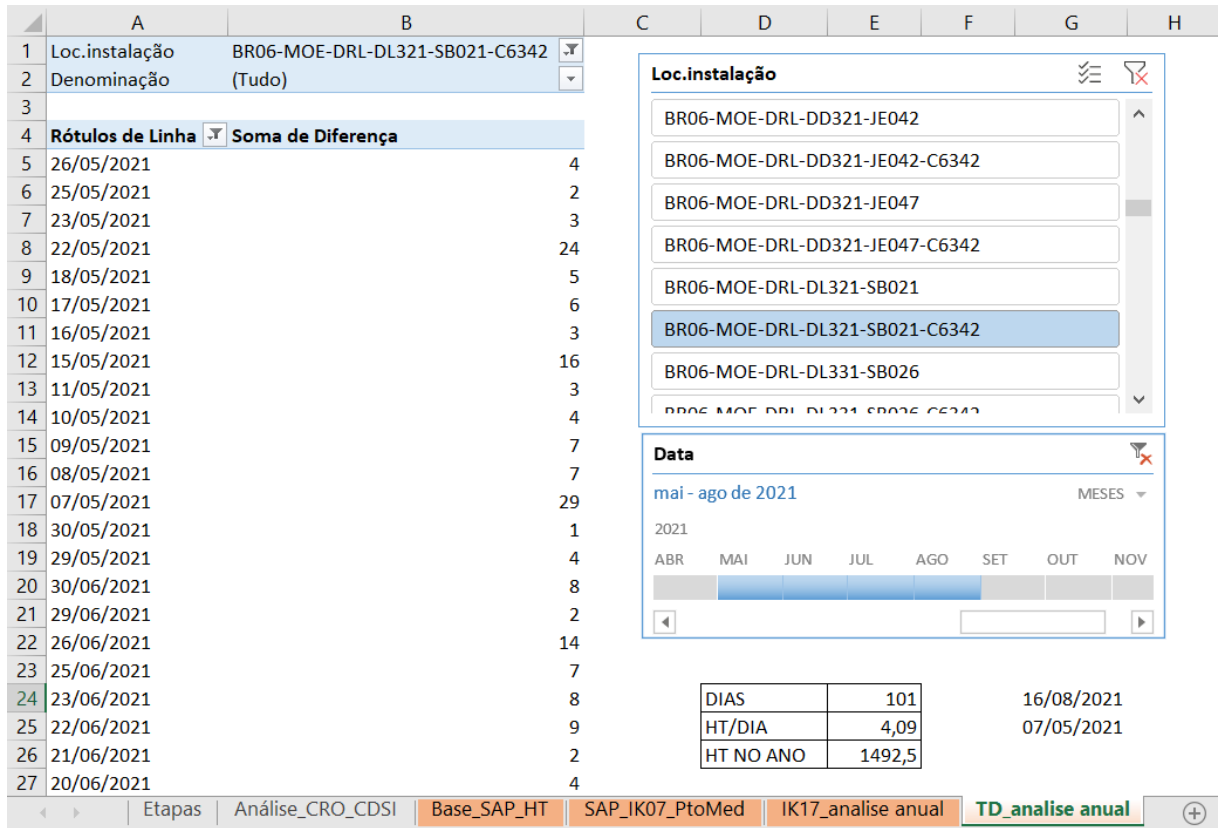


Figura 10: Tabela dinâmica referente a HT do "SB021" no intervalo de tempo determinado.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2021).

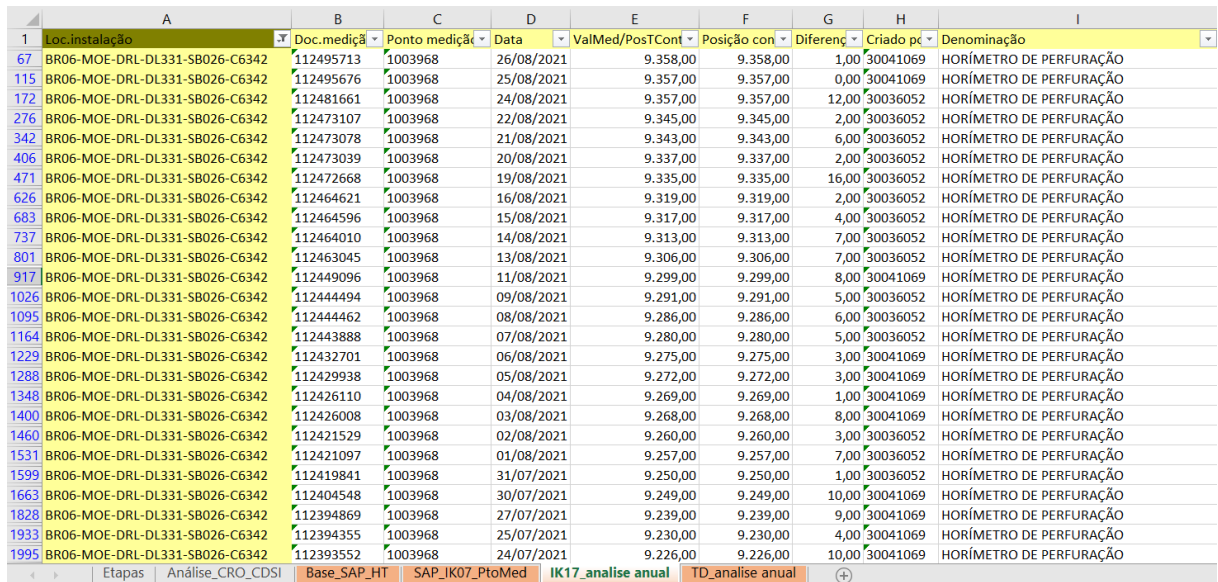


Figura 11: Valores diários exportados de horímetro do "SB026" no intervalo de tempo determinado.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2021).

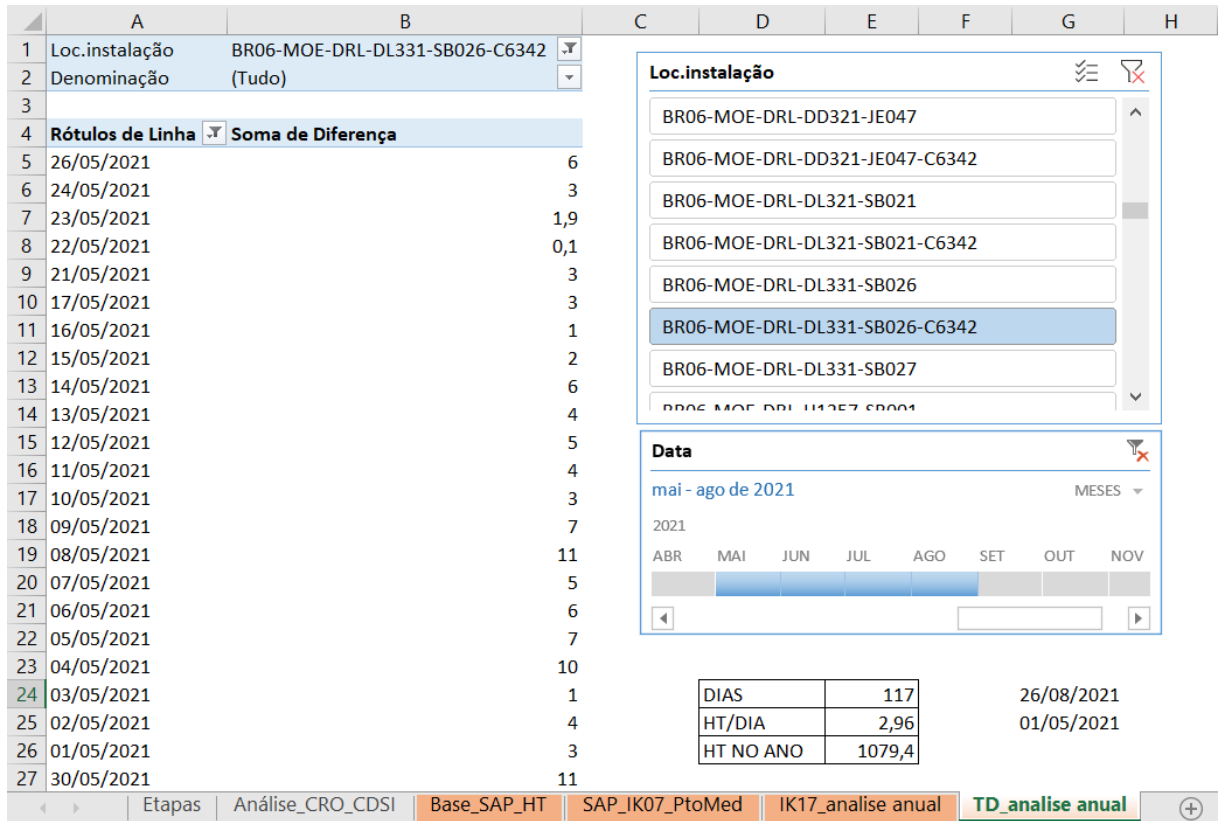


Figura 12: Tabela dinâmica referente a HT do "SB026" no intervalo de tempo determinado.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2021).

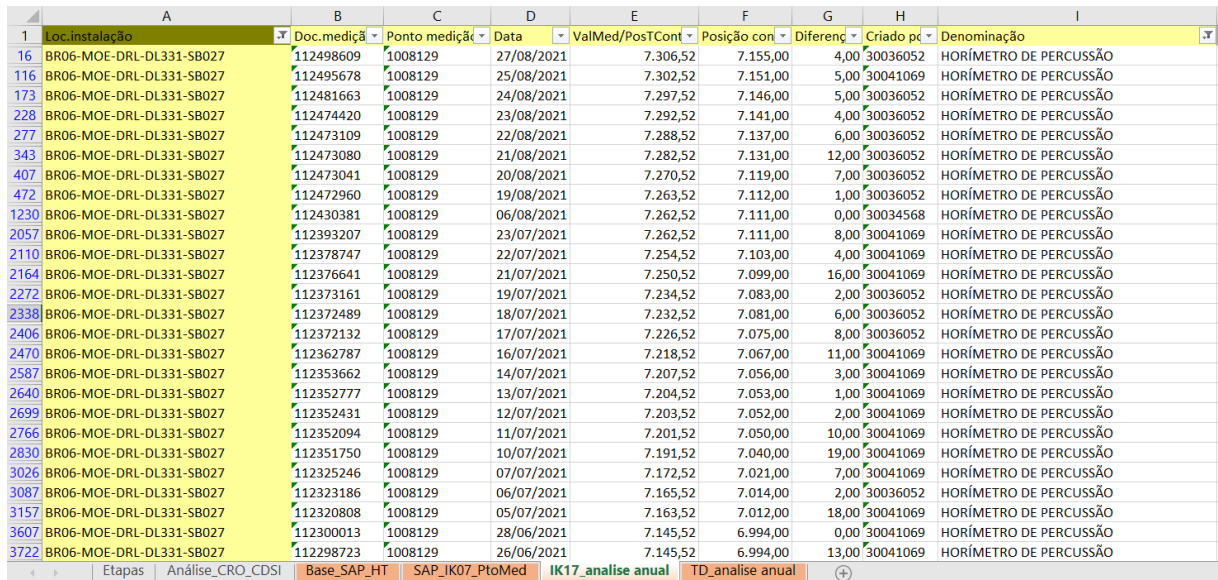


Figura 13: Valores diários exportados de horímetro do "SB027" no intervalo de tempo determinado.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2021).



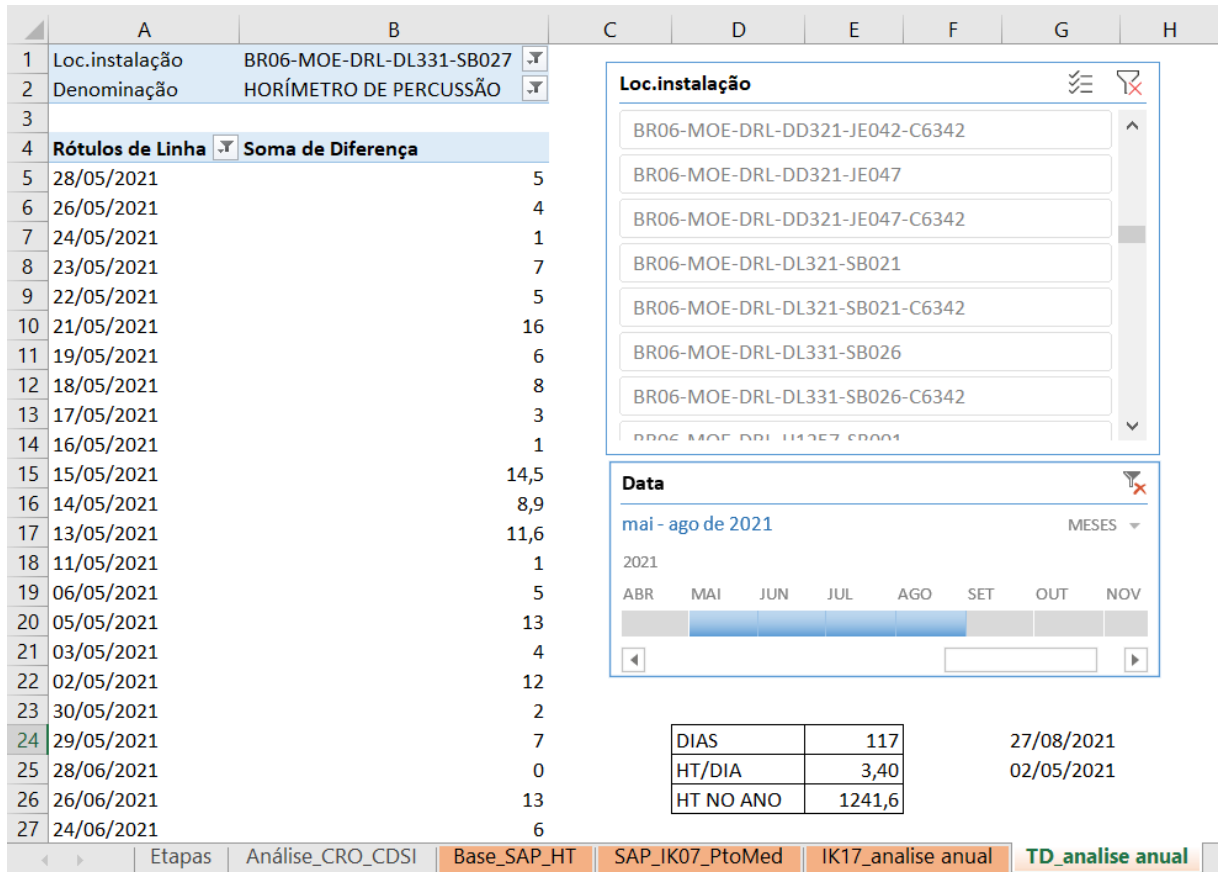


Figura 14: Tabela dinâmica referente a HT do "SB027" no intervalo de tempo determinado. Fonte: Pesquisa Direta (2021).

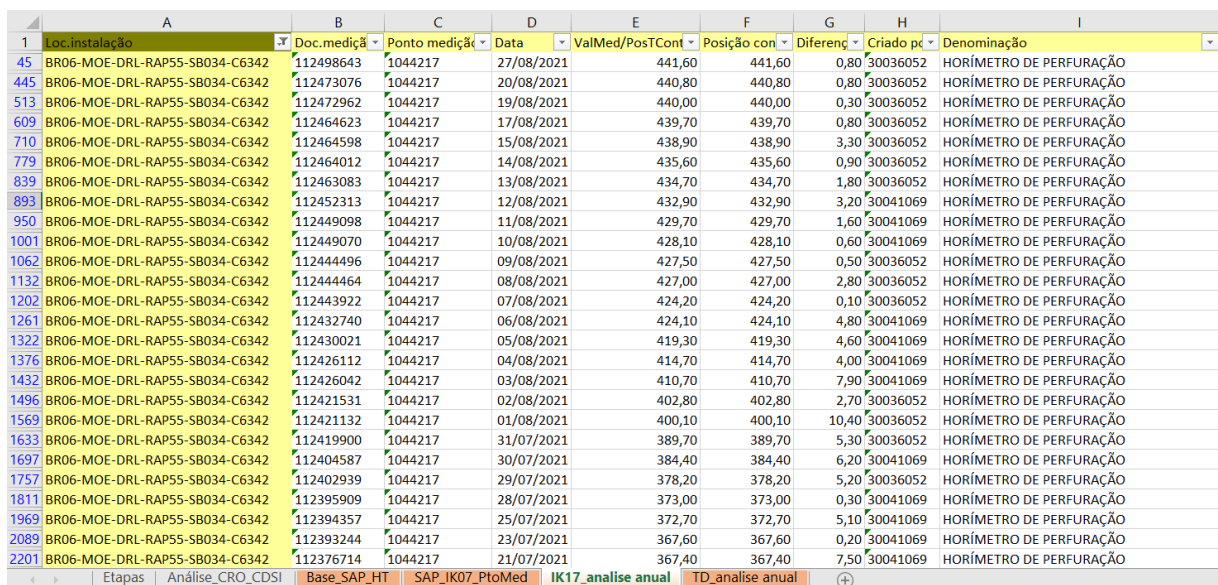


Figura 15: Valores diários exportados de horímetro do "SB034" no intervalo de tempo determinado. Fonte: Pesquisa Direta (2021).

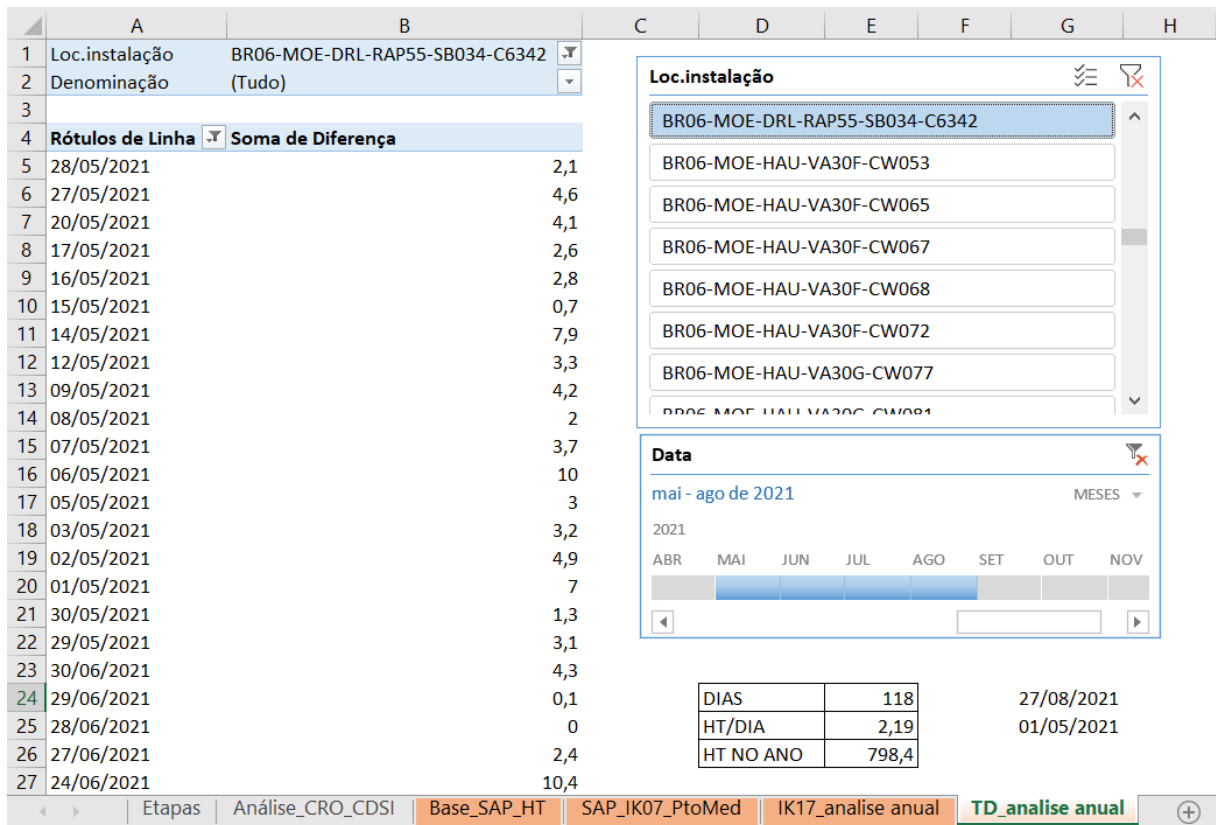


Figura 16: Tabela dinâmica referente a HT do "SB034" no intervalo de tempo determinado.  
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

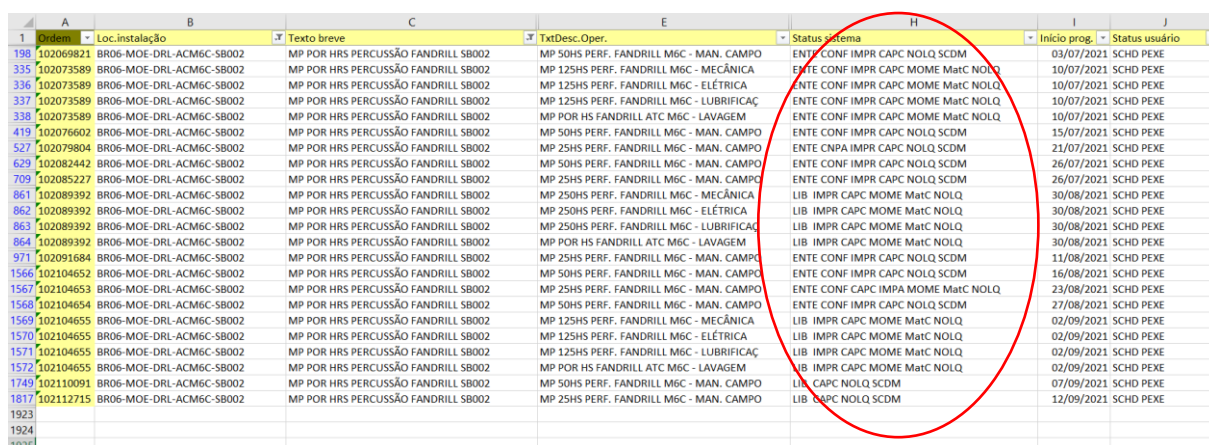
Após a determinação destes valores para cada equipamento individualmente, são realizadas as atualizações das informações no sistema SAP, com o objetivo de o próprio sistema reconhecer e poder programar os planos de manutenção e, conseqüentemente, a solicitação das OM's. Por isto, para que ocorra corretamente as projeções das atividades preventivas, além da definição adequada da HT, será importante estabelecer as últimas manutenções realizadas.

#### 4.2.2 Análise das últimas atividades preventivas e inspeções concluídas

Para concluir as projeções das atividades preventivas corretamente, além da determinação dos valores de HT anual, há a necessidade da confirmação das manutenções anteriores, pois assim será possível analisar caso a estratégia de manutenção pré-estabelecida está sendo seguida e poderá continuar sendo aplicada corretamente. Logo, esta verificação é necessária não somente para prever qual será as próximas funções a serem executadas, como também para permitir com que as atividades de inspeção sejam efetuadas no intervalo adequado

e, conseqüentemente, não haja o acréscimo de trabalho não planejado à duração das paradas preventivas, ou seja, a presença de tarefas de corretivas programadas.

Desta forma, com o intuito de estabelecer as últimas manutenções preventivas concluídas de cada ativo individual e, assim sendo, determinar qual a atividade posterior a ser executar, foi utilizado uma transação do próprio sistema SAP para exportar as informações das Ordens de Manutenção anteriores, através de uma planilha no *Excel*.



1	A	B	C	E	H	I	J
1	Ordem	Loc. instalação	Texto breve	TxtDesc. Oper.	Status sistema	Início prog.	Status usuário
198	102069821	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 50HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM	03/07/2021	SCHD PEKE
335	102073589	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 125HS PERF. FANDRILL M6C - MECÂNICA	ENTE CONF IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	10/07/2021	SCHD PEKE
336	102073589	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 125HS PERF. FANDRILL M6C - ELÉTRICA	ENTE CONF IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	10/07/2021	SCHD PEKE
337	102073589	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 125HS PERF. FANDRILL M6C - LUBRIFICAÇ	ENTE CONF IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	10/07/2021	SCHD PEKE
338	102073589	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP POR HS FANDRILL ATC M6C - LAVAGEM	ENTE CONF IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	10/07/2021	SCHD PEKE
419	102076602	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 50HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM	15/07/2021	SCHD PEKE
527	102079804	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 25HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	ENTE CNPA IMPR CAPC NOLQ SCDM	21/07/2021	SCHD PEKE
629	102082442	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 50HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM	26/07/2021	SCHD PEKE
709	102085227	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 25HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM	26/07/2021	SCHD PEKE
861	102089392	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 250HS PERF. FANDRILL M6C - MECÂNICA	LIB IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	30/08/2021	SCHD PEKE
862	102089392	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 250HS PERF. FANDRILL M6C - ELÉTRICA	LIB IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	30/08/2021	SCHD PEKE
863	102089392	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 250HS PERF. FANDRILL M6C - LUBRIFICAÇ	LIB IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	30/08/2021	SCHD PEKE
864	102089392	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP POR HS FANDRILL ATC M6C - LAVAGEM	LIB IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	30/08/2021	SCHD PEKE
971	102091684	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 25HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM	11/08/2021	SCHD PEKE
1566	102104652	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 50HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM	16/08/2021	SCHD PEKE
1567	102104653	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 25HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	ENTE CONF CAPC IMPA MOME Matc NOLQ	23/08/2021	SCHD PEKE
1568	102104654	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 50HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCDM	27/08/2021	SCHD PEKE
1569	102104655	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 125HS PERF. FANDRILL M6C - MECÂNICA	LIB IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	02/09/2021	SCHD PEKE
1570	102104655	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 125HS PERF. FANDRILL M6C - ELÉTRICA	LIB IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	02/09/2021	SCHD PEKE
1571	102104655	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 125HS PERF. FANDRILL M6C - LUBRIFICAÇ	LIB IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	02/09/2021	SCHD PEKE
1572	102104655	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP POR HS FANDRILL ATC M6C - LAVAGEM	LIB IMPR CAPC MOME Matc NOLQ	02/09/2021	SCHD PEKE
1749	102110091	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 50HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	LIB CAPC NOLQ SCDM	07/09/2021	SCHD PEKE
1817	102112715	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	MP POR HRS PERCUSSÃO FANDRILL SB002	MP 25HS PERF. FANDRILL M6C - MAN. CAMPO	LIB CAPC NOLQ SCDM	12/09/2021	SCHD PEKE
1923							
1924							
1925							

Figura 17: Base de dados referente as OM's do "SB002" no intervalo entre Julho e Setembro de 2021. Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Assim, a figura 17 demonstra a base de dados exportada do sistema SAP entre os meses de Julho e Setembro de 2021 referente as Ordens de Manutenção ligadas ao "SB002". Através dessa planilha é possível definir os status de cada OM's, sendo elas "ENTE" e "LIB" para as ordens concluídas e liberadas para execução respectivamente, as datas programadas para a realização e qual a estratégia de manutenção adotada para o equipamento em cada ordem.

Por conseguinte, para o exemplo acima foi adotado a estratégia de manutenção preventiva a cada 125 horas de utilização do equipamento e de inspeção a cada 25 horas. Portanto, em função do status "ENTE" apresentado pode-se definir que a última manutenção preventiva realizada pelo setor no "SB002" foi referente a 125 horas de utilização no dia 10/07/2021, sendo a próxima marcada para o dia 30/08/2021, relativo a 250 horas de utilização e determinada pelo status "LIB". Esta projeção de preventiva foi realizada pelo sistema SAP através da HT incluída após a análise do tópico anterior.

Portanto, com as informações obtidas anteriormente é possível determinar quais as atividades de preventiva e inspeção a serem executadas para o mês seguinte, permitindo aos

planejadores e programadores de manutenção administrar com mais exatidão a liberação da mão de obra e dos materiais para o cumprimento das tarefas nas datas adequadas. Contudo, definir quais as próximas manutenções a serem realizadas é desejo de conhecimento para o setor de execução da Manutenção, enquanto a área de Operação, principal cliente do PCM, necessita conhecer o tempo de disponibilidade dos equipamentos para utilização. Assim sendo, o Planejamento e Controle da Manutenção também deve apresentar, através da análise das performances dos equipamentos, a duração esperada por intervenção realizada em cada ativo.

#### 4.2.3 Análise das performances dos equipamentos nos últimos 120 dias

Com o objetivo de definir à Operação quanto tempo o equipamento estará disponível para utilização no mês, ou seja, determinar a Disponibilidade Física (DF) do ativo, o PCM tem como função estabelecer a duração necessária para a execução completa das atividades preventivas estabelecidas pela estratégia de manutenção. Desta forma, a análise da performance de cada ativo é apresentada através do estudo dos indicadores de manutenção em um determinado intervalo de tempo, sendo os mais relevantes para o momento: o *Mean Time Between Failure* (MTBF), o *Mean Time to Repair* (MTTR), a Utilização (UT) e o Índice de Manutenção Corretiva (IMC).

Assim sendo, a marcação destes específicos indicadores permite ao PCM estipular, através da média das ocorrências anteriores, o intervalo entre a existência de incidentes corretivos e o tempo necessário para a restauração dessas falhas, sendo os indicadores respectivos, o MTBF e o MTTR. Logo, essas informações serão cruciais para a definição do IMC, pois esse fator irá apresentar a possibilidade do ativo estudado em ocorrer uma falha, e assim gerar impacto ao planejamento da Operação devido ao aumento da indisponibilidade não prevista no equipamento. Desta forma, o cálculo para definir o fator corresponde ao IMC foi obtido através da fórmula:

$$IMC = 1 - \left\{ \frac{\left( \frac{MTBF}{UT} \right)}{\left( \frac{MTBF}{UT} \right) + MTTR} \right\} \quad (7)$$

	A	B	C	D	E	F
1	<b>DIMENSIONAMENTO SIMPLIFICADO</b>					
2	Fonte >	IDM (PGE)	IDM (PGE)	SM	FIXO	CALC
3	<b>EQTO</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>UT</b>	<b>FATOR HT</b>	<b>IMC</b>
4	SB002	8,58	2,55	45,10%	1,00	11,82%
5	SB021	8,57	2,67	36,10%	1,00	10,11%
6	SB026	5,82	2,35	38,40%	1,00	13,42%
7	SB027	6,53	2,24	42,60%	1,00	12,75%
8	SB034	8,64	4,80	26,90%	1,00	13,00%

Figura 18: Análise das informações de MTBF, MTTR, UT e IMC da frota de Fandril.  
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

Após a compreensão do fator IMC e com o intuito de estabelecer a Disponibilidade Física desejada pela área da Operação, o Planejamento e Controle da Manutenção necessita estipular qual a duração mínima para a execução de cada atividade a ser realizada durante a preventiva nas estratégias de manutenção. Dessa maneira, para a realização do trabalho foram exportadas informações do sistema SAP referentes a duração de cada atividade especificamente, agrupando todas em uma planilha e definindo a duração total prevista em função da preventiva projetada.

D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Local de instalação	Centro de trabalho	Trabalh	Nº de linha	Duração norma	Txt.p/ciclo manut.	Intervalo	Inclui no CRO?	Txt.breve operação
2	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-M1		5,5	1	5,5 PM 250 hs	250	SIM	MP 250 HRS MEC NICA ATLAS DIAMEC U6
3	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QEH-T1		2	1	0 PM 250 hs	250	NÃO	MP 250 HRS EL TRICA ATLAS DIAMEC U6
4	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-M1		8	2	4 PM 500 hs	500	SIM	MP 500HRS MEC NICA ATLAS DIAMEC UC
5	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QEH-T1		2	1	0 PM 500 hs	500	NÃO	MP 500HRS EL TRICA ATLAS DIAMEC U6
6	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-M1		72	2	36 PM 1000 hs	1000	SIM	MP 1000 HS MEC NICA ATLAS DIAMEC U6
7	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QEH-T1		3	1	0 PM 1000 hs	1000	NÃO	MP 1000 HS EL TRICA ATLAS DIAMEC U6
8	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-L1		4	1	4 PM 1000 hs	1000	SIM	MP 1000 HS LAVAGEM DIAMEC U6
9	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-M1		72	2	36 PM 2000 hs	2000	SIM	MP 2000 HS MEC NICA DIAMEC U6
10	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QEH-T1		8	1	0 PM 2000 hs	2000	NÃO	MP 2000 HS EL TRICA DIAMEC U6
11	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-L1		4	1	4 PM 2000 hs	2000	SIM	MP 2000 HS LAVAGEM DIAMEC U6
12	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-M1		72	2	36 PM 3000 hs	3000	SIM	MP 3000 HS MEC NICA DIAMEC U6
13	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QEH-T1		3	1	0 PM 3000 hs	3000	NÃO	MP 3000 HS EL TRICA DIAMEC U6
14	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-L1		3	1	3 PM 3000 hs	3000	SIM	MP 3000 HS LAVAGEM DIAMEC U6
15	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-M1		72	2	36 PM 4000 hs	4000	SIM	MP 4000 HS MEC NICA DIAMEC U6
16	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QEH-T1		8	1	0 PM 4000 hs	4000	NÃO	MP 4000 HS EL TRICA DIAMEC U6
17	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-L1		4	1	4 PM 4000 hs	4000	SIM	MP 4000 HS LAVAGEM DIAMEC U6
18	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-M1		72	2	36 PM 5000 hs	5000	SIM	MP 5000 HS MEC NICA DIAMEC U6
19	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QEH-T1		8	1	0 PM 5000 hs	5000	NÃO	MP 5000 HS EL TRICA DIAMEC U6
20	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-L1		4	1	4 PM 5000 hs	5000	SIM	MP 5000 HS LAVAGEM DIAMEC U6
21	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	06QMC-M1		24	1	24 PM 5000 hs	5000	SIM	MP 5000 HS - REVIS O DAS BOMBAS
22	BR06-MOE-DRL-5300C-PH003	06QMC-M1		12	1	12 PM 250 hs	250	SIM	MP 250HRS MEC NICA PW5300C - MINA

Figura 19: Base de dados exportada do sistema SAP referente ao tempo de cada atividade de manutenção.  
Fonte: Pesquisa Direta (2021).

A figura 19 exemplifica a base de dados utilizada no trabalho com o intuito de definir a duração mais compatível com a real. Assim sendo, o período foi determinado em função da estratégia de manutenção a ser realizada prevista durante a projeção, considerando somente as atividades de elétrica, correspondida pelo Centro de Trabalho “06QEH-T1”, realizadas em

paralelo as atividades restantes, aproximando do ocorrido na empresa. Logo, o somatório de tempo de todas as atividades restantes determina a duração completa da preventiva.

Com a determinação do Índice de Manutenção Corretiva dos cinco equipamentos e conhecendo as próximas atividades de manutenção a serem executadas em cada semana do mês a planejar será possível estimar o tempo plausível de indisponibilidade do ativo trabalhado, considerando a possível ocorrência de ocupações corretivas. Com isso, a Disponibilidade Física de cada maquinário individualmente e da frota como um todo pode ser prevista mediante a diferença entre o intervalo total do período analisado (HG) e a duração de indisponibilidade do ativo (HI).

$$HMC = (HG - HMP - BL) * IMC \quad (8)$$

$$DF = HG - HI \quad (9)$$

Isto posto, após a determinação do tempo necessário para que ocorra com eficiência as atividades de cada estratégica, é indispensável para o setor de Manutenção a realização de serviços atrasados ou postergados, denominados como *Backlog*. Assim sendo e acrescentado ao tempo de indisponibilidade dos ativos, devem ser somados os intervalos necessários para a execução das atividades atrasadas, de modo que não interfira na capacidade do setor.

#### **4.2.4 Locação das durações de backlog prevista para o mês em questão**

Como visto no tópico anterior, no planejamento das atividades de manutenção também podem ocorrer imprevistos que postergam ou cancelam algumas operações já preparadas, contudo tarefas de manutenção são indispensáveis e necessitam ser realizadas para evitar quebras e falhas não desejadas ao processo. Assim são criadas as ordens de *Backlog*. Desta forma, cada ordem tem sua prioridade em função do tempo e da urgência e deve ser tratada de acordo com a capacidade do setor de Manutenção de executar em paralelo com as preventivas projetadas para o mês, aproveitando a movimentação e parada programada do equipamento.

Por conseguinte, as atividades referentes aos *Backlogs*, na empresa em questão, são tratadas pelos Programadores de Manutenção, que, analisando através da necessidade e a previsão de paradas planejadas de cada equipamento, conseguem preparar quais atividades serão capazes de serem realizadas, e com isto fornecer a duração exigida para suas execuções. Logo, devido a entrega destas informações, é possível fornecer as para o setor as atividades de manutenção previstas para o mês e, conseqüentemente, a duração completa de inatividade do ativo.

Deste modo e para a realização do planejamento, foram exportados do sistema SAP todas as ordens classificadas como *Backlog*, tratadas pelos programadores e preparadas para execução, planejadas para o mês de Outubro de 2021. Por isto, estas ordens foram combinadas em relação ao equipamento e a semana, através de uma tabela dinâmica no *Microsoft Excel*, e fornecendo o intervalo de tempo previsto para cada ativo estudado, como visto nas figuras 20 e 21.

	B	C	E	F	I	J	K	N
	Loc. instalação	Texto breve	TxtDesc. Oper.	CentTrabOperação	Início prog.	Status usuário	Tipo de ordem	Duração normal
1								
2	BR06-MOE-DRL-ACM6C-SB002	SUBST. ABRAÇADEIRAS MANGOTES RADIADOR	SUBST. ABRAÇADEIRAS MANGOTES RADIADOR	06QMC-M1	27/09/2021	PLNJ	1E03	3,0
3	BR06-MOE-DRL-5300C-PH003	SUBSTITUIR CHICOTE ELETRICO COMPLETO	SUBSTITUIR CHICOTE ELETRICO COMPLETO	06QEH-T1	18/10/2021	SCHD PEXE	1E03	8,0
4	BR06-MOE-DRL-5300C-PH003	SUBST. BUCHA CENTRALIZADOR HIDRAULICO	SUBST. BUCHA CENTRALIZADOR HIDRAULICO	06QMC-M1	18/10/2021	SCHD PEXE	1E03	2,0
5	BR06-MOE-DRL-DD321-JE031	SUBST. TUBO DE LIGAÇÃO DA BOMBA DAGUA	SUBST. TUBO DE LIGAÇÃO DA BOMBA DAGUA	06QMC-M1	27/09/2021	PLNJ	1E03	4,0
6	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	SUBSTITUIR BATENTE DO BERÇO	SUBSTITUIR BATENTE DO BERÇO	06QMC-S1	04/10/2021	PLNJ	1E03	6,0
7	BR06-MOE-DRL-ATCU6-SD002	SUBSTITUIR BATENTE DO BERÇO	SUBSTITUIR BATENTE DO BERÇO	06QMC-M2	04/10/2021	PLNJ	1E03	6,0
8	BR06-MOE-DRL-5300C-PH003	DEV-SUBSTITUIR SUPORTE LATERAL FIXAÇÃO	FO SUBSTITUIR SUPORTE LATERAL DE FIXAÇÃO	06QMC-M1	18/10/2021	SCHD OPER	1E03	4,0
9	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021	SUBSTITUIR HASTE DE TRANSMISSÃO DO MOTOR	SUBSTITUIR HASTE DE TRANSMISSÃO DO MOTOR	06QEH-T1	04/10/2021	PLNJ	1E03	3,0
10	BR06-MOE-DRL-DD321-JE042	SUBSTITUIR VALVULA 55,65 E COMPENSADORA	SUBSTITUIR VALVULA 55,65 E COMPENSADORA	06QMC-M1	04/10/2021	PLNJ	1E03	3,0
11	BR06-MOE-DRL-DD321-JE042	FABRICAR SUPORTE DE PROTEÇÃO DO SENSOR	FABRICAR E INSTALAR SUPORTE DE PROTEÇÃO	06QEH-M1	04/10/2021	SCHD OPER	1E03	3,0
12	BR06-MOE-DRL-DD321-JE042	FABRICAR SUPORTE DE PROTEÇÃO DO SENSOR	FABRICAR E INSTALAR SUPORTE DE PROTEÇÃO	06QEH-M1	04/10/2021	PLNJ OPER	1E03	3,0
13	BR06-MOE-DRL-DD321-JE040	FABRICAR SUPORTE DO SENSOR DO EXTENSIVO	FABRICAR E INSTALAR SUPORTE DO SENSOR DO	06QEH-M1	04/10/2021	SCHD OPER	1E03	4,0
14	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021	SUBSTITUIR TURBINA DO MOTOR DIESEL	SUBSTITUIR TURBINA DO MOTOR DIESEL	06QMC-M1	04/10/2021	PLNJ	1E03	5,0
15	BR06-MOE-DRL-BOLTM-BT001	SUBST. BARRA DESLIZANTE DO BICO RESINA	SUBST. BARRA DESLIZANTE DO BICO RESINA	06QMC-M1	11/10/2021	REPG	1E03	3,0
16	BR06-MOE-DRL-5300C-PH003	SUBST. EVAPORADOR SERPENTINA AR CONDICIO	SUBST. EVAPORADOR SERPENTINA AR CONDICIO	06QMC-M1	18/10/2021	SCHD PEXE	1E03	2,0
17	BR06-MOE-DRL-5300C-PH006	SUBST. EVAPORADOR SERPENTINA AR CONDICIO	SUBST. EVAPORADOR SERPENTINA AR CONDICIO	06FER-M1	11/10/2021	SCHD	1E03	2,0
18	BR06-MOE-DRL-BLM30-SD034	SUBSTITUIR O CONJUNTO DE PISTÕES DOS MOR	SUBSTITUIR O CONJUNTO DE PISTÕES DOS MOR	06QMC-S1	25/10/2021	PLNJ	1E03	4,0
19	BR06-MOE-DRL-BLM30-SD034	SUBSTITUIR OS MANÔMETROS INDICADORES DO	SUBSTITUIR OS MANÔMETROS INDICADORES DO	06QMC-S1	25/10/2021	PLNJ	1E03	2,0
20	BR06-MOE-DRL-BLM30-SD033	SUBSTITUIR O SUPORTE DE FIXAÇÃO FRONTAL	SUBSTITUIR O SUPORTE DE FIXAÇÃO FRONTAL	06QMC-S1	04/10/2021	SCHD	1E03	4,0
21	BR06-MOE-DRL-DD321-JE040	PADRONIZAR SISTEMA SUPRESSÃO INCENDIO	PADRONIZAR SISTEMA SUPRESSÃO INCENDIO	06DCL-M1	04/10/2021	PLNJ	1E03	8,0
22	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021	SUBST. BUCHA DO SUPORTE GIRATORIO	SUBST. BUCHA DO SUPORTE GIRATORIO DO BAN	06QMC-M1	04/10/2021	PLNJ	1E03	3,0
23	BR06-MOE-DRL-BOLTM-BT001	SUBSTITUIR STINGE (SUPORTE MOVEL E FIXO)	SUBSTITUIR STINGER (SUPORTE MOVEL E FIXO)	06QMC-M1	11/10/2021	PLNJ	1E03	4,0
24	BR06-MOE-DRL-BOLTM-BT001	SUBST. ESPAÇADORES DAS BORRACHAS E PROT	SUBST. ESPAÇADORES DAS BORRACHAS E PROTE	06QMC-M1	11/10/2021	PLNJ	1E03	2,0
25	BR06-MOE-MSP-C416R-RC017	SUBSTITUIR CILINDRO DE ELEVAÇÃO LADO ESQ	DEV- SUBSTITUIR CILINDRO DE ELEVAÇÃO LE	06QMC-M1	04/10/2021	PLNJ AIP	1E03	6,0
26	BR06-MOE-DRL-DL321-SB021	SUBST. CATALIZADOR E ESCAPAMENTO	SUBST. CATALIZADOR E ESCAPAMENTO E SAIDA	06QMC-M1	04/10/2021	PLNJ	1E03	4,0

Figura 20: Ordens de Backlog exportadas do SAP para o mês de Outubro de 2021.

Fonte: Pesquisa Direta (2021).

	A	B	C	D	E	F
1	Frota	(Vários itens)				
2						
3	Soma de Duração normal	Rótulos de Coluna				
4	Rótulos de Linha	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143
5	BT001			59,5		
6	CG002	24,6			2	
7	CG017	35		4		
8	CG021				46,5	
9	CG063		8			
10	CG070	35,5			13	
11	CG098		18			
12	JE006				52	
13	JE031	169				
14	JE040		126			
15	JE042		62			
16	JE047			81		
17	MT008		16,5			
18	PH003				51	
19	PH006			10		
20	RC017		27,5			
21	RC038		6			
22	RC043		4			
23	SB002	52				
24	SB021	1	62,5			
25	SD002				58	
26	SD033			48		
27	SD034					62

Figura 21: Tabela dinâmica no Microsoft Excel com as durações de Backlog previstas para cada ativo no mês de Outubro de 2021.

Fonte: Pesquisa Direta (2021).

As figuras 20 e 21 exemplificam uma maneira de visualizar e apresentar a duração prevista para as ordens de *Backlog* referente ao mês de Outubro de 2021, entre as semanas 39 e 43. Esses valores deverão ser analisados e alocados às preventivas projetadas, visando usufruir do deslocamento já necessário do equipamento para a oficina e diminuir o impacto dessas novas atividades ao planejamento.

Após a locação dos *Backlogs* previstos para o mês e com a duração de cada atividade preventiva já exportada, será possível antecipar com mais precisão o tempo de indisponibilidade dos equipamentos e, conseqüentemente, fornecer a DF prevista para o setor de Operação. Portanto, com o intuito de concluir o planejamento completo para o mês trabalho, resta realizar as projeções das atividades preventivas de cada equipamento para o mês desejado, como será estudado a seguir.



#### 4.2.5 Apresentação das estratégias de manutenção preventiva utilizadas nos equipamentos.

Logo, após a definição das informações mais próximas a realidade de atividade anual, conseqüentemente a Hora Trabalhada, e determinação da última atividade preventiva realizada por cada equipamento é possível executar a projeção e descobrir quando será necessário atuar as próximas tarefas de manutenção. Entretanto, esses dados dependem da estratégia de manutenção adotada para os ativos, cujos métodos podem variar de acordo com o equipamento, sua função e o fornecedor.

Assim sendo, as estratégias adotadas pela Manutenção estão sujeitas a diferença em vista dos distintos ativos utilizados durante o processo de mineração. Referindo-se ao exemplo aplicado à empresa, foram analisadas sete frotas distintas de equipamentos, sendo elas Fandril, Jumbos de perfuração, Jumbos de contenção, Perfuratrizes, Sondas, Carregadeiras e Caminhões, com funções específicas, que necessitam ação do PCM para a realização de suas atividades preventivas. Na tabela 02 é possível analisar as estratégias determinadas pelo setor de Manutenção, em acordo com as sugeridas pelos fornecedores, e aplicadas no intervalo estudado.

Tabela 2 - Estratégias de manutenção

<i>Frotas</i>	<i>Qtd. Equipamento</i>	<i>Estratégia</i>	<i>Frequência média</i>
<i>Fandrill</i>	5	125 horas	4 semanas
<i>Jumbo perfuração</i>	5	125 horas	4 semanas
<i>Jumbo contenção</i>	4	14 dias	14 dias
<i>Perfuratriz</i>	3	125 horas	3 semanas
<i>Sondas</i>	4	250 horas	3 semanas
<i>Carregadeiras LHD</i>	6	250 horas	4 semanas
<i>Caminhões CW</i>	13	250 horas	2 semanas

Dessa forma, a tabela 02 exemplifica, de acordo com a frota planejada, a quantidade de equipamentos em utilidade durante a projeção, a estratégia de manutenção adotada para cada frota e a frequência média de ocorrência de atividade preventiva. Isto posto, as estratégias foram definidas em função do histórico de corretivas realizadas e da vida útil dos componentes fornecidos pelo fabricante, enquanto a frequência média é dependente das horas de utilização do equipamento.

Portanto, conhecer a estratégia de manutenção definida para cada frota se torna uma etapa crucial para o cálculo das próximas atividades preventivas, pois o método estabelecido irá influenciar na frequência de realização das atividades e, conseqüentemente, nas tarefas que serão executadas durante a manutenção, de maneira que devem concordar com a vida útil de cada componente. Assim, após estabelecido todas as informações anteriores, a realização das projeções das preventivas pode ocorrer de maneira mais assertiva, impactando diretamente no plano de produção da Operação.

#### **4.3 Proposta de melhorias para o Planejamento e Controle da Manutenção e realização das projeções**

Como o setor de Planejamento e Controle da Manutenção possui duas áreas principais que necessitam de seus resultados, a Operação com os valores de Disponibilidade Física previstas para idealizar o quanto cada equipamento deverá ser utilizado para alcançar a meta de perfuração e a Manutenção com as atividades preventivas a serem realizadas, é necessário determinar uma maneira de fornecer estas informações para seu respectivo departamento, de modo que esta demonstração possua rápida e fácil compreensão. Assim sendo, foi estabelecido o Mapa de 52 semanas (M52S) como ferramenta mais adequada para o caso em questão.

Entretanto, visando a utilização desta ferramenta no ramo da mineração e, conseqüentemente, no planejamento de manutenções preventivas de equipamentos HME foi preciso a sua adaptação em determinados fatores, de maneira que o *layout* apresentado suportasse o resultado exibido para cada setor cliente e ainda a frequência de atividades de inspeção e preventivas de cada frota crucial ao processo de produção. Desta forma, esta ferramenta acertada para a realidade da empresa de mineração aplicada e baseada na montagem do M52S é chamada de Cronograma de Rotina Operacional (CRO).

Assim, os fatores que sofreram alteração em relação ao Mapa de 52 Semanas original, voltado para a Manutenção, foram: o intervalo de montagem do CRO, ao modificar a frequência de utilização da ferramenta de anual, como o M52S original, para mensal, devido à mineração ser um trabalho evasivo aos ativos HME e ocasionar no aumento da necessidade de preventivas, pois diminui a vida útil dos componentes; e a periodicidade de exibição das manutenções a serem realizadas, pois a relação entre as estratégias adotadas para cada frota e sua respectiva utilização promovem a existência de mais de uma preventiva dentro de um mês. Logo, este novo *layout* facilita desde a compreensão das atividades na qual deverão ser realizadas no mês seguinte como auxilia aos Programadores a redução de demanda com a alocação de horas referentes a *backlog* e com a programação de preventivas a curto prazo, através do CRO realizado no mês anterior.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		<b>MANUTENÇÃO HME - PLANEJAMENTO INTEGRADO - CRO QUADRIMESTRAL - FROTA FANDRILL</b>												
2														
3														
4		<b>Fandrill em Manutenção na Oficina HME &gt;= 125h</b>												
5														
6	HC >	168	168	168	168	168	168	168	168	168	720	744	744	
7	Semana	S2136	S2137	S2138	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143	Simulação M+3				
8	Seg	06/09/2021	13/09/2021	20/09/2021	27/09/2021	04/10/2021	11/10/2021	18/10/2021	25/10/2021	720	744	744	HC_Mês	
9	Dom	12/09/2021	19/09/2021	26/09/2021	03/10/2021	10/10/2021	17/10/2021	24/10/2021	31/10/2021	30	31	31	Qtde_Dias	
10														
11														
12		Referência IW39 - Mês Vigente												
13	Eqto	Item/Semana	S2136	S2137	S2138	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143	nov-21	dez-21	jan-22	Mês_Ref
14	SB002	Data MP				27/09/2021				25/10/2021				
15		Ciclo MP Perfur	50	25	25	500	25	50	50	125				
16		Ciclo MP Carreta		50				25						
17		Horas MP	3,00	6,00	3,00	42,00	3,00	6,00	3,00	12,50				Horas MP
18		Horas BL				52,00					-	-	-	Horas BL
19		Horas MC	19,50	19,15	19,50	8,75	19,50	19,15	19,50	18,38	85,10	87,94	87,94	Horas MC
20		Dias MP+BL	0,18	0,36	0,18	5,60	0,18	0,36	0,18	0,74	-	-	-	Dias MP+BL
21		DF	86%	84%	86%	15%	86%	84%	86%	78%	88%	88%	88%	DF
22														
23	SB021	Data MP	06/09/2021			04/10/2021								
24		Ciclo MP Perfur	250	25	50	50	125	50	25	25				
25		Ciclo MP Carreta			25				50					
26		Horas MP	38,10	3,00	9,00	6,00	19,10	6,00	9,00	3,00				Horas MP
27		Horas BL					62,50				-	-	-	Horas BL
28		Horas MC	13,13	16,68	16,07	16,38	8,74	16,38	16,07	16,68	72,79	75,22	75,22	Horas MC
29		Dias MP+BL	2,27	0,18	0,54	0,36	4,86	0,36	0,54	0,18	-	-	-	Dias MP+BL
30		DF	60%	88%	83%	85%	25%	85%	83%	88%	90%	90%	90%	DF
31														
32														
33	SB026	Data MP						11/10/2021						Mês_Ref
34		Ciclo MP Perfur		25	50	25	50	125	50	25				
35		Ciclo MP Carreta												
36		Horas MP	0,00	3,00	6,00	3,00	6,00	24,90	6,00	3,00				Horas MP
37														

Figura 22: Layout referente as atividades preventivas projetadas para Outubro de 2021 na frota de Fandrill. Fonte: Pesquisa Direta (2021).

A figura 22 consiste como exemplo do *layout* aplicado para cada equipamento em atividade, voltado para as demandas da Manutenção, e apresenta as tarefas preventivas projetadas de cada ativo para o mês de Outubro de 2021. Este esquema permite ao Programador de Manutenção analisar, além das atividades posteriores, as datas previstas para início das tarefas, quais atividades serão realizadas em campo e quais em oficina, necessitando o deslocamento do ativo, a duração de cada atividade em horas e em dias, pois o Programador irá

precisar administrar a capacidade máxima da oficina para que não haja equipamento parado sem mão de obra em execução e as horas de *backlog* que poderão ser exercidas durante a parada.

Em relação as demandas exigidas pela área da Operação, o Cronograma de Rotina Operacional consegue fornecer o tempo de Disponibilidade Física de cada equipamento e frota, de maneira semanal ou mensalmente, conforme as projeções das preventivas são realizadas através da síntese de duração das atividades exportada do SAP. Desta forma, a DF apresentada semanalmente pode ser agregada com o intuito de fornecer o valor da frota para o mês e permitir equalização do resultado semanal para melhor planejamento do setor de Operação, seguindo a melhor Planejamento Mestre de Produção (PMP).

<b>MANUTENÇÃO HME - PLANEJAMENTO INTEGRADO - CRO QUADRIMESTRAL - FROTA FANDRILL</b>											
<b>Fandrill em Manutenção na Oficina HME &gt;= 125h</b>											
HC >	168	168	168	168	168	168	168	168	168	720	744
Semana	S2136	S2137	S2138	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143			
Seg	06/09/2021	13/09/2021	20/09/2021	27/09/2021	04/10/2021	11/10/2021	18/10/2021	25/10/2021	720	744	
Dom	12/09/2021	19/09/2021	26/09/2021	03/10/2021	10/10/2021	17/10/2021	24/10/2021	31/10/2021	30	31	
				1,00	2,00	3,00	4,00	5,00			
<b>Referência IW39 - Mês Vigente</b>											
Eqto	Item/Semana	S2136	S2137	S2138	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143	nov-21	dez-21
85	Horas Semanais	168	168	168	168	168					
86	Mês de Referência:	Disponibilidade Semanas					Disponibilidade Meses				
87	outubro/2021	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana	5ª Semana	out-21	nov-21	dez-21	jan-22	
88	SB002	DF	14,9%	85,8%	83,5%	85,8%	78,4%	69,7%	88,2%	88,2%	88,2%
89	SB021	DF	85,1%	25,4%	85,1%	82,8%	87,5%	73,2%	89,9%	89,9%	89,9%
90	SB026	DF	84,3%	82,0%	67,4%	82,0%	84,3%	80,0%	86,6%	86,6%	86,6%
91	SB027	DF	80,3%	82,6%	61,8%	82,6%	84,9%	78,4%	87,3%	87,3%	87,3%
92	SB034	DF	84,9%	87,3%	84,9%	87,3%	87,3%	86,3%	87,0%	87,0%	87,0%
93	FROTA	5	69,9%	72,6%	76,5%	84,1%	84,5%	77,5%	87,8%	87,8%	87,8%
94	MÍNIMO	3,40	3,5	3,6	3,8	4,2	4,2	3,9	4,4	4,4	4,4

Figura 23: Layout referente as DF semanal e mensal dos equipamentos da frota de Fandril no mês de Outubro de 2021.

Fonte: Pesquisa Direta (2021).

A figura 23 demonstra a síntese das informações de DF projetadas de cada equipamento da frota de Fandril para o mês de Outubro de 2021 em relação as atividades projetadas para a Manutenção na figura 22. Isto posto e através do conhecimento prévio destes valores, o setor de Operação consegue planejar qual será a meta de utilização de cada equipamento e frota para o mês vigente e, conseqüentemente, determinar o objetivo a ser alcançado de metros perfurados, toneladas carregadas e transportadas para as frotas de perfuração, carregadeira e caminhões, como exemplo. Ainda com o foco no planejamento da Operação, a apresentação destes valores de maneira semanal permite com que os setores possuem maior interação e liberdade para avaliarem a melhor programação que atenda ambos.

Logo após a definição dos valores de Disponibilidade Física que serão apresentados a Operação, é necessário ao PCM formular um *layout* que também facilite ao setor visualizar e compreender, de maneira agregada, os valores previstos de DF de todas as frotas para o mês em questão. Contudo, a análise destes dados para a Manutenção também admite com que o setor consiga examinar se a disposição dos equipamentos para produção está em viabilidade com as metas estabelecidas por ambos os setores no início do ano e seguindo o objetivo de produção previsto pela empresa. Desta forma, a criação de um resumo com as DF para cada frota auxilia a ambos os setores avaliar o andamento do planejamento anual de produção em relação a disponibilidade dos ativos pelo Planejamento da Manutenção.

DISPONIBILIDADES FÍSICAS FROTA PRINCIPAL - HME - PLANO DE MÉDIO PRAZO											
Fandrilh											
Obs: Retorno dos 5 pontos para a frota após 15/09											
ACUM. 2021	PROPOSTA	QTDE EQTO	set-21	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143	HME	2021	2021
73,7%		5	70,0%	69,9%	72,6%	76,5%	84,1%	84,5%	out	Outlook	BLP
										77,2%	68,0%
Jumbo Perfuração frente											
ACUM. 2021	PROPOSTA	QTDE EQTO	set-21	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143	HME	2021	2021
79,5%		4	77,5%	75,6%	72,2%	67,1%	90,2%	75,0%	out	Outlook	BLP
										82,8%	78,0%
Jumbo Perfuração Contenção											
*Obs: considerado o JESSE(LOCAÇÃO MRW) a partir de Set/21 com DF de 70% conforme cláusula contratual											
ACUM. 2021	PROPOSTA	QTDE EQTO	set-21	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143	HME	2021	2021
69,0%		5	65,4%	60,3%	82,0%	82,5%	69,1%	82,5%	out	Outlook	BLP
										73,3%	62,0%
Carregadeiras LHD											
ACUM. 2021	PROPOSTA	QTDE EQTO	set-21	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143	HME	2021	2021
64,6%		6	62,9%	77,3%	67,4%	60,6%	67,4%	77,3%	out	Outlook	BLP
										69,2%	66,0%
Caminhões Articulados											
Obs: A partir de Set/21 considerado a quantidade de 13 CW											
ACUM. 2021	PROPOSTA	QTDE EQTO	set-21	S2139	S2140	S2141	S2142	S2143	HME	2021	2021
									out	Outlook	BLP

FROTA	DF_%	UT_%	QT_EQ
Jumbo Perfuração	78%	40%	4
Jumbo Contenção	62%	50%	4
Fandrilh	68%	45%	5
Carregadeira	66%	85%	6
Boltec	71%	45%	1
RetroScaller	60%	40%	4
Retroscavadeira	60%	40%	3
Plataforma	75%	48%	6
Perfuratriz PW	75%	38%	2
Motoniveladora	70%	75%	1
Carregadeira L90F	60%	75%	1
Caminhão	80%	72%	13
Sonda	78%	45%	4

Figura 24: Layout de apresentação à Operação das DF projetadas para o mês de Outubro de 2021.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2021).

A figura 24 contém os valores de Disponibilidade Física de todas as frotas presentes no CRO, revelando os dados reais acumulados até o mês anterior e as projetadas para Outubro. Assim e através destas informações é possível para ambos os setores analisarem os real situação da disposição dos equipamentos HME no ano em relação a meta definida e, caso necessário, executar ações mitigadoras com antecedência que possam controlar este cenário e não impactar no resultado de produção. Na imagem, a coluna referente ao *Outlook* é responsável por calcular o resultado previsto para a DF no ano, através da média entre os valores acumulados do ano, do mês anterior, do mês trabalhado e, caso necessário, dos meses futuros por meio da meta estabelecida.

Sendo assim, foi perceptível uma melhoria ao processo de planejamento e projeção das atividades preventivas devido a instalação do uso do Cronograma de Rotina Operacional, pois

além de auxiliar à Manutenção com uma melhor compreensão das projeções previstas para o mês seguinte e do conhecimento do tempo de realização das mesmas atividades, também permitiu com que o PCM detivesse de maior controle sobre o planejamento destas preventivas, de modo que os Programadores de Manutenção dispusessem de informações relevantes para a preparação destas atribuições. Além do mais, esta nova ferramenta também permitiu maior interação entre as áreas e controle dos resultados, possibilitando a detecção de desfechos negativos que possam impactar na produção final e a tomada mais correta de decisões.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 Conclusões

Este presente estudo tem como o objetivo aplicar uma proposta de melhoria ao setor de Planejamento e Controle da Manutenção de equipamentos HME na análise das projeções de atividades preventivas de uma empresa de mineração, através da elaboração de uma ferramenta baseada no Mapa de 52 Semanas capaz de apresentar resultados desejáveis tanto à compreensão das próximas manutenções preventivas a serem executadas como na exploração dos valores de Disponibilidade Física de cada frota a serem utilizadas pela Operação. Logo, a utilização do CRO se apresentou como essencial ao processo de planejamento.

Inicialmente, notou-se que a mudança da periodicidade no momento da utilização da nova ferramenta permitiu com que o PCM dispusesse de maior liberdade com a projeção das preventivas, em vista que o impacto do cancelamento de uma atividade preventiva, que conseqüentemente resultará no adiamento das posteriores, poderá ser minimizado com a mudança mensal de programação. Desta forma, a substituição da execução anual do M52S para a formulação mês a mês diminuiu a possibilidade de implicação negativa no processo ao final do ano.

Notou-se também que a partir da apresentação semanal efetivada no CRO das informações de estratégia de preventiva, duração das atividades e locação prévia das horas de *Backlog* a serem executadas para o mês, houve maior correlação entre as etapas de planejamento à médio e curto prazo, realizadas pelo CRO e pelo Programador de Manutenção. Assim sendo, as informações projetadas pelo Cronograma mantiveram constantes em relação a programação semanal exercida pelo Programador, demonstrando a eficiência das etapas de montagem da nova ferramenta e sua assertividade com a realidade dos equipamentos.

Logo, foi possível observar que a duração calculada através das atividades projetadas para cada semana apresentou maior proximidade com a realidade da empresa, considerando a base de informações em um intervalo estudado mais semelhante ao mês projetado. Portanto, os resultados de DF apresentados pelo CRO foram possíveis de serem utilizados pela Operação como planejamento de uso dos ativos HME, definindo por mês qual o uso necessário por frota para alcançar a meta programada.

Por consequência, a aplicação do Cronograma de Rotina Operacional objetivando definir as atividades preventivas futuras necessárias a serem executadas como também visando

a determinação dos valores de DF para a Operação comprovou-se mais eficaz que o Mapa de 52 Semanas ao ser implementado constatando as características específicas apresentadas na atividade de manutenção, pois foi capaz de contemplar informações adicionais que facilitaram desde a compreensão das estratégias de manutenção exibidas quanto ao resultado previsto de Disponibilidade Física de cada equipamento, beneficiando os setores de Manutenção e Operação quanto aos resultados obtidos.

## **5.2 Recomendações**

A partir do estudo realizado são recomendados os seguintes trabalhos futuros:

- Estudo de custo previsto por plano de Manutenção Preventiva dos equipamentos HME de uma empresa de mineração;
- Análise da viabilidade da adição de mão de obra terceirizada á Manutenção visando o ganho de Disponibilidade Física em equipamentos HME;



## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

CRESWELL, John W.. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 384 p.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p.

SOEIRO, Marcus Vinícius de Abreu; OLIVIO, Amauri; LUCATO, André Vicente Ricco. **Gestão da Manutenção**. Londrina: Educacional S.A., 2017. 208 p.

TADACHI, N.T., e FLORES, M.C.X. **Indicadores da Qualidade e do Desempenho**. 1ª.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 192 p.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de desenvolvimento gerencial, v. 171, 1998.

**ANEXO**