



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

ESCOLA DE MINAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



DIOGO BATISTA MATOS

**ANÁLISE DAS INTERFERÊNCIAS NO TEMPO PRODUTIVO DA
EQUIPE DE MANUTENÇÃO: O CASO DE UMA OFICINA DE
MÁQUINAS DE GRANDE PORTE DE UMA MINERADORA**

**OURO PRETO - MG
2021**

DIOGO BATISTA MATOS
diogobmattos@hotmail.com

**ANÁLISE DAS INTERFERÊNCIAS NO TEMPO PRODUTIVO DA
EQUIPE DE MANUTENÇÃO: O CASO DE UMA OFICINA DE
MÁQUINAS DE GRANDE PORTE DE UMA MINERADORA**

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

Professor orientador: DSc. Washington Luís Vieira da Silva

OURO PRETO – MG
2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M433a Matos, Diogo Batista .

Análise das interferências no tempo produtivo da equipe de manutenção [manuscrito]: O caso de uma oficina de máquinas de grande porte de uma mineradora. / Diogo Batista Matos. - 2021.
92 f.: il.: color., gráf., tab..

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

1. Engenharia (confiabilidade). 2. Engenharia de produção. 3.
Empresa de mineração - Manutenção. I. Silva, Washington Luís Vieira da.
II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 621

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



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



FOLHA DE APROVAÇÃO

Diogo Batista Matos

Análise das Interferências no Tempo Produtivo da Equipe de Manutenção: o caso de uma oficina de máquinas de grande porte de uma mineradora

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

Aprovada em 20 de Abril de 2021

Membros da banca

DSc. Washington Luis Vieira da Siva - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
DSc. Adrielle de Carvalho Santana (Universidade Federal de Ouro Preto)
MSc. Sávio Sade Tayer (Universidade Federal de Ouro Preto)

Washington Luis Vieira da Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 26/04/2021.



Documento assinado eletronicamente por **Washington Luis Vieira da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/04/2021, às 11:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0163382** e o código CRC **2C34B120**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.003790/2021-13

SEI nº 0163382

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

Dedico a minha família pelo apoio incondicional nesta jornada.

Ao meu pai Eduardo e meu avô Mário, cujas presenças não são físicas, mas vívidas em meu coração.

AGRADECIMENTO

À minha família em primeiro lugar, pois são meu alicerce, sem eles essa conquista não seria possível. Minha mãe Elilda por ser a mulher guerreira que é, e pelo apoio sem precedentes. Meu pai Eduardo e meu avô Mário que não estão presentes neste momento, mas que seus ensinamentos e amor moldam e vivem em mim.

À CSN, CBA e YMCA pela confiança e pelas oportunidades de aprendizado e amadurecimento. Aprendi muito com as experiências vividas.

Ao Washington, meu orientador, pela paciência, compreensão e apoio ao longo deste estudo, muito desta e de outras realizações devo a você.

À Universidade Federal de Ouro Preto pela oportunidade de me tornar um engenheiro, juntamente com os professores pelo conhecimento e contribuições para meu desenvolvimento.

À família Chaparral pelo lar de amizade verdadeira e dos rocks sem igual. Neste lar fiz irmãos que levarei para a vida toda e vivi os melhores e mais inesquecíveis momentos da minha vida.

“Há duas formas para viver a sua vida. Uma é acreditar que não existe milagre. A outra é acreditar que todas as coisas são um milagre”.

Albert Einstein

RESUMO

MATOS, Diogo Batista: **Análise das interferências no tempo produtivo da equipe de manutenção: O caso de uma oficina de máquinas de grande porte de uma mineradora**, 2021. (Graduação em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Ouro Preto.

Este estudo tem como objetivo reduzir as interferências que impactam no tempo produtivo da equipe de manutenção em uma oficina de máquinas de grande porte de infraestrutura e perfuração de mina, através do maior entendimento da dinâmica das atividades executadas durante o período laboral. Para isso, foram aplicadas metodologias de caráter qualitativo, quantitativo, descritivo, exploratório, bibliográfico e estudo de caso. O instrumento de coleta de dados utilizado foi a técnica do cartão de apontamento de horas, sendo possível discriminar de forma quantitativa o tempo gasto para cada atividade realizada pela equipe no setor e obter um entendimento qualitativo do ambiente observado. Com a utilização do modelo estatístico de amostragem para populações finitas aplicado juntamente com o cartão de apontamento para coleta de dados, o estudo foi estendido a todos os turnos de trabalho e para as equipes de mesmo cargo, não se limitando a um modelo generalizado. Cada equipe teve suas peculiaridades, sendo algumas com maior interferência em aguardando material ou ferramentas, e outras em preparação, organização e limpeza. As análises e resultados obtidos com o estudo foram satisfatórios, pois obteve-se maior entendimento das equipes e do ambiente de trabalho. Como, por exemplo, a equipe do Administrativo (ADM) apresentou o tempo efetivamente trabalhando de 49% e interferências no tempo produtivo de 15%, a equipe com maior Homem Hora (HH) disponível para apropriação de ordens estava no turno X/Y da tarde com 80%, a estratificação dos dias da semana mais produtivos e a diferença de 1h10min na produtividade dos colaboradores com maior confiabilidade humana. O estudo foi fundamental para descrever a dinâmica do dia a dia de trabalho da equipe de manutenção, sendo o primeiro passo dado para esta compreensão, possibilitando a elaboração de melhorias, que abrangem tanto compras e instalações na oficina, quanto a utilização do sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) da empresa para o planejamento das ordens com os dados tangíveis necessários, além de recomendações para trabalhos futuros em busca do melhoramento contínuo.

Palavras-chave: Cartão de Apontamento. Tempo Produtivo. Confiabilidade. Amostragem. Manutenção. Mineração.

ABSTRACT

This study aims to reduce the interferences that impact the productive time of a maintenance team in a workshop of large infrastructure machines and mine drilling, through a better understanding of the dynamics of the activities performed during the work period. For this, qualitative, quantitative, descriptive, exploratory, bibliographic and case study methodologies were applied. The data collection instrument used was the time card technique, enabling one to distinct, in a quantitative way, the time spent for each activity performed by the team in its sector, as well as to obtain a qualitative understanding of the observed environment. By applying the statistical model of sampling for finite populations together with the time card for data collection, the study was able to be extended to all work shifts and to teams of the same position, not being limited to a generalized model. Each team had its peculiarities, some had greater interference in waiting for material or tools, others from preparation, organization or cleaning. The analyzes and results obtained with the study were satisfactory, once the greater understanding of the teams and the work environment was obtained. For example, the Administrative (ADM) team presented the time effectively working 49% and interferences in the productive time 15%, the team with the highest Man Hour (MH) available for appropriation of orders was in shift X/Y in the afternoon with 80%, the stratification of the most productive days of the week and the difference of 1h10min in the productivity of employees with greater human reliability. The study was fundamental to describe the dynamics of the daily work of the maintenance team, being the first step taken for this understanding, enabling elaborate improvements, covering both purchases and installations in the workshop, as well as the use of the company's Enterprise Resource Planning (ERP) system for order planning with the necessary tangible data.

Key-words: *Time card. Productive Time. Reliability. Sampling. Maintenance. Mining.*

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

5S – 5 Sentos (*Seiri; Seiton; Seiso; Seiketsu; Shitsuke* – Utilização; Organização; Limpeza; Higiene; Disciplina)

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ADM – Administrativo

AST – Análise de Segurança do Trabalho

CRM – *Customer Relationship Management* – Gestão de Relacionamento com o Cliente

DDS – Diálogo Diário de Segurança

DF – Disponibilidade Física

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ERP – *Enterprise Resource Planning* – Planejamento de Recursos Empresariais

GPS – *Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global

HD – Horas Disponíveis

HG – Horas Totais no Período

HH – Homem Hora

HIM – Horas de Indisponibilidade

HT – Horas Trabalhadas

KPI – *Key Performance Indicator* – Indicador-chave de Desempenho

MOB – Mão de Obra

MRP – *Manufacturing Resource Planning* – Planejamento de Recursos de Produção

MTBF – *Medium Time Between Failures* – Tempo Médio Entre Falhas

MTTR – *Medium Time to Repair* – Tempo Médio de Reparo

NBR – Norma Brasileira

NC – Número de Intervenções Corretivas

NR – Norma Regulamentadora

OM – Ordens de Manutenção

PCM – Planejamento e Controle da Manutenção

PDCA – *Plan; Do; Check; Act.* – Planejar; Executar; Checar; Agir

SAP – *Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung* – Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados

TD – Trabalho Direto

TI – Trabalho Indireto

TMPF – Tempo Médio Para a Falha

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico da Manutenção Corretiva Não-Planejada	9
Figura 2: Gráfico da Manutenção Preventiva.....	10
Figura 3: Gráfico da Manutenção Preditiva	11
Figura 4: Ciclo PDCA – Método de Controle de Processos.....	13
Figura 5: Os Princípios Básicos do 5S e seus Resultados	15
Figura 6: Organograma de organização de uma fábrica.....	17
Figura 7: Materiais e Métodos.....	29
Figura 8: Cartão de Apontamento de Horas	32
Figura 9: Fluxograma do processo produtivo de uma mineração	34
Figura 10: Organograma da Coordenação de Manutenção de Infraestrutura e Perfuração de Mina.....	36
Figura 11: Preenchimento do cartão de apontamento	40
Figura 12: Gráfico da Utilização da Mão de Obra – ADM.....	42
Figura 13: Atividade agrupada: ADM.....	44
Figura 14: Trabalho Direto por dias da semana: ADM.....	45
Figura 15: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: ADM – Mecânico	47
Figura 16: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: ADM – Elétrica	48
Figura 17: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: ADM – Lubrificação	50
Figura 18: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: Turno X/Y Geral.....	52
Figura 19: Atividade agrupada: Turno X/Y Geral.....	53
Figura 20: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: Turno X/Y Manhã	55
Figura 21: Atividade agrupada: Turno X/Y Manhã	55
Figura 22: Trabalho Direto por dias da semana: Turno X/Y Manhã.....	56
Figura 23: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: Turno X/Y Tarde	58

Figura 24: Atividade agrupada: Turno X/Y Tarde	59
Figura 25: Trabalho Direto por dias da semana: Turno X/Y Tarde	60
Figura 26: Recorte da vista superior da oficina, com as rotas de acesso aos banheiros indicadas	64
Figura 27: Recorte da vista superior da oficina, com as rotas de acesso aos bebedouros indicadas	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais indicadores de desempenho utilizados no Brasil	18
Tabela 2 – Qualificação do Pessoal de Manutenção no Brasil.....	22
Tabela 3 – Variável e Indicadores	31
Tabela 4 – Máquinas de Grande Porte de Infraestrutura e Perfuração de mina	35
Tabela 5 – Cronograma de coleta de dados	38
Tabela 6 – Utilização da Mão de Obra: ADM.....	41
Tabela 7 – Classificação das atividades pela Categoria	43
Tabela 8 – Utilização da Mão de Obra: ADM - Mecânico	46
Tabela 9 – Utilização da Mão de Obra: ADM - Elétrica.....	48
Tabela 10 – Utilização da Mão de Obra: ADM - Lubrificação.....	49
Tabela 11 – Utilização da Mão de Obra: Turnos X/Y Geral.....	51
Tabela 12 – Utilização da Mão de Obra: Turno X/Y Manhã	54
Tabela 13 – Utilização da Mão de Obra: Turno X/Y Tarde.....	57
Tabela 14 – Comparativo da Média de tempos no ADM com Cartões Referências.....	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Formulação do Problema.....	1
1.2	Justificativa.....	4
1.3	Objetivos.....	5
1.3.1	Geral	5
1.3.2	Específicos.....	5
1.4	Estrutura do Trabalho	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	Manutenção	7
2.1.1	Tipos de Manutenção em Máquinas.....	7
2.2	Gestão da Manutenção.....	11
2.2.1	<i>Plan, Do, Check, Action</i> – PDCA.....	12
2.2.2	Os 5 Sensos – 5S	14
2.2.3	Diálogo Diário de Segurança – DDS.....	15
2.2.4	<i>Enterprise Resource Planning</i> – ERP	16
2.3	Planejamento e Controle da Manutenção – PCM.....	16
2.3.1	Indicadores da manutenção	18
2.4	Amostragem na Manutenção	23
2.4.1	Amostragem em populações finitas.....	23
2.5	Confiabilidade	24
2.5.1	Confiabilidade humana.....	25
2.5.2	Tempo produtivo	25
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	Tipos de Pesquisa	28
3.2	Materiais e Métodos	29
3.3	Variáveis e Indicadores	30
3.4	Instrumentos de Coleta de Dados	32
3.4.1	Cartão de Apontamento de Horas.....	32
3.5	Tabulação de Dados.....	33
3.6	Considerações Finais	33

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1	Caracterização da empresa e do setor	34
4.2	Detalhamento dos tempos produtivos.....	37
4.3	Análises das interferências	40
4.4	Propostas de melhorias	62
4.4.1	Valor da mão de obra.....	63
4.4.2	Instalação de um novo banheiro no setor	63
4.4.3	Instalação de um novo bebedouro no setor	65
4.4.4	Ferramentas de fácil acesso	67
4.4.5	Ferramentas nas ordens extras.....	68
4.4.6	Treinamentos de 5S	69
4.4.7	Utilização de procedimentos para as equipes	69
4.4.8	Rotatividade de pessoal	70
4.4.9	Utilização do SAP para planejamento de ordens.....	70
4.4.10	Análise das propostas de melhoria	71
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	72
5.1	Conclusões.....	72
5.2	Recomendações para trabalhos futuros	73
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	74

1 INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do Problema

A manutenção é uma prática utilizada desde que o homem começou a manusear equipamentos, sejam eles para a caça, construção, produção e as mais diversas atividades. Com o tempo foi-se ganhando aprimoramento, evolução na sua execução, estudos aprofundados e tecnologia nos equipamentos utilizados, tornando-se uma prática vital para as empresas. Com o comércio mundial cada vez mais globalizado, as fronteiras territoriais e distâncias continentais, não se tornam barreiras para a comercialização de *commodities*, fazendo assim, aumentar cada vez mais a competitividade entre as empresas.

O setor industrial se encontra em constante aprimoramento, desenvolvendo a cada dia novas práticas e serviços para acompanhar o mercado, que demanda a redução de custos e melhores produtos. Neste cenário competitivo e demanda constante por lucratividade, as empresas utilizam dos mais variados métodos e análises para o aperfeiçoamento de suas atividades, dentre elas, a manutenção tem seu papel fundamental para a longevidade das corporações, sendo um dos setores de maior custo e investimento, pois está diretamente ligado ao bom funcionamento, disponibilidade e depreciação dos ativos das companhias.

De maneira contextual a Norma Brasileira (NBR) 5462 (1994), define a manutenção como sendo 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”.

Para Xenos (1998), o conceito de manutenção vai além, sendo reconhecida como uma função estratégica nas empresas, devido a maior preocupação com a qualidade e produtividade, a ênfase cada vez maior nos assuntos relacionados à segurança, as crescentes preocupações ambientais, a necessidade de reduzir custos e as exigências geradas pela aplicação de normas reguladoras.

Dentro da ampla gama de conceitos, metodologias, atividades e processos que englobam a manutenção, pode-se destacar o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM), que segundo Viana (2002), se constitui em uma “atividade processual” que visa coordenar de forma eficiente todos os recursos envolvidos na manutenção, de forma a atender as suas principais demandas, manter o perfeito funcionamento da maquinaria e buscar sempre a melhoria dos processos.

De acordo com Branco Filho *apud* Castilho (2011), o PCM é o órgão ou função, dentro de uma empresa, a qualquer nível, que possui um conjunto de ações para preparar, programar e verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa, se tornado assim, uma função de grande importância na equipe de manutenção.

O PCM tem como foco principal planejar as atividades para que sejam executadas da melhor forma, reduzindo assim os desperdícios, sejam eles de insumos necessários para a atividade ou de mão de obra. A mão de obra é o recurso mais importante de uma empresa, pois não somente é a pessoa a qual está na linha de frente da atividade, mas também como é o ser capaz de solucionar problemas complexos, analisar tomadas de riscos e carregar a cultura da empresa para que ela se perpetue.

Dentro da manutenção têm-se diversas maneiras de se mensurar a qualidade de um equipamento ou máquina, dentre elas pode-se destacar a confiabilidade, contextualizada na NBR 5462 (1994) como sendo a “capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo”.

Mas o termo não se limita somente a máquinas e instrumentos, pode-se também mensurar a confiabilidade da mão de obra, citada na literatura como confiabilidade humana, onde segundo Lafraia (2001, p. 133), é definida “[...] simplesmente como a probabilidade de que uma tarefa ou serviço (uma ação planejada) seja feito com sucesso (alcançando os objetivos propostos) dentro do tempo reservado para o mesmo” e para Iida (1991, p. 66), “[...] é a probabilidade de uma tarefa ser desempenhada com sucesso pelo homem”.

Desta forma, para que as atividades executadas pela mão de obra sejam realizadas com maior qualidade e confiabilidade, é demandado cada vez mais evolução e especialização da equipe de trabalho, o que é aplicado a qualquer atividade econômica, como por exemplo na mineração, onde é exigido uma alta demanda de mão de obra para executar as mais diversas atividades.

A mineração é um dos setores dentro do ramo industrial, onde mais se tem a utilização da manutenção, sendo um campo vasto e complexo, tendo em muitas companhias uma gerência específica para sua gestão, englobando desde a compra de insumos e execução da atividade, até análises minuciosas de corpos de prova e estudos avançados de engenharia.

Isso é devido ao alto número de máquinas em suas operações, além de grande variedade nos tipos utilizados, tanto na fase de extração quanto na parte de beneficiamento, como por exemplo, caminhões fora de estrada, perfuratrizes, tratores e correias transportadoras, tornando a oficina de máquinas um núcleo vital para a sobrevivência da empresa, sendo um ótimo cenário para analisar os processos de manutenção.

Mesmo sendo um setor com grande representatividade na economia do país, a mineração ainda tem muito para evoluir em quesitos de tecnologia. Por ser um trabalho em que muitas das vezes se necessita de mão de obra para ser realizado, não se encontra tão à frente em tecnologia como se tem notícia em demais áreas ou da mais nova revolução industrial a “Indústria 4.0”, principalmente no ramo de celulares e de informática.

Neste cenário, onde a mão de obra é o principal recurso para a execução das atividades e o seu bom planejamento é intrínseco para a competitividade do mercado, o PCM é um órgão necessário para a obtenção de lucros, redução de desperdícios e aumento de tempo produtivo, que segundo Rocha (1992, p. 23), se refere ao “[...] tempo em que o empregado esteve (real) ou estará (teórico) efetivamente produzindo durante o período considerado”. As atividades realizadas sem planejamento apresentam grande desperdício de tempo, de forma que após a implantação do PCM, a expectativa é que o tempo produtivo de trabalho suba de 35% para no mínimo 65% (TELES, 2017).

E é neste contexto que o estudo está inserido, reduzir as interferências no tempo produtivo da equipe de manutenção de máquinas na mineração, aumentando a confiabilidade humana. Com mudanças ocorridas na logística e infraestrutura da mina e pelo devido porte das máquinas do setor, houve a necessidade de deslocamento da oficina de manutenção para um novo local, assim, novas perspectivas e problemáticas foram surgindo. Viu-se de forma empírica que a programação das atividades preventivas e preditivas das máquinas não estavam tão eficientes, não sendo executadas conforme o esperado, gerando retrabalho.

O setor analisado é responsável pela manutenção corretiva, preventiva e preditiva das máquinas de Infraestrutura e Perfuração de mina, dentre as máquinas da unidade tem-se: Tratores de Esteira, Tratores de Pneu, Motoniveladoras e Perfuratrizes. No ambiente analisado viu-se a necessidade de se utilizar ferramentas estatísticas de amostragem para o estudo, pois devido a quantidade de pessoas que fazem parte da equipe de manutenção e pelo fato de ser dividida em três grupos, sendo eles, manutenção, elétrica e lubrificação, a coleta de dados seria inviável cronologicamente.

Para que seja possível realizar um trabalho de melhoria no setor, a fim de investigar as interferências que impactam no tempo produtivo da mão de obra, elaborar propostas eficazes e que tenham viabilidade econômica para sua implantação, é importante investigar a seguinte problemática:

Como analisar as interferências no tempo produtivo da equipe de manutenção da oficina de Máquinas de Grande Porte de Infraestrutura e Perfuração da mina, que impactam na eficiência das atividades programadas?

1.2 Justificativa

A manutenção é importante para a longevidade de uma empresa, sendo o PCM uma de suas ramificações que a suportam e auxiliam em seu desempenho. Para conduzir este trabalho é utilizado então o PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) como ponto de apoio e embasamento teórico, sustentando os resultados que serão obtidos, conduzindo da melhor forma as conclusões e as soluções propostas.

O setor de PCM é vital dentro das organizações, pois sem ele a manutenção não sobrevive. Esse setor é responsável por gerenciar e controlar todas as atividades de manutenção de uma determinada empresa. Todos os dados relativos à manutenção são administrados pelo Planejamento e Controle de Manutenção, como custos, tempo de manutenção, estado de conservação dos equipamentos, índices de disponibilidade, tempo médio entre falhas, entre outros.

Para que as análises feitas pela equipe de PCM se sustentem, a importância do estudo da confiabilidade humana da mão de obra é fundamental, pois conhecendo como está sendo utilizado o tempo total de trabalho pela equipe, pode-se programar melhor as atividades, evitando desperdícios de tempo produtivo. Utilizando métodos estatísticos de amostragem, é possível mensurar as interferências na utilização da mão de obra e estudar as equipes separadamente.

Com os conceitos do PCM aplicados neste trabalho, é possível analisar com mais clareza como o tempo laboral está sendo utilizado pela equipe de manutenção, possibilitando a elaboração de propostas de melhoria no tempo produtivo da mão de obra na Oficina de Infraestrutura e Perfuração desta mineradora, visando assim, conseguir um melhor planejamento das paradas de máquinas programadas e propor aplicações economicamente

viáveis, além de melhores condições para o trabalho diário tanto da gerência quanto dos colaboradores.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Analisar as interferências no tempo produtivo da equipe de manutenção da oficina de Máquinas de Grande Porte de Infraestrutura e Perfuração da mina que impactam na eficiência das atividades programadas para propor melhorias para o setor.

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo teórico sobre: Manutenção, Gestão da Manutenção, PCM, Métodos Estatísticos, Confiabilidade, Confiabilidade Humana e Tempo Produtivo;
- Elaborar um procedimento metodológico para realizar um diagnóstico do sistema escolhido como foco de estudo;
- Aplicar o instrumento de coleta de dados para obter os resultados para análise;
- Utilizar método estatístico para avaliar e certificar que os dados com relação à mão de obra interferem no sistema;
- Comparar a base teórica com os dados estatísticos para entender os pontos que interferem na utilização da mão de obra.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este estudo está dividido em cinco capítulos, seguindo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e os padrões de trabalhos científicos de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto.

No capítulo 1 é apresentado a formulação do problema, sua justificativa, e os objetivos gerais e específicos para este estudo. O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica dos conceitos de manutenção, gestão da manutenção, PCM, métodos estatísticos, confiabilidade, confiabilidade humana e tempo produtivo. Em seguida no capítulo 3 tem-se a metodologia adotada na pesquisa, bem como as ferramentas utilizadas para as análises dos dados coletados.

No capítulo 4 são apresentados os resultados e discussões dos dados obtidos, as propostas de melhorias estabelecidas com o estudo e a relevância para o setor. Por fim, no quinto e último capítulo, são apresentadas as conclusões do estudo realizado e recomendações para trabalhos futuros relacionados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo aborda a fundamentação teórica estudada, que guia o trabalho ao longo de seu desenvolvimento para que o devido trabalho se sustente teoricamente em relação ao tema abordado.

2.1 Manutenção

O conceito de manutenção vem se modificando com o passar do tempo. Ele apresenta diversas definições diferentes enunciadas nas mais diversas literaturas encontradas.

Para Viana (2002), a manutenção está presente na humanidade há eras, quando começaram a manusear os primeiros instrumentos de produção. Com a vinda da Revolução Industrial ao final do século XVIII, a produção dos bens de consumo da sociedade começou a crescer exponencialmente o que levou a utilização de mais equipamentos, cada vez mais avançados, o que começou a exigir um maior cuidado com os devidos equipamentos. Do século XX até o momento, já se foram várias revoluções, sendo mais expressivas as ocorridas no campo da tecnologia, e cada vez mais rápidas que as anteriores impactando diretamente na vivência da sociedade humana.

A palavra manutenção vem do latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem. Isso traz diversas variações para o entendimento da palavra, pois pode ir desde atuar nas finanças de uma empresa para que ela dê mais frutos e se torne competitiva no mercado, quanto de cuidar de um determinado grupo familiar para que seus membros sobrevivam.

No estudo é abordado a manutenção diretamente ligada ao trabalho direto de um colaborador, caracteristicamente conceituada em diversas literaturas sobre o tema.

2.1.1 Tipos de Manutenção em Máquinas

O ato de se executar a manutenção de algum equipamento pode gerar diversas percepções diferentes sobre sua eficácia. O termo manutenibilidade pode ser usado como medida do desempenho da manutenção, a norma NBR 5462 (1994) define como sendo a “capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções

requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos”.

O conceito de manutenção pode ser dividido das mais diversas formas, o que por vezes pode causar uma abordagem errônea de seus significados. Segundo Kardec & Nascif (2001), essa variedade, não raramente, provoca certa confusão na utilização dos métodos de manutenção, o que torna importante a caracterização de forma objetiva dos tipos de manutenção, para um fácil entendimento de forma rápida das variações do conceito em estudo.

Para Xenos (1998), apesar de alguns termos já se fazerem parte do cotidiano de muitas pessoas nas empresas, falta um completo entendimento do verdadeiro significado de sua classificação, em que de forma sucinta são divididas em três partes: Manutenção Corretiva, Preventiva e Preditiva. O que de forma suficiente, abrange praticamente todas as tarefas que compõem as atividades de manutenção.

i. Manutenção Corretiva

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

Segundo Xenos (1998, p. 23), a manutenção corretiva “[...] sempre é feita depois que a falha ocorreu. Em princípio, a opção por este método de manutenção deve levar em conta fatores econômicos: é mais barato consertar uma falha do que tomar ações preventivas? Se for, a manutenção corretiva é uma boa opção”.

Para Kardec & Nascif (2001, p. 37 e p. 38), a manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes:

Manutenção Corretiva Não Planejada: é a correção da FALHA de maneira ALEATÓRIA;

Manutenção Corretiva Planejada: é a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, por DECISÃO GERENCIAL, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra.

A manutenção corretiva é representada graficamente pela Figura 1:

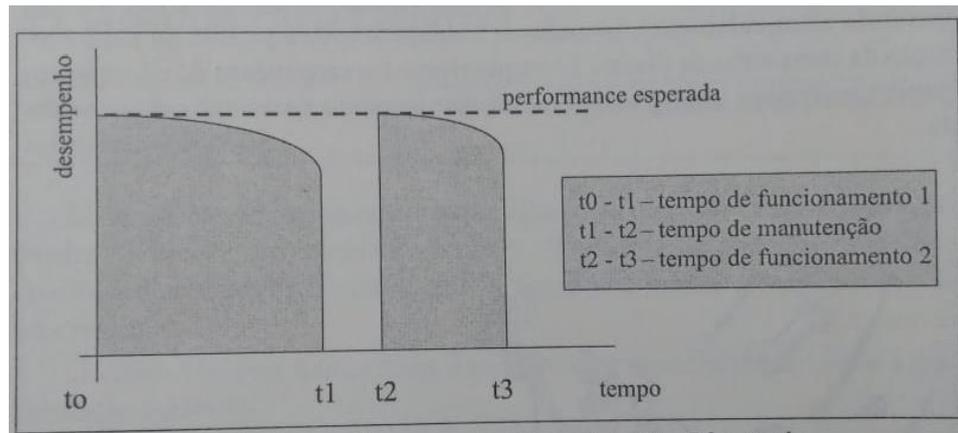


Figura 1: Gráfico da Manutenção Corretiva Não-Planejada

Fonte: Kardec & Nascif (2001, p. 38)

Pode-se observar na Figura 1, o desempenho do equipamento em relação ao tempo, em que até a primeira intervenção se tem uma longa espera, mediante a falha do equipamento, e um intervalo grande de tempo de manutenção entre t_1 e t_2 .

ii. Manutenção Preventiva

Segundo Viana (2002, p. 10), “podemos classificar como manutenção preventiva todo o serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, estando com isto em condições operacionais ou em estado de zero defeito”.

Kardec & Nascif (2001, p. 39), define:

Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em INTERVALOS definidos DE TEMPO.

A manutenção preventiva é representada graficamente pela Figura 2:

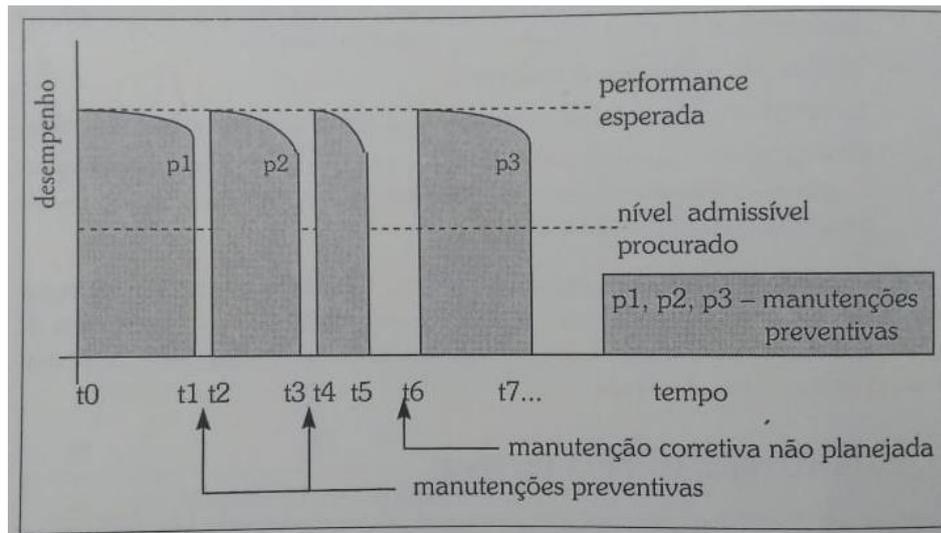


Figura 2: Gráfico da Manutenção Preventiva

Fonte: Kardec & Nascif (2001, p. 40)

Pode-se observar na Figura 2, o desempenho do equipamento em relação ao tempo, em que até a primeira intervenção não se tem uma longa espera e um intervalo curto de tempo de manutenção entre t_1 e t_2 , assim como para as outras atuações no equipamento, até que ocorra uma falha necessitando de uma manutenção corretiva.

iii. Manutenção Preditiva

Para Xenos (1998, p. 24), a manutenção preditiva é:

Uma modalidade mais cara olhando apenas o custo da manutenção, pois as peças e componentes dos equipamentos são trocadas ou reformadas antes de atingirem seus limites de vida. A manutenção preditiva permite otimizar a troca de peças, reforma dos componentes e estender o intervalo de manutenção, pois permite prever quando a peça ou componente estarão próximos do seu limite de vida.

Segundo Kardec & Nascif (2001, p. 41):

Manutenção Preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de CONDIÇÃO ou DESEMPENHO, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.

A manutenção preditiva é representada graficamente pela Figura 3:

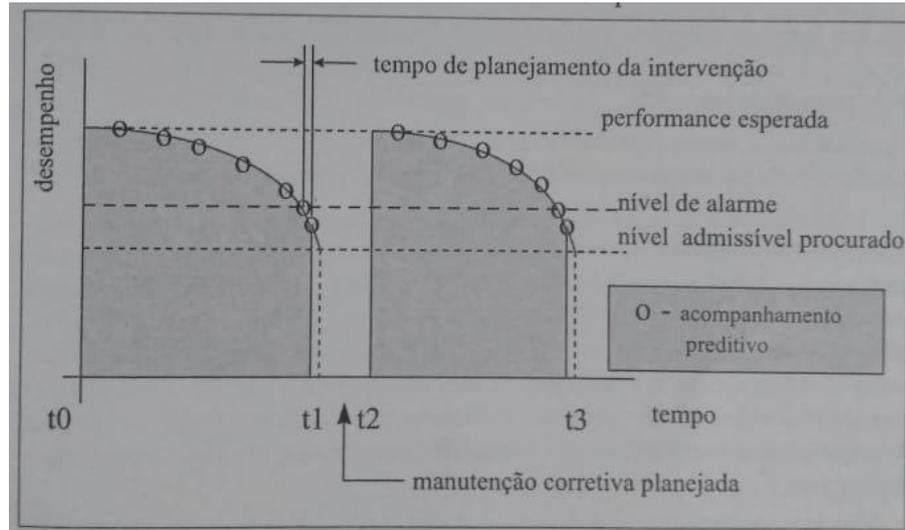


Figura 3: Gráfico da Manutenção Preditiva

Fonte: Kardec & Nascif (2001, p. 43)

Pode-se observar na Figura 3, o desempenho do equipamento em relação ao tempo, em que são realizadas diversas análises preditivas do equipamento, tendo o conhecimento real da situação do objeto em questão, sendo possível prever o momento de sua falha para que seja realizada a manutenção corretiva e troca do componente, antes que isso ocorra. Tendo bastante correlação com a Figura 1.

2.2 Gestão da Manutenção

Com a competitividade cada vez maior do mercado, a manutenção começou a tomar uma posição estratégica nas empresas, se tornando vital para o processo produtivo, pois esperar que o equipamento falhe de forma aleatória para poder atuar corretivamente gera muitos gastos, além de sua imprevisibilidade poder causar prejuízos incalculáveis na produção.

Para Kardec & Nascif (2001), descreve o conceito de “pensar e agir estrategicamente” em relação a manutenção, como sendo o pilar para que a empresa caminhe rumo a excelência empresarial, sendo que esta postura é fruto de um cenário de mercado globalizado onde as empresas competem entre si de forma altamente competitiva, de forma que as mudanças estão ocorrendo cada vez mais rápidas principalmente no setor tecnológico, e é neste cenário que a manutenção se torna atividade fundamental do processo produtivo, tornando-se um agente proativo dentro das empresas.

Ainda por Kardec & Nascif (2001), o mercado atual tem uma postura perante a manutenção de não mais se contratar “serviços”, mas sim “soluções”. Este pensamento é perceptível, pois a visão da manutenção é a de que ela existe para não se ter mais manutenção, isso pode parecer paradoxal, mas evitar que o equipamento falhe é por muitas vezes mais lucrativo que esperar para realizar uma manutenção corretiva, e para que isso seja possível o pessoal da área deve se qualificar cada vez mais e utilizar de recursos que proporcionem uma análise adequada sobre o procedimento.

Segundo Kardec & Nascif (2001) essas mudanças estratégicas impactam diretamente nos processos produtivos, trazendo resultados visíveis para a empresa, tais como:

- Aumento da disponibilidade;
- Aumento do faturamento;
- Aumento da segurança pessoal e das instalações;
- Redução da demanda de serviços;
- Redução de custos;
- Redução de lucros cessantes;
- Preservação ambiental.

Para que estes resultados sejam alcançados, a gerência das empresas precisa estipular metas a serem atingidas, e que essas metas estejam bem alinhadas com os valores da empresa. Isso leva a utilização de métodos para gerenciar estes objetivos, para que sejam conduzidos de forma clara e eficiente. Um dos métodos mais utilizados e que também é ferramenta para este trabalho é o *Plan, Do, Check, Action* (PDCA).

2.2.1 *Plan, Do, Check, Action* – PDCA

Para Xenos (1998, p. 51), pode-se definir “problema” como sendo:

Um resultado indesejável de um processo, ou seja, a diferença entre a situação atual de um item de controle e o valor desejável, que é a meta. Portanto, todo o problema representa um desafio que deve ser superado para que a meta seja alcançada. Precisamos saber definir claramente nossos problemas e diferenciá-los das dificuldades comuns que encontramos no dia-a-dia.

Ainda por Xenos (1998), pode-se dizer que gerenciar é atingir metas, ou até gerenciar é resolver problemas. Essa é de forma clara a função das pessoas que trabalham na gerência das empresas. E um método universal para resolver problemas e atingir as metas desejadas é o ciclo PDCA.

O ciclo PDCA foi criado a quase 100 anos e seu conceito é atualmente aplicado na melhoria contínua de processos de gestão nas empresas. Foi criado na década de 20 por Walter A. Shewhart e mais tarde, na década de 80 foi disseminado por William Edward Deming. O método consiste basicamente em 4 etapas: *Plan*, *Do*, *Check* e *Action* (Planejar, Fazer, Checar e Agir).

Segundo Xenos (1998, p. 52), as etapas do PDCA são definidas como:

(PLAN) Planejamento: Primeiramente estabeleça claramente suas metas e os métodos para alcançá-los.

(DO) Execução: Em seguida, eduque e treine as pessoas envolvidas nos métodos a serem utilizados e coloque o plano em prática.

(CHECK) Verificação: Observe a situação e verifique se os resultados do trabalho executado estão progredindo em direção à meta.

(ACTION) Atuação: Se os resultados não estão progredindo em direção à meta, atue no processo em função dos resultados obtidos.

Se o problema a ser tratado estiver muito bem definido, de forma que a atuação sobre ele será efetiva, pode-se aplicar o ciclo PDCA, que deve ser seguido metodicamente os seus 4 passos, assim a meta estipulada pode ser atingida, devidamente representado na Figura 4:

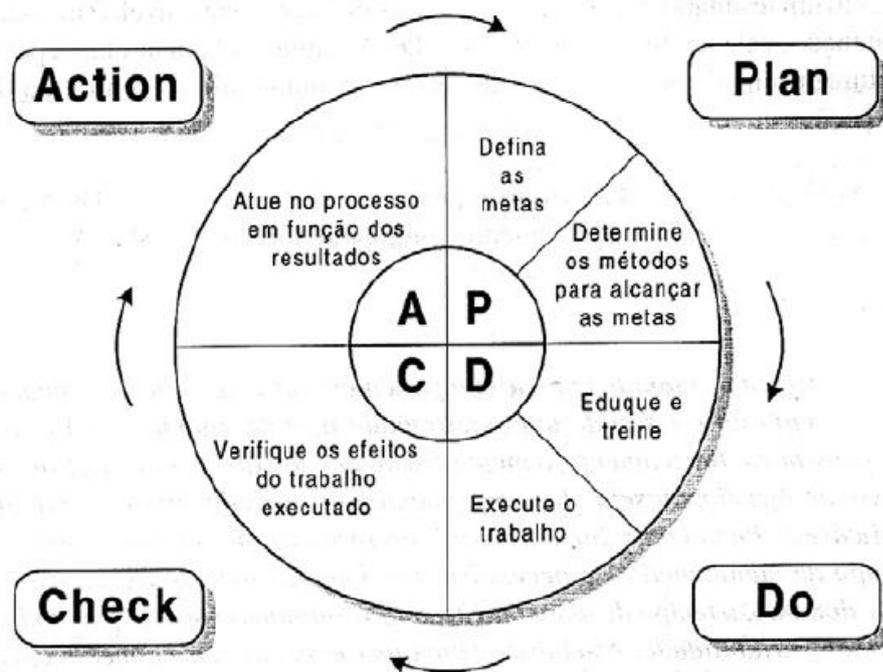


Figura 4: Ciclo PDCA – Método de Controle de Processos

Fonte: Xenos (1998, p. 53)

De acordo com a Figura 4, observa-se de forma prática e objetiva as atividades a serem seguidas para que o PDCA seja aplicado.

2.2.2 Os 5 Sensos – 5S

Segundo Barros Neto (2018, p. 97) “os japoneses têm uma filosofia para organizar tudo. Essa filosofia se chama ‘5S’ e se baseia no *Bushidô*, que é o código de princípios morais não escritos do Japão [...]”, que é passado a cada geração com o intuito de alcançar a disciplina, organização e harmonia.

Essa filosofia foi aplicada também no ambiente de trabalho para promover a responsabilidade e a conscientização de todos nos quesitos de segurança, produtividade e de disciplina com relação às atividades exercidas e na vivência do ambiente empresarial.

Ainda por Barros Neto (2018, p. 97) o 5S é dividido em cinco etapas ou “sensos”, todos começados por “S”.

1. **SEIRI**: é o senso de utilização e se refere a evitar o que for desnecessário, ou seja, separe aquilo que é realmente necessário ao trabalho daquilo que é supérfluo. Depois passe o que for desnecessário para quem realmente possa fazer uso dele ou simplesmente descarte.
2. **SEITON**: é o “senso de organização” e significa arrumar tudo em seu devido lugar para que seja possível encontrá-las facilmente sempre que necessário.
3. **SEISO**: é o “senso de limpeza” e refere-se a manter o local limpo, sem nada desnecessário e tudo em ordem.
4. **SEIKETSU**: é o “senso de saúde e higiene”, e quer dizer que você precisa zelar pela saúde e higiene, pois de nada adianta um local de trabalho limpo e organizado se nós não o formos também.
5. **SHITSUKE**: é o “senso de disciplina” e significa cumprir tudo o que é combinado com autodisciplina e autocontrole; refere-se à educação e bons hábitos.

A correlação da prática de cada senso do 5S com os resultados esperados são demonstrados na Figura 5:

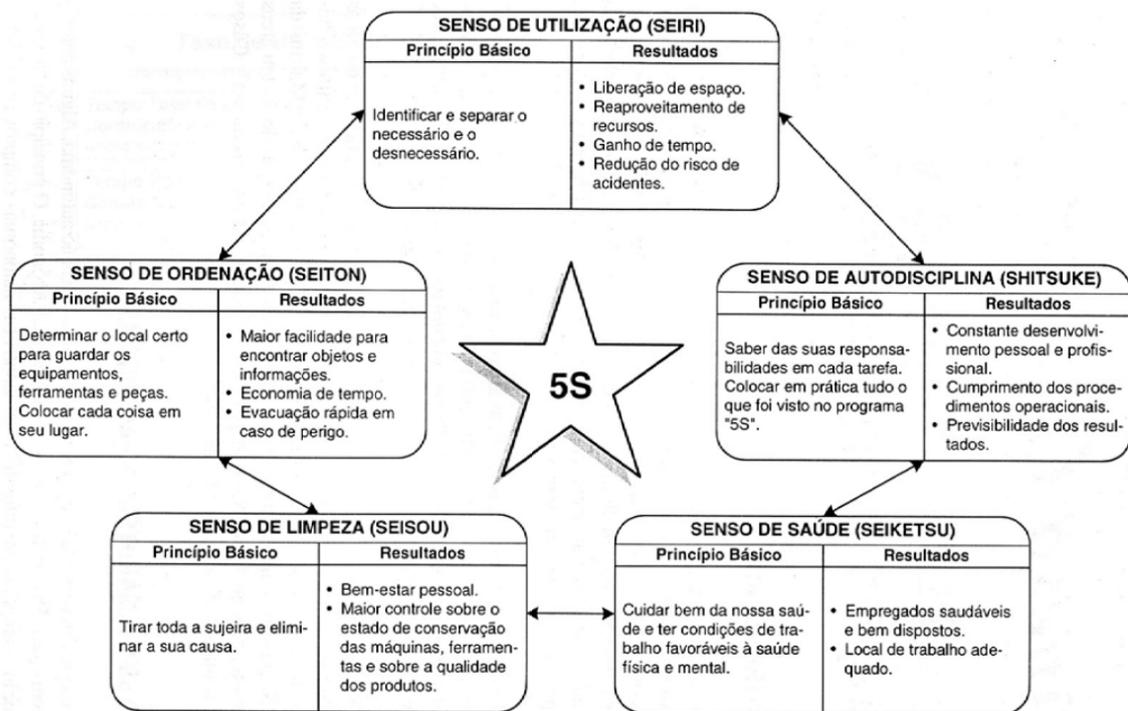


Figura 5: Os Princípios Básicos do 5S e seus Resultados

Fonte: Xenos (1998, p. 296)

Pode-se observar pela Figura 5, que os resultados não se restringem apenas a ganhos de organização do ambiente de trabalho, mas também com relação ao bem-estar pessoal do empregado, tanto física quanto mental.

2.2.3 Diálogo Diário de Segurança – DDS

Com o avanço dos mais variados equipamentos e magnitude das empresas no setor industrial, também se viu a necessidade de evoluir as medidas de segurança, tanto para a proteção dos trabalhadores, quanto para questões de produtividade, pois um colaborador acidentado reduz o quadro de funcionários, chegando até a paradas da linha de produção para averiguação do acidente.

Uma das medidas mais disseminadas e eficientes nos quesitos de segurança é o Diálogo Diário de Segurança (DDS), sua efetividade vem pelo fato, como o próprio nome já diz, de ser diário. Esse ponto cria uma proximidade do colaborador com seu senso de segurança, reafirmando diariamente a importância de sua proteção.

Para Moraes (2011), o DDS é um programa que desenvolve e estabelece atitudes preventivas aos colaboradores nas empresas. Ele ocorre todos os dias no local de trabalho, antes do início das atividades, com cinco a dez minutos de duração, onde são abordados temas

relacionados à segurança do trabalho, saúde e meio ambiente. A execução do DDS fica sob responsabilidade dos supervisores e líderes treinados para essa finalidade, com o intuito de elevar o conhecimento dos trabalhadores a respeito dos riscos e perigos das atividades exercidas, para reduzir os acidentes e incidentes de trabalho.

2.2.4 *Enterprise Resource Planning* – ERP

O sistema de gestão *Enterprise Resource Planning* (ERP), pode ser traduzido em português para Planejamento dos Recursos da Empresa. Este sistema de gestão é um *software* que permite ao usuário ter acesso a diversas informações sobre os parâmetros de controle de múltiplos setores da empresa centralizados em um único local. Esse recurso se tornou vital para o gerenciamento dos processos nas indústrias, pois com uma gama de informações para controlar, a utilização destes *softwares* se tornou cada vez mais essencial e sofisticada.

Segundo Santos (2013, p. 3):

O desenvolvimento de sistemas ERP iniciou com subsistemas ou módulos de controle de estoques, contabilidade, gestão financeira, planejamento de recursos e necessidades de materiais MRP I, MRP II (Manufacturing Resource Planning). Depois expandiu com a inclusão de outros processos: vendas, controle financeiro, controladoria, distribuição, marketing, compras, gestão interna, custos, recursos humanos, CRM (Customer Relationship Management) e assim por diante.

Dentre as várias atividades que podem ser exercidas no ERP, para o setor de manutenção destaca-se as funcionalidades de gerenciamento de estoque de peças, acompanhamento e histórico de vida dos equipamentos e máquinas, além do apontamento e programação das atividades das equipes de manutenção.

2.3 Planejamento e Controle da Manutenção – PCM

O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) vem sendo discutido cada vez mais no ramo empresarial. Este conceito tem grande importância, pois possibilita um olhar crítico sobre os processos ocorridos na indústria, tornando as atividades realizadas não somente uma ação tomada, mas sim um fator que pode levar ao crescimento da produção e levando a empresa a cada vez mais alcançar um patamar competitivo.

Para Viana (2002), o impacto causado pela inserção do Planejamento e Controle da Manutenção na empresa é primordial para sua saúde, pois a manutenção se cabe de blindar a companhia de suas complicações em relação às falhas. O PCM a organiza e melhora,

cuidando assim, para que ela tenha uma saúde financeira para perpetuar seus produtos no mercado, com qualidade e preço competitivo.

Através deste pensamento, pode-se concluir que o aperfeiçoamento dos planos de conservação e de extração máxima de capacidade produtiva dos equipamentos se consolida como objetivo ímpar na empresa, pois repercute de forma clara em todos os aspectos da indústria, agregando valor ao produto final.

A importância do PCM nas empresas se destaca cada vez mais, deixando assim de ser apenas uma prática para se ramificar, se tornando um setor no organograma das empresas, como pode-se observar da Figura 6:

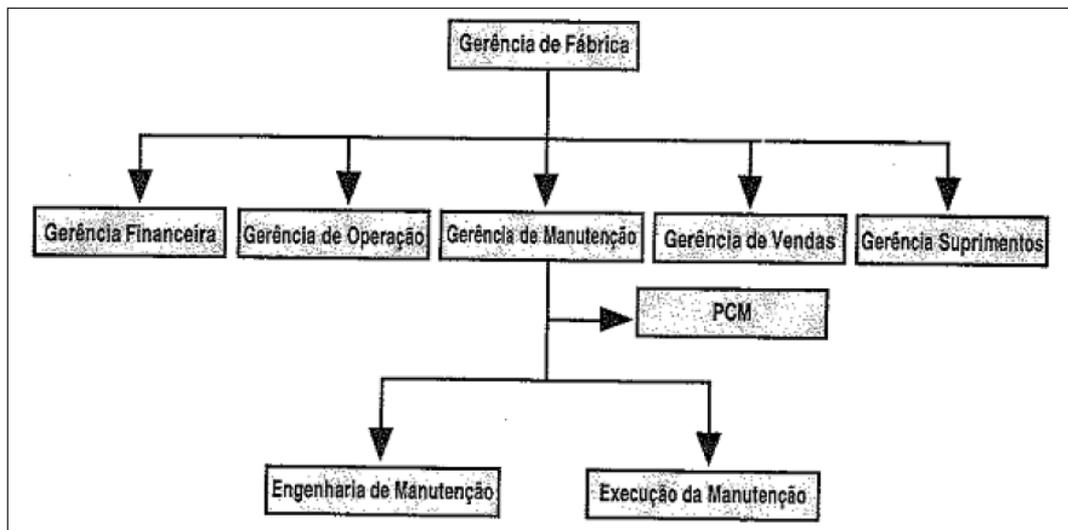


Figura 6: Organograma de organização de uma fábrica

Fonte: Viana (2002, p. 20)

Essa ramificação do PCM, mostrada na Figura 6, é um fator decisivo para a competitividade das indústrias no mercado, tendo em vista que com uma divisão do setor, alocando pessoas para dedicar esforços, com funções específicas para um mesmo objetivo, tende a se ter maior eficácia nas ações.

Ainda segundo Viana (2002, p. 20):

Logo, a tendência no mercado é de que a Manutenção ocupe um nível de gerência departamental, da mesma forma que a operação. O PCM é um órgão staff, ou seja, de suporte à manutenção, sendo ligado diretamente à gerência de departamento.

2.3.1 Indicadores da manutenção

Pela célebre frase de Deming (1986) “não se gerencia o que não se mede” é notável a importância de indicadores para que seja possível medir o desempenho e efetividade das diversas atividades realizadas no ambiente de trabalho. Esses indicadores são conhecidos como “Indicador-chave de Desempenho” ou pela tradução para o inglês *Key Performance Indicator* (KPI).

De acordo com a Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos – ABRAMAN (2013), através do Documento Nacional, pode-se ver pela Tabela 1, os indicadores de manutenção de maior importância no Brasil ao longo dos anos.

Tabela 1 – Principais indicadores de desempenho utilizados no Brasil

Tipos	Principais indicadores de Desempenho Utilizados (Grau de Importância – G1)									G1 2011
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	
Custos	26,21	26,49	26,32	25,91	21,45	21,96	20,33	18,98	21,56	1
Frequência de falhas	17,54	12,20	14,24	16,22	11,66	12,17	9,75	9,81	10,47	5
Satisfação do cliente	13,91	11,01	11,76	11,86	8,62	8,11	8,93	9,38	6,37	7
Disponibilidade operacional	25,20	24,70	22,60	23,24	19,58	19,81	18,51	20,68	20,74	2
Retrabalho	9,07	5,65	8,36	8,96	6,06	6,68	3,97	5,33	4,72	8
Backlog	8,07	6,55	8,98	10,41	9,32	6,92	11,57	10,02	9,86	6
Não utilizam	-	2,09	2,79	1,22	1,63	0,72	0,33	1,07	0,82	9
TMPF (MTTF)	-	-	-	-	11,89	11,69	14,21	12,79	13,35	3
TMPR (MTTR)	-	-	-	-	9,56	11,46	11,74	11,94	12,11	4
Outros indicadores	-	11,31	4,95	2,18	0,23	0,48	0,66	0,00	0,00	10

Fonte: ABRAMAN *apud* Oliveira (2013) - Documento Nacional

Pode-se observar pela Tabela 1 a evolução da manutenção ao longo dos anos, sendo que em 1995 só eram usados seis dos dez indicadores listados, e à medida que o avanço da manutenção toma importância nas indústrias a utilização de novos indicadores para se entender as mais diversas situações se torna necessário.

Para Viana (2002), desses indicadores existem seis principais, que são conhecidos como “Índices de Classe Mundial”, pois os utilizam na maioria dos países do ocidente. São eles:

i) *Medium Time Between Failures* (MTBF) – Tempo Médio Entre Falhas

Este indicador tem grande importância para se analisar a qualidade das atuações das equipes de manutenção nas máquinas e equipamentos da empresa. À medida que o MTBF aumenta pode-se julgar como um bom sinal, pois diminuirá o número de intervenções corretivas e melhorando a efetividade das atividades realizadas.

Segundo Viana (2002, p. 142) “o tempo médio entre falhas é definido como a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação (HD), pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período (NC)”.

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

ii) *Medium Time to Repair* (MTTR) – Tempo Médio de Reparo

Pode-se deduzir que o MTTR mede a eficiência da equipe de manutenção, pois quanto menor ele for, melhor serão os reparos feitos e as intervenções corretivas demonstram impactar menos na produção.

De acordo com Viana (2002, p. 142) “o tempo médio de reparo é dado como sendo a divisão entre a soma das horas de indisponibilidade para a operação devido à manutenção (HIM) pelo número de intervenções corretivas no período (NC)”.

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

iii) Disponibilidade Física – DF

Dentre os vários indicadores que existem na manutenção pode-se destacar a Disponibilidade Física (DF) como sendo o KPI mais utilizado, excluindo os Custos, como parâmetro primordial nas análises e tomadas de decisões dentro do ambiente industrial. É possível observar essa relevância na disparidade em relação ao terceiro colocado no grau de importância de acordo com a Tabela 1.

De forma contextual a NBR 5462 (1994), define disponibilidade como sendo a “capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado

instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados”. Este termo é usado como uma medida do desempenho de disponibilidade.

Para Viana (2002), de maneira geral a disponibilidade física é a relação percentual do quociente entre as horas trabalhadas (HT) e as horas totais no período (HG). Relatando que o cálculo da disponibilidade física pode variar de uma empresa para outra e até mesmo de um setor produtivo para o outro.

Deste modo, o cálculo de DF utilizado na mineradora que está sendo realizado o estudo, diverge do relatado por Viana, relacionando de forma percentual o quociente das horas disponíveis do equipamento para utilização e as horas totais no período.

$$DF = \frac{\textit{Horas disponíveis para utilização}}{\textit{Horas totais}} * 100\% \quad (3)$$

Os outros três indicadores, classificados como “Índices de Classe Mundial”: Tempo médio para a falha (TMPF); Custos de manutenção por faturamento; e Custo de manutenção por valor de reposição, somente serão citados, sem necessidade de embasamento teórico por não serem pertinentes ao estudo.

Ainda por Viana (2002), além dos “Índices de Classe Mundial”, existem outros oito indicadores que são importantes e eficientemente utilizados na manutenção, sendo relatados também na tabela 1. Mas para o devido trabalho serão abordados quatro destes indicadores. São eles:

iv) *Backlog*

Segundo Branco Filho (1996), *backlog* é todo o tempo necessário para que a equipe de manutenção conclua todas as atividades pendentes, sem que sejam acrescentadas novas pendências durante a execução das ações registradas pela equipe de PCM.

O *backlog* consiste na soma de todas as horas previstas de Homem Hora (HH), em que segundo Viana (2002), HH equivale a hora de trabalho gasta pelo mantenedor para executar a atividade, dividida pela capacidade instalada da equipe executante. De modo geral, *backlog* pode ser definido como sendo o cumprimento das ações previstas em carteira pela equipe de manutenção.

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

v) Retrabalho

Dentre os índices apresentados o retrabalho é o que tem maior correlação com a qualidade da manutenção executada no equipamento, ligado diretamente com os conceitos de manutenibilidade e confiabilidade das intervenções realizadas, em que segundo Viana (2002), o retrabalho tem o objetivo de verificar a qualidade dos serviços prestados de manutenção, e se as atividades vêm sendo definitivas ou paliativas, mediante ao retorno constante do equipamento a oficina.

Este indicador representa o percentual do quociente entre as horas trabalhadas em Ordens de Manutenção (OM) encerradas, reabertas por algum motivo, e o total geral de trabalhado no período.

$$\text{Índice de Retrabalho} = \frac{\sum HH \text{ em OM reabertas}}{\sum HH \text{ total no período}} * 100\% \quad (5)$$

vi) Alocação de HH em OM

Esse indicador reside na necessidade de verificar o nível de utilização do sistema de manutenção adotado pela empresa e equipe de PCM, e a indicação do nível de ociosidade ou sobrecarregamento das equipes de manutenção, como também do percentual de dedicação a serviços indiretos da manutenção.

O índice de Homens Hora (HH) alocado em Ordens de Manutenção (OM) nos revela o percentual de horas da manutenção certificadas na burocracia do PCM.

$$\% HH \text{ alocado em OM} = \frac{\sum HH \text{ indicado em OM}}{\sum HH \text{ instalado em um mês}} * 100\% \quad (6)$$

Geralmente esses cálculos e alocações que fazem toda a relação entre as horas instaladas de uma equipe, são realizados de forma automatizada nas indústrias que contam com sistemas de gestão, como os ERPs ou *softwares* de manutenção, ou seja, a soma do HH disponível de uma equipe no período de um mês, com o total de horas desta equipe totalizadas nas OM daquele mês

vii) Treinamento na Manutenção

Este indicador está diretamente ligado ao desempenho da equipe de manutenção nas atividades executadas, representando principalmente resultados que serão visíveis a longo prazo. De acordo com a Tabela 2 que representa a qualificação dos mantenedores ao longo dos anos no país:

Tabela 2 – Qualificação do Pessoal de Manutenção no Brasil

Ano	Qualificação do Pessoal de Manutenção (%)				
	Nível Superior	Técnico Niv. Méd.	MOB Qualif.	MOB Não Qualif.	Não Classif.
2013	6,76	15,48	39,85	7,21	30,70
2011	8,76	17,00	40,79	7,56	25,89
2009	8,36	16,94	38,88	8,34	27,48
2007	8,70	18,25	40,46	6,72	25,87
2005	7,06	16,07	36,05	7,91	32,91
2003	7,20	14,85	40,62	4,94	32,39
2001	7,64	14,81	38,72	7,63	31,20
1999	7,08	13,35	38,06	6,77	34,74
1997	6,18	14,78	40,63	8,07	30,34
1995	6,65	13,52	17,15	8,81	53,87

Fonte: ABRAMAN (2013) – Documento Nacional

Pela Tabela 2, ainda se tem uma porcentagem grande de Mão de Obra (MOB) não qualificada e qualificada, sem nível superior ou técnico, o que revela uma necessidade das empresas em ministrar treinamentos que se julgar relevantes para o bom desempenho da equipe, assim uma equipe bem qualificada gera valor de longo prazo para a indústria.

Segundo Viana (2002), o indicador de Treinamento de Manutenção demonstra o percentual de HH dedicado ao aperfeiçoamento, com relação ao HH instalado em um determinado período.

$$Treinamento na Manutenção = \frac{\sum HH \text{ dedicado a treinamentos}}{\sum HH \text{ instalado no período}} * 100\% \quad (7)$$

Relacionando este índice aos índices de retrabalho, corretivas e preventivas, por exemplo, é possível realizar uma análise de quanto os treinamentos repercutem na melhoria dos indicadores de manutenção.

2.4 Amostragem na Manutenção

Foi muito útil para o estudo a utilização de ferramentas estatísticas para a coleta de dados, pois facilitaram de forma efetiva as análises que se fizeram necessárias para estratificar os dados.

2.4.1 Amostragem em populações finitas

Devido ao alto número de colaboradores no setor, foi feito um cálculo de amostragem para que a população como um todo fosse representada por parte dos trabalhadores, sendo possível coletar os dados em tempo hábil.

Segundo Ochoa (2013) e com o devido estudo, viu-se que o número de amostras a serem colhidas deveria estar de acordo com o cálculo de “*Tamanho amostral em populações finitas, para estimação de proporção em amostra estratificada proporcional*”, devidamente representado pela equação:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)} \quad (8)$$

Sendo que, segundo Carlos Ochoa (2013):

n = O tamanho da amostra que queremos calcular;

N = Tamanho do universo (por exemplo, 2000 colaboradores entre 30 a 45 anos);

Z = É o desvio do valor médio que aceitamos para alcançar o nível de confiança desejado. Em função do nível de confiança que buscamos, usaremos um valor determinado que é dado pela forma da distribuição de Gauss. Os valores mais frequentes são:

- Nível de confiança 90% -> Z=1,645
- Nível de confiança 95% -> Z=1,96
- Nível de confiança 99% -> Z=2,575

e = É a margem de erro máximo que eu quero admitir (por exemplo, 5%)

p = É a proporção que esperamos encontrar. Este parâmetro tende confundir bastante à primeira vista: Como vou saber qual proporção espero, se justamente estamos fazendo uma pesquisa para conhecer esta proporção?

Ainda por Ochoa (2013), a razão pela qual esta proporção “p” aparece na fórmula é que, quando uma população é muito uniforme, a convergência para uma população normal é

mais precisa, permitindo reduzir o tamanho da amostra. Se por exemplo, espera-se que no máximo a porcentagem de pessoas que não realizam a mesma atividade diariamente dentro de um mesmo grupo (Mecânico, Eletricista...) seja de 5%, pode-se usar este valor como “p” e o tamanho da amostra reduziria. No entanto, quando não se tem ideia do que esperar, a opção mais prudente seria usar o pior cenário: a população se distribui em partes iguais entre executantes da mesma tarefa e executantes de tarefas diferentes, logo “p = 50%”.

2.5 Confiabilidade

Com o aumento da demanda de mercado por produtos e equipamentos cada vez mais sofisticados, precisos e de melhor desempenho durante a execução das atividades, a necessidade de reduzir a probabilidade de falhas se tornou maior, o que está ligado diretamente a confiabilidade do item em questão (FOGLIATTO & RIBEIRO, 2009).

Kardec & Nascif (2001) relatam que o termo confiabilidade surgiu durante a década de 50, nos Estados Unidos, em análises de falha nos equipamentos eletrônicos para uso militar, desde então, o termo vem sendo utilizado de forma constante no ramo industrial e conceituá-lo é importante para sua compreensão, e foi definido como sendo a probabilidade de um equipamento exercer uma função requerida sob condições definidas de uso em um determinado tempo estabelecido. Assim como a NBR 5462 (1994), define confiabilidade de forma similar.

Fogliatto & Ribeiro (2009), afirma que os conceitos de confiabilidade e qualidade são constantemente confundidos. A diferença entre os dois termos é que a confiabilidade incorpora a passagem de tempo, já a qualidade não. O que é reafirmado por Gregório & Silveira (2018, p. 164), em que a “confiabilidade sempre deve estar atrelada a um período de tempo”.

Desta forma, se forem comparados dois parafusos idênticos, em que um é utilizado em uma dobradiça de porta e outro em uma mesa para suporte de serra circular em uma serralheria, pode-se julgar que a qualidade de ambos é igual, já a confiabilidade não, pois o esforço sofrido pelo segundo parafuso é maior, tendo assim, uma menor confiabilidade. Pelo exemplo pode-se afirmar, como expõe Fogliatto & Ribeiro (2009), que uma confiabilidade alta retrata uma alta qualidade, já o contrário não é possível.

Ainda por Fogliatto & Ribeiro (2009), o conceito de confiabilidade está relacionado à ação bem-sucedida de um produto ou sistema, na ausência de falhas, por um determinado intervalo de tempo, de acordo com o propósito a que foi destinado e as condições ambientais exercidas sob ele.

2.5.1 Confiabilidade humana

O termo confiabilidade vem sendo cada vez mais utilizado e sua abrangência não se limita somente a equipamentos e máquinas, sendo possível mensurar também quem executa a atividade com o equipamento em questão, essa confiabilidade da mão-de-obra é definida na literatura como confiabilidade humana.

A confiabilidade humana é peça fundamental em todas as empresas, principalmente nas de ramo industrial, onde tanto na equipe de manutenção que depende da experiência e habilidade do colaborador para atuar na máquina, quanto da equipe de produção que utiliza o equipamento de forma direta para execução das atividades propostas.

Segundo Pallerosi *et al* (2011, p. 25):

Confiabilidade humana é a qualidade ou estado de quem se pode confiar. Probabilidade de que uma pessoa não falhe no cumprimento de uma tarefa (ação) requerida, quando exigida, em um determinado período de tempo, em condições ambientais apropriadas e com recursos disponíveis para executá-las.

Ainda por Pallerosi *et al* (2011), a falta de conhecimento, lógica e razão estão ligados diretamente aos erros humanos, sendo os principais desvios causadores deste tipo de falha. A qualificação humana é de extrema importância para minimizar o erro humano, pois não existem pessoas à prova de falhas, mas as falhas podem ser mensuradas, previstas e quantificadas. Ficando a cargo da empresa o devido treinamento da equipe, fixando a importância e o impacto que suas atividades têm como um todo nos resultados obtidos, sendo para Santos & Batista (2014), o trabalho rotineiro e afunilado em seus devidos setores, causa um afastamento do indivíduo em relação a sua relevância e real propósito da atividade para o produto final.

2.5.2 Tempo produtivo

A produtividade é por vezes um dos termos mais citados nos setores industriais como medida de cobrança na produção, sendo utilizado das mais variadas formas em diversos motivos diferentes. Segundo o Dicionário Aurélio (2005, p. 656), entre as definições de

“produtividade”, tem-se que é a “relação entre a quantidade ou valor produzido e a quantidade ou valor dos insumos aplicados à produção”, de forma semelhante para Tupy & Yamaguchi (1998), a produtividade de um setor de produção seria a relação entre as quantidades de insumos e produtos.

Pela correlação e de acordo com o Dicionário Aurélio (2005) o termo “produtivo”, se refere aquele que produz, e de maneira análoga, pode-se inferir que o tempo produtivo seria o tempo no qual se está efetivamente produzindo, sem paradas, de forma que o insumo destinado está se transformando no produto em questão, como também é definido por Rocha (1992), de maneira semelhante.

Ainda segundo Rocha (1992), o tempo produtivo é aquele em que se deve excluir as ausências no trabalho e o tempo em que o empregado não teve condições de produzir, sendo porque não pode ou não quis, ficando apenas o tempo que esteve efetivamente trabalhando. Das diversas razões que impedem o colaborador de realizar a atividade laboral, pode-se citar:

- Preparo de máquina;
- Conserto de máquina;
- Inexistência momentânea de o quê produzir;
- Falta de energia etc.

Em que não é aconselhado deduzir certos tipos de tempos, como por exemplo os intervalos para o café e necessidades sanitárias e de higiene, por serem recorrentes, devem fazer parte da base de cálculo.

Para Jack (2015), o tempo gasto no trabalho se diferencia do tempo produtivo, devido a várias interferências que podem ocorrer ao longo do dia de trabalho reduzindo a produtividade, de forma que um trabalhador altamente produtivo é aquele que sabe otimizar melhor seu tempo, dedicando uma maior porcentagem do tempo para poder estar efetivamente produzindo. Essas interferências podem ser causadas por vários motivos e uma maneira de reduzi-las é compreender o tempo necessário para o término das atividades e a suas complexidades.

Ainda segundo Jack (2015), ao compreender o tempo gasto e a complexidade das atividades, uma melhor distribuição delas será recompensada por um maior tempo produtivo e conseqüentemente maior produtividade. Sendo possível reduzir o tempo gasto por perdas de concentração devido a trocas entre atividades sem correlação e/ou com complexidades muito diferentes, e de cansaço do empregado, de acordo com a distribuição das atividades pelo nível

de complexidade e duração em relação ao horário do dia, as reorganizando, assim, de forma satisfatória.

Com as devidas citações feitas, pode-se embasar de forma clara a teoria o que permeia o trabalho, permitindo o conhecimento do que representa a manutenção, os impactos de uma boa gestão da manutenção com suas práticas e métodos, a importância do PCM na sua forma de gerenciá-la, além da confiabilidade e das ferramentas estatísticas utilizadas. Esse contexto teórico é fundamental para o alcance dos objetivos do trabalho.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipos de Pesquisa

A abordagem desse estudo se dá de forma quantitativa e qualitativa. Sua abordagem é quantitativa, pois a partir dos dados obtidos, são gerados diversos gráficos e tabelas para a estratificação da informação, mensurando os resultados para a proposta de soluções práticas no local estudado.

Segundo Gressler (2004, p. 43):

O modelo quantitativo estabelece hipóteses que exigem, geralmente, uma relação entre causa e efeito e apoia suas conclusões em dados estatísticos, comprovações e testes. A realidade é constituída de fatos que podem ser observados. Os critérios da cientificidade são a verificação, a demonstração, os testes e a lógica matemática. Valoriza a experiência sensível, a verificação, o controle, o quantitativo e a neutralidade científica.

Sua abordagem é também qualitativa, ainda segundo Gressler (2004), pois busca-se entender a complexidade do problema em questão não só através da coleta e análise de dados, mas também do entendimento do ambiente observado, da equipe de trabalho e conhecimento empírico das atividades do setor, em que uma visão holística dos fenômenos, leva em consideração todos os componentes, interações e influências recíprocas.

Esse estudo pode ser classificado como uma pesquisa descritiva e exploratória. É uma pesquisa descritiva, pois proporciona e permite observar a relação dos dados com o ambiente estudado, como cada atividade realizada diariamente impacta na produtividade da equipe de manutenção.

Para Gil (2008, p. 28), a pesquisa descritiva:

Têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre as variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sobre este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados.

E sendo uma pesquisa exploratória, pois para Marconi & Lakatos (2005), o trabalho tem a tripla finalidade de desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com o ambiente, para proporcionar pesquisas futuras mais precisas e classificar conceitos. Aplica geralmente procedimentos sistemáticos ou análises de dados, obtendo assim, descrições tanto

quantitativas quanto qualitativas, em que o investigador conceitua as relações entre as propriedades do ambiente observado.

O estudo é classificado como estudo de caso, pois aborda uma pesquisa com base em um problema encontrado em determinado local, que analisa de forma clara métodos práticos para buscar soluções para as devidas interferências constatadas na mão de obra dos trabalhadores.

Segundo Gil (2008, p. 57), pode-se dizer que o estudo de caso:

O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados. O estudo de caso vem sendo utilizado com freqüência cada vez maior pelos pesquisadores sociais, visto servir a pesquisas com diferentes propósitos, tais como:

- a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- b) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; e
- c) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

3.2 Materiais e Métodos

Para que o estudo se dê de forma fluida os métodos utilizados devem seguir uma sequência lógica, para que guie o trabalho de forma clara e assertiva. Esta sequência lógica, vem demonstrada na Figura 7.

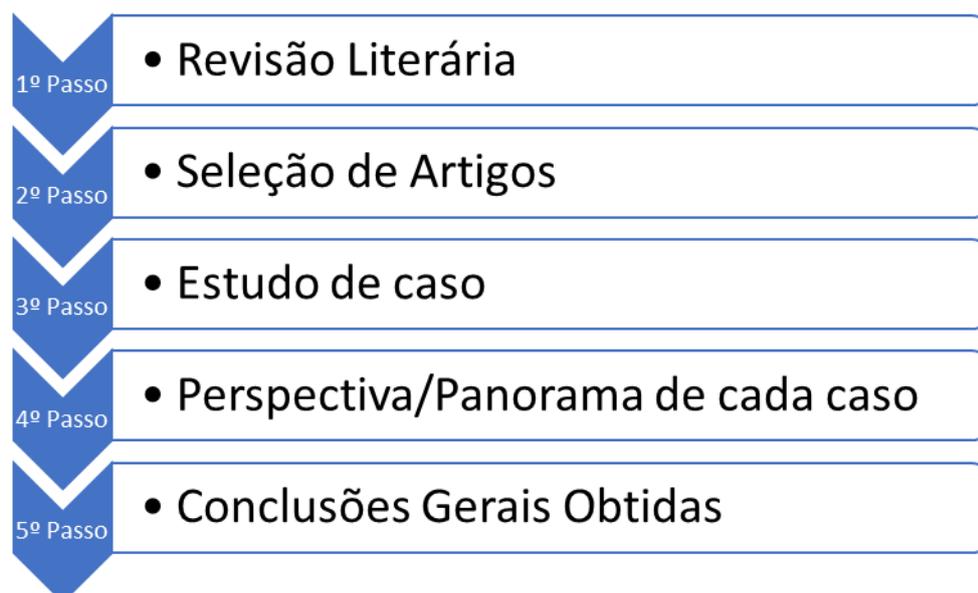


Figura 7: Materiais e Métodos

Fonte: Pesquisa direta (2018)

Conforme apresentado na Figura 7, inicialmente para o estudo foi realizada uma revisão literária, buscando o material teórico necessário para auxiliar na resolução do problema, e assim selecionar artigos considerados relevantes que foram estudados e analisados. Com o embasamento teórico, o estudo de caso foi realizado e então analisado em perspectiva com o panorama de cada caso, encerrando assim com as conclusões obtidas e recomendações para trabalhos futuros.

3.3 Variáveis e Indicadores

Para as análises do estudo realizado, a compreensão dos conceitos de variáveis e indicadores é necessária para entender e analisar os dados obtidos.

Segundo Marconi & Lakatos (2005, p. 137), variável pode ser considerada como “[...] uma classificação ou medida; uma quantidade que varia; um conceito operacional, que contém ou apresenta valores; aspecto, propriedade ou fator, discernível em um objeto de estudo e passível de mensuração”.

Para Tadachi & Flores (1997), os indicadores são formas quantificáveis usadas para representar as características de produtos e processos, sendo utilizados para o controle e melhoria da qualidade deles nas organizações ao longo do tempo.

Entender quais são as variáveis e os indicadores do presente trabalho é primordial para sua compreensão, para se ter noção de quais as proporções e alterações que as variáveis em análise podem sofrer. A Tabela 3 mostra a variável e os indicadores escolhidos para mensurar os resultados obtidos.

Tabela 3 – Variável e Indicadores

Variável	Indicadores
Produtividade de Mão de Obra (Tempo Produtivo)	Tempo de Trabalho Direto
	Tempo de Trabalho Indireto
	Tempo de Atividade Necessária
	Tempo de Interferência

Fonte: Pesquisa direta (2018)

Com o conhecimento dos indicadores da respectiva variável apresentados na Tabela 3, pode-se ter um maior controle e entendimento sobre o estudo realizado. Os quatro indicadores representam as quatro categorias de classificação das atividades do setor, são elas:

- Trabalho Direto (TD): atividade que agregar valor, em que o colaborador está efetivamente trabalhando;
- Trabalho Indireto (TI): atividade que não agrega valor, mas é necessária de ser realizada e deve ser calculada juntamente com o TD para saber o HH para programação, pois faz parte dos procedimentos do TD, como por exemplo: Preenchimento de documento de segurança; Setup (preparação); Limpeza e organização.
- Atividade Necessária: atividade que não agrega valor, não pode ser incluída no HH para a programação, mas é necessária na atividade diária, o que não exclui a possibilidade de melhoria, como por exemplo: DDS; Refeição; Reunião; Lanche; Vestiário (Banheiro).
- Interferência: atividade que não agrega valor, não pode ser incluída no HH para a programação e não é necessária para a atividade diária, essa categoria é a que mais há possibilidades de melhorias, pois interfere diretamente na atividade diária.

A Figura 8 demonstra o Cartão de Apontamento de Horas utilizado pelas equipes deste estudo, ele consiste no preenchimento do horário de início das várias tarefas e situações do mantenedor de acordo com os códigos pré-definidos. O cartão apresentado na Figura 8 é adaptado da empresa pesquisada, modificando-se as atividades presentes nos códigos para o devido setor estudado.

Vantagens:

- Simples preenchimento;
- Permite alto detalhamento.

Riscos:

- Marcação equivocada.

3.5 Tabulação de Dados

Para a tabulação de dados desta obra, utilizou-se o *software Microsoft Excel*, ferramenta a qual se gerou os gráficos e tabelas a partir dos dados obtidos. E para a documentação e registro dos dados do trabalho utilizou-se o *Microsoft Word*.

3.6 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados os devidos métodos, ferramentas e indicadores necessários para que seja possível a análise dos dados obtidos. Dando assim, o suporte para as discussões que serão apresentadas no próximo capítulo, em que será abordado o estudo de caso, auxiliando em seu desenvolvimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como definido na seção 1.3.1, o estudo tem o objetivo de analisar as interferências no tempo produtivo da equipe de manutenção na oficina de máquinas de grande porte. A seguir são apresentados os resultados em relação ao estudo de caso realizado para atender ao objetivo geral.

4.1 Caracterização da empresa e do setor

O trabalho é realizado em uma mineradora de ferro de grande porte, com capacidade de produção de mais de 20 milhões de toneladas de minério de ferro por ano. As reservas minerais da mina são expressivas, com alto teor de pureza, propriedades físicas e classificação do tipo *world class mine*.

O processo produtivo vai desde a extração do minério da rocha, perfuração e desmonte por explosivo, até o beneficiamento do minério de ferro, passando pelos processos de britagem primária, secundária e terciária onde já podem ser comercializados, sendo os produtos classificados em granulado, *sinter feed* e *pellet feed*.

O fluxograma do processo produtivo é representado na Figura 9.

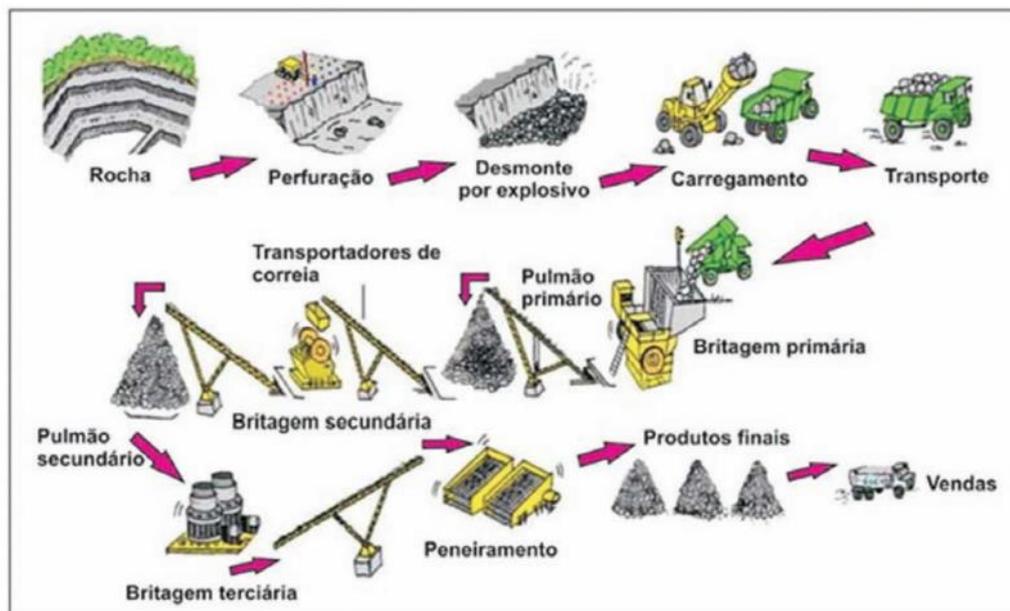


Figura 9: Fluxograma do processo produtivo de uma mineração

Fonte: Oliveira (2013, p. 80)

A Figura 9 destaca de forma geral o processo produtivo na mineração, sem que sejam representados todos os processos que englobam as reais atividades que ocorrem no dia a dia da mineradora.

Desde a retirada do minério dos paredões de rocha até o beneficiamento primário, são utilizados diversos equipamentos e é neste cenário que a Oficina de Máquinas de Grande Porte de Infraestrutura e Perfuração se encontra. O setor é responsável pela manutenção corretiva, preventiva e preditiva de 61 máquinas de grande porte destinadas a perfuração e infraestrutura da mina, que são atendidas em 8 baias com cobertura e área descoberta na oficina, além de atendimento direto na mina. Dentre as máquinas da unidade tem-se: Tratores de Esteira, Tratores de Pneu, Motoniveladoras e Perfuratrizes, que são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Máquinas de Grande Porte de Infraestrutura e Perfuração de mina

Máquina	Descrição
Trator de Esteira	É um equipamento de terraplenagem, realiza atividades como mover materiais ou fazer um nivelamento de acabamento. Seu sistema de esteiras permite a máquina movimentar com tração e precisão nos diferentes tipos e níveis de solo.
Trator de Pneu	Equipamento com capacidade de produção, combinada com mobilidade. Realizam mineração de superfície, limpeza, pilhas, manutenção de rodovias, recuperação e trabalhos onde é necessário percorrer entre vários locais.
Motoniveladora	Equipamento destinado a realizar a pavimentação de vias, o nivelamento de acabamento, misturar agregados e outros materiais, cortar ou limpar uma vala e fazer um aclave.
Perfuratriz	Equipamento utilizado para perfurar a rocha, produzindo furos de grande profundidade para serem introduzidos explosivos para o processo de desmonte.

Fonte: Adaptado do Catálogo de Equipamentos Caterpillar (2021)

Na Tabela 4 pode-se observar as funcionalidades e atividades às quais os determinados equipamentos de infraestrutura se destinavam. O setor se destina a realizar os reparos e tratativas necessárias para o bom funcionamento destes equipamentos, o que leva a necessidade de uma boa divisão das equipes de trabalho, com apropriação correta das

atividades para cada um. Como pode-se ver no organograma da Coordenação de Manutenção de Infraestrutura e Perfuração, representado na Figura 10.

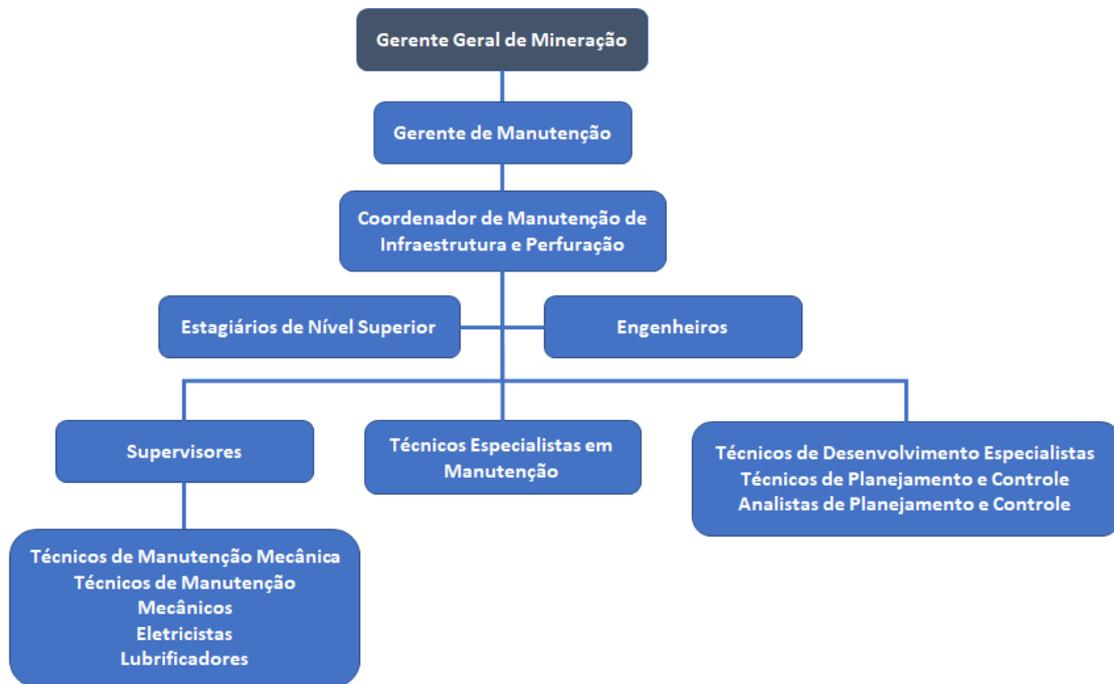


Figura 10: Organograma da Coordenação de Manutenção de Infraestrutura e Perfuração de Mina

Fonte: Adaptado da empresa pesquisada (2018)

Conforme ilustrado pela Figura 10, pode-se ver a divisão entre as áreas de planejamento e de execução das atividades, em que elas são determinadas de acordo com as análises dos engenheiros e em conjunto com o coordenador. Para uma melhor realização das atividades corretivas, preventivas e preditivas, foram divididas as equipes de execução em quatro grandes grupos pelos seus níveis e funções, sendo elas: Eletricistas, Lubrificadores, Mecânicos e Técnicos.

Para cada nível de função é exigido por regra da empresa um certo nível de certificação curricular para assumir determinado cargo. Para o cargo de Eletricista, Lubrificador e Mecânico, que vai de nível um a três, é necessário ter até o ensino médio concluído. Para os cargos de Técnicos, têm-se os níveis um, dois, três e especialista e para Analistas, os níveis de um a três, em que ter o tecnólogo concluído é exigido para ambos. Já para os Engenheiros, Coordenadores e cargos acima, o pré-requisito é o nível superior completo. Essa certificação mínima para as posições presentes no organograma da empresa garante, de certa forma, a confiabilidade humana necessária para os níveis de excelência esperados nos resultados.

4.2 Detalhamento dos tempos produtivos

O devido trabalho tem caráter exploratório e descritivo, e para que fosse possível realizar a coleta de dados das equipes de manutenção para as devidas análises, usou-se métodos estatísticos de amostragem para viabilizar o estudo.

Com a equação de amostragem em populações finitas apresentada na seção 2.4.1, aplicou-se ao quadro efetivo de funcionários do setor. Para a análise de dados abranger toda a equipe, incluindo sua divisão entre os turnos, foram coletadas informações nos horários das equipes do Administrativo (ADM) das 7:30 às 16:30 e equipes dos turnos X/Y (termologia da empresa para representar equipes de turno fora do horário Administrativo) das 6h às 15h e das 14h às 22h, que estão em contato direto com a execução das ações na oficina, como: Mecânicos, Eletricistas, Lubrificadores e Técnicos.

Para o devido trabalho foi definido que o nível hierárquico a ser analisado na coleta de dados deveria ir até o nível dois de cada função, pois para os colaboradores de nível três, especialista e cargos acima a execução de atividades manuais e diretas diminui, aumentando o tempo direcionado a reuniões e atividades administrativas.

Sendo a equação (8) para amostragem de populações finitas:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Para a análise do caso, estimou-se os seguintes dados para a equação de amostragem:

- $Z = 1,645$ (Nível de confiança desejado 90%);
- $e = 10\% = 0,1$ (Margem de erro máximo desejado);
- $p = 95\% = 0,95$ (Proporção de uniformidade entre as amostras, pois julgou-se que para uma mesma equipe a atividade laboral teria pouca variação).

Para se definir N (tamanho do universo) é necessário conhecer a quantidade de colaboradores a serem estudados em cada equipe. O efetivo da área para a equipe do ADM (7:30 – 16:30) é:

- Mecânica (Mec. I, II e Tec. I, II): $N = 7$
- Elétrica (Elet. I, II e Tec. I, II): $N = 5$

- Lubrificação (Lub. I, II e Tec. I, II): N = 3

O efetivo da equipe do Turno X/Y da Manhã (6h - 15h) é:

- Mecânica (Mec. I, II e Tec. I, II): N = 3

O efetivo da área para a equipe de Turno X/Y da Tarde (14h - 22h) é:

- Mecânica (Mec. I, II e Tec. I, II): N = 3

Com os cálculos devidamente feitos, a quantidade de amostras que devem ser coletadas são:

Para a equipe do ADM:

- Mecânica: n = 5
- Elétrica: n = 4
- Lubrificação: n = 3

Para a equipe de Turno X/Y da Manhã (6h - 15h):

- Mecânica: n = 3

Para a equipe de Turno X/Y da Manhã (14h - 22h):

- Mecânica: n = 3

Com os números das amostras definidos para que fosse possível representar o universo de estudo e o cartão de apontamento devidamente ajustado para abranger as atividades do setor (conforme apresentado na Figura 8), pode-se estipular um cronograma de coleta. Para isso, necessitou-se definir o número de amostras por dia para cada grupo, por exemplo, para a coleta de 5 amostras de Mecânicos necessita-se de 5 amostras para cada dia da semana, assim têm-se o real Homem Hora (HH) para cada dia separadamente, pois acredita-se que o HH difere para cada dia da semana.

Mas a coleta de 5 amostras em um único dia, além de ser inviável, pois ocuparia o tempo de boa parte dos mantenedores, poderia enviesar os dados, sendo todas as variáveis referentes a um único dia, e caso ocorresse algo atípico neste devido dia, os dados estariam tendenciosos a alguma certa atividade. Deste modo, diluiu-se a coleta de dados ao longo de três semanas, para viabilizar a coleta e ter um melhor tratamento dos dados, conforme o cronograma apresentado na

Tabela 5.

CRONOGRAMA COLETA DE DADOS																			
FUNÇÃO	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Mecânicos (ADM)	2	2	2	2	2			1	1	1	1	1			2	2	2	2	2
Elétrica (ADM)	1	1	1	1	1			2	2	2	2	2			1	1	1	1	1
Lubrificação (ADM)	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1
Mecânicos (X/Y) - Manhã	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1
Mecânicos (X/Y) - Tarde	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A

Tabela 5 ilustra a divisão da coleta durante 3 semanas, fazendo um rodízio programado dos colaboradores, para que o maior número de pessoas diferentes preenchesse o cartão, tendo maior variedade e uma situação mais condizente com a realidade do ambiente de trabalho.

Vale ressaltar que não foi estabelecido cronograma de coleta de dados nos finais de semana, mesmo as equipes dos turnos X/Y trabalhando, pela variação que ocorre na execução das atividades nestes dias. Com a ausência da equipe do ADM, pois só trabalham em dias úteis, os fluxos de produção e programação das atividades na mineradora mudam, ficando então estabelecido juntamente com a coordenação que a coleta de dados ocorreria somente nos dias úteis.

Com o cronograma estabelecido, foram realizadas duas apresentações previamente agendadas, após o término do primeiro DDS de cada equipe (uma de manhã para as equipes do ADM e turno X/Y da manhã e outra à tarde para o turno X/Y da tarde), para que todos os colaboradores estivessem alinhados sobre o estudo em questão. Nesta apresentação foi exposto o estudo de um modo geral, a relevância do trabalho, seus pontos positivos para o setor, a importância do comprometimento e colaboração para seu melhor desempenho, e um treinamento para orientar a maneira correta de como deve ser feito o apontamento dos códigos das atividades e seus respectivos horários, para evitar marcações equivocadas.

Os cartões então foram entregues para cada funcionário para que preenchessem durante o decorrer do dia, representado na Figura 11, iniciando a coleta de dados.

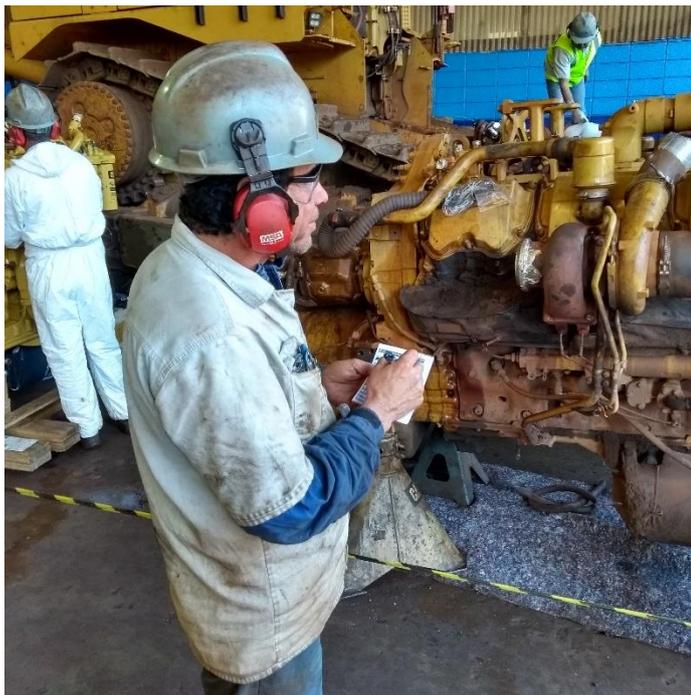


Figura 11: Preenchimento do cartão de apontamento

Fonte: Pesquisa direta (2018)

Na Figura 11 é representado o preenchimento do cartão de apontamento pelo colaborador, que a cada mudança de atividade marcava adequadamente o código da atividade e seu horário de início, não havendo necessidade do horário de fim, pois é representado pelo início da atividade seguinte.

Foram então lançados os dados coletados em planilhas utilizando o *software Excel* e gerado gráficos a partir delas, assim pôde-se estratificar as devidas análises relevantes para o estudo, sendo possível sugerir melhorias.

4.3 Análises das interferências

Com os dados estratificados foi possível obter a Tabela 6 e o gráfico da representatividade de cada atividade, na Figura 12, sobre as equipes de manutenção do ADM, para que fossem feitas as primeiras impressões sobre o estudo.

Tabela 6 – Utilização da Mão de Obra: ADM

Atividade	Soma de Total
Trabalhando	49,08%
Vestiário (Banheiro)	9,76%
Refeição	8,32%
Ag. ou buscando ferramenta	5,58%
DDS	4,32%
Preench.doc.segurança	3,91%
Em trânsito (veículo)	2,24%
Ag. ou procurando Material	2,10%
Limpeza e organização	2,04%
Interferência de atividade	1,88%
Em desloc. para atend.	1,72%
Ag. Equipamento auxiliar	1,55%
Em reunião	1,50%
Lanche	1,44%
Ag. Transporte	0,86%
Setup (preparação)	0,74%
Treinamento segurança	0,55%
Relatório	0,55%
Ag. Parada/desloc. Eqto	0,54%

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Tabela 6 apresenta a distribuição percentual de todos os dados coletados para a equipe do ADM (Mecânicos, Eletricistas e Lubrificadores), representando assim, a suposta divisão percentual do tempo de um dia de trabalho (9h, contando com o tempo de 1h reservado para refeição) de cada colaborador. Vale ressaltar que nem todas as atividades são exercidas durante um dia de trabalho por um colaborador, ou seja, nem todos os dias terão reuniões por exemplo, a tabela demonstra a representatividade se o conjunto delas fosse distribuído durante o período laboral de um dia. A Figura 12 ilustra os dados apresentados na Tabela 6.

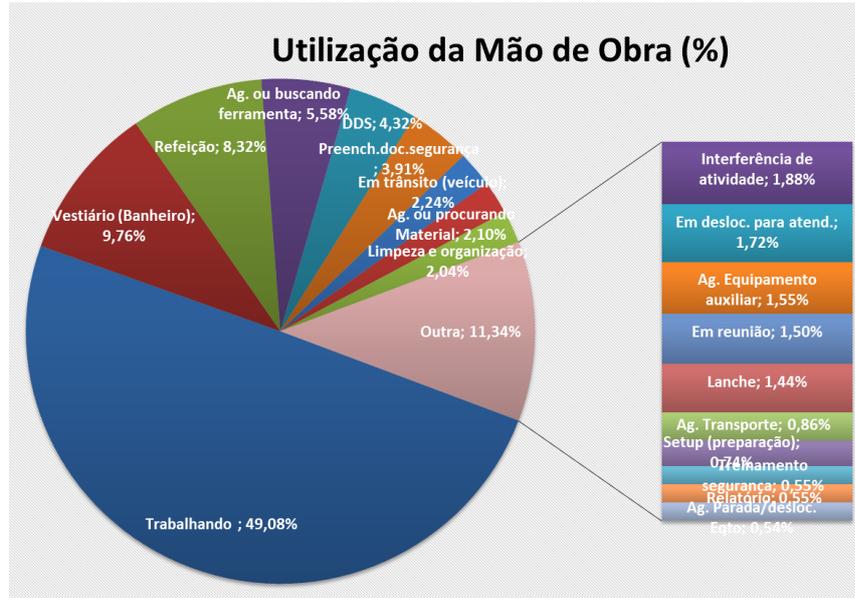


Figura 12: Gráfico da Utilização da Mão de Obra – ADM

Fonte: Pesquisa direta (2018)

Com os dados apresentados na Tabela 6 e na Figura 12 para uma melhor visualização, foram feitas as primeiras análises da distribuição do tempo durante o período laboral, entendendo de modo preliminar o que interfere no tempo produtivo da equipe.

Um dado que chama a atenção na Tabela 6 é que apenas 49,08% do tempo diário é considerado como efetivamente trabalhando, havendo grandes oportunidades e atividades que poderiam ser melhor executadas, para aumentar o tempo produtivo da equipe. Mas somente o dado da porcentagem de trabalho efetivamente executado e as divisões das outras atividades não era possível inferir alguma análise mais tangível.

Para isso, foi necessário agrupar as atividades para se ter ideia de quais interferem diretamente no tempo produtivo e o que impacta no *backlog* da programação semanal das ações a serem executadas, juntamente com o HH necessário para a execução delas. Deste modo, juntamente com a equipe do PCM foram classificadas as atividades em quatro categorias: Trabalho Direto (TD); Trabalho Indireto (TI); Atividade Necessária; e Interferência, devidamente descritas na seção 3.3:

Na

Tabela 7, é representado a classificação de cada código de atividade de acordo com as quatro categorias.

Tabela 7 – Classificação das atividades pela Categoria

COD.	DESCRIÇÃO	TIPO DE ATV.	COD.	DESCRIÇÃO	TIPO DE ATV.
0	Trabalhando	TD	19	Exame médico	NECESSÁRIA
1	Ag. Apoio Administrativo	INTERFERÊNCIA	20	Fechamento de cerco	INTERFERÊNCIA
2	Ag. Detonação	NECESSÁRIA	21	Folga/Abater hora-extra	INTERFERÊNCIA
3	Ag. Equipamento auxiliar	INTERFERÊNCIA	22	Instruindo	TI
4	Ag. Instrução	INTERFERÊNCIA	23	Interferência de atividade	INTERFERÊNCIA
5	Ag. Mão de Obra	INTERFERÊNCIA	24	Lanche	NECESSÁRIA
6	Ag. ou buscando EPI	NECESSÁRIA	25	Licença médica	INTERFERÊNCIA
7	Ag. ou buscando ferramenta	INTERFERÊNCIA	26	Limpeza e organização	TI
8	Ag. ou procurando Material	INTERFERÊNCIA	27	Mau Tempo	INTERFERÊNCIA
9	Ag. Parada/desloc. Eqto	INTERFERÊNCIA	28	Preench.doc.segurança	TI
10	Ag. Serviço	INTERFERÊNCIA	29	Relatório	TI
11	Ag. Transporte	INTERFERÊNCIA	30	Setup (preparação)	TI
12	Consulta técnica	TI	31	Treinamento segurança	NECESSÁRIA
13	DDS	NECESSÁRIA	32	Treinamento técnico	NECESSÁRIA
14	Em desloc. para atend.	NECESSÁRIA	33	Troca de Turno	INTERFERÊNCIA
15	Em reunião	NECESSÁRIA	34	Vestiário (Banheiro)	NECESSÁRIA
16	Em trânsito (Ônibus)	INTERFERÊNCIA	35	Refeição	NECESSÁRIA
17	Em trânsito (veículo)	INTERFERÊNCIA	99	Fim de turno	NECESSÁRIA
18	Em tutoria	NECESSÁRIA			

Fonte: Pesquisa direta (2018)

De acordo com as quatro categorias determinadas para fundamentar as análises do estudo e classificando cada atividade, de acordo com a

Tabela 7, presente no cartão de apontamento, pôde-se ter uma visão mais clara das atividades que agregam valor, que são necessárias ou que interferem no tempo produtivo da equipe. Melhoram-se assim, as análises, curadoria e percepções dos dados ao longo do estudo.

Com as atividades devidamente classificadas, pode-se agrupá-las para inferir melhores análises de como está a distribuição dos tempos gastos ao longo do dia de trabalho da equipe na oficina, representados na Figura 13.

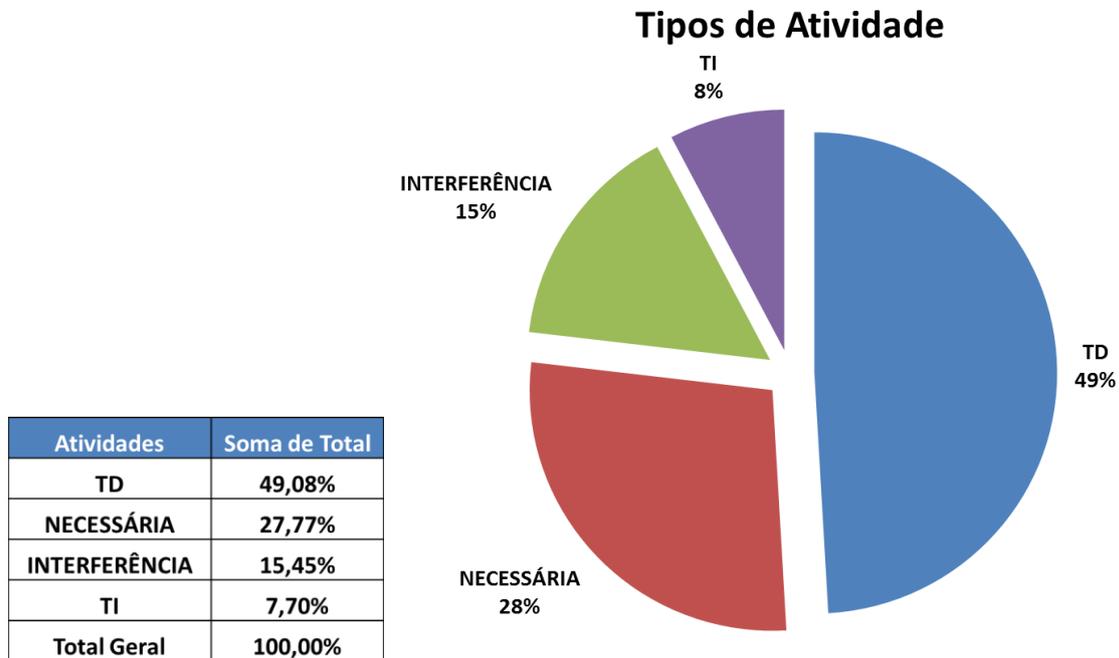


Figura 13: Atividade agrupada: ADM

Fonte: Pesquisa direta (2018).

A Figura 13 retrata a representatividade em porcentagem de cada categoria de acordo com o agrupamento proposto no estudo e ilustra graficamente essa representatividade no período laboral para uma melhor visualização. Com a Figura 13 pode-se ter uma melhor visão de como está ocorrendo a divisão dos tempos nas atividades do setor. Observa-se de maneira preliminar uma janela de oportunidade de 15,45% de melhoria no tempo gasto com Interferências na atividade laboral, tendo em vista que as interferências representam atividades que não agregam valor, não podem ser incluídas no HH para a programação e não é necessária para a atividade diária.

Com os dados agrupados pode-se calcular o real HH da equipe de manutenção do ADM, que deve ser passado para a equipe do PCM na programação das atividades semanais, somando o Trabalho Direto (TD) com o Trabalho Indireto (TI):

$$\text{*HH Disponível (TD+TI) = 63,53\%}$$

**Horário de trabalho reduzido de 1h de refeição.*

O HH Disponível se refere ao denominador apresentado no item “vi” da seção 2.3.1 ($\sum HH \text{ instalado}$), ou seja, é o HH disponível para ser utilizado pela equipe do PCM na atribuição de ordens para as equipes. Sendo assim, do total de horas dos colaboradores do ADM disponíveis para executar atividades em uma determinada semana, 63,53% deste valor é que realmente deveria ser utilizado para os cálculos da programação de ordens. É somado o TI ao TD para o cálculo do HH Disponível, pois as atividades atribuídas a TI fazem parte do escopo de atividades presentes nas ordens de manutenção.

Com o devido trabalho também foi possível calcular quais dias da semana os colaboradores mais estão efetivamente trabalhando, representado na Figura 14.

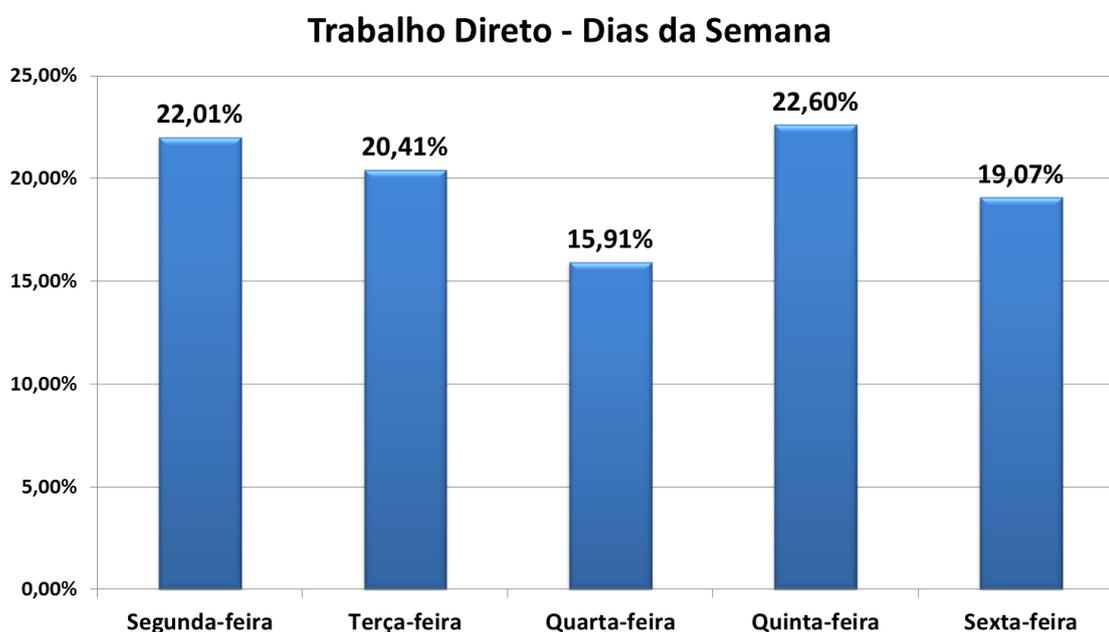


Figura 14: Trabalho Direto por dias da semana: ADM

Fonte: Pesquisa direta (2018).

Com o gráfico apresentado na Figura 14, pode-se analisar quais dias da semana tem a maior representatividade de Trabalho Direto (TD) no horário do ADM, dessa forma os Técnicos de Planejamento podem inferir melhores análises sobre as programações semanais e ajustar o quadro de ações a serem executadas de maneira mais eficiente.

Em sequência será apresentado na Tabela 8 e na Figura 15, os dados e o gráfico obtidos para a equipe de Mecânicos do ADM.

Tabela 8 – Utilização da Mão de Obra: ADM - Mecânico

Atividade	Soma de Total
Trabalhando	45,92%
Vestiário (Banheiro)	10,72%
Refeição	7,87%
Ag. ou buscando ferramenta	8,42%
DDS	4,18%
Em trânsito (veículo)	3,95%
Ag. ou procurando Material	3,89%
Ag. Equipamento auxiliar	2,08%
Em reunião	2,07%
Limpeza e organização	1,46%
Ag. Transporte	1,46%
Em desloc. para atend.	1,44%
Ag. Parada/desloc. Eqto	1,29%
Lanche	1,17%
Interferência de atividade	1,14%
Ag. Instrução	0,85%
Preench.doc.segurança	0,63%

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Tabela 8 apresenta a distribuição percentual de todos os dados coletados para a equipe de Mecânicos do ADM, representando assim, a suposta divisão percentual do tempo de um dia de trabalho (9h, contando com o tempo de 1h reservado para refeição) de cada colaborador. Nem todas as atividades são exercidas durante um dia de trabalho por um colaborador, a tabela demonstra a representatividade se o conjunto delas fosse distribuído durante o período laboral de um dia. A Figura 15 ilustra os dados apresentados na Tabela 6.

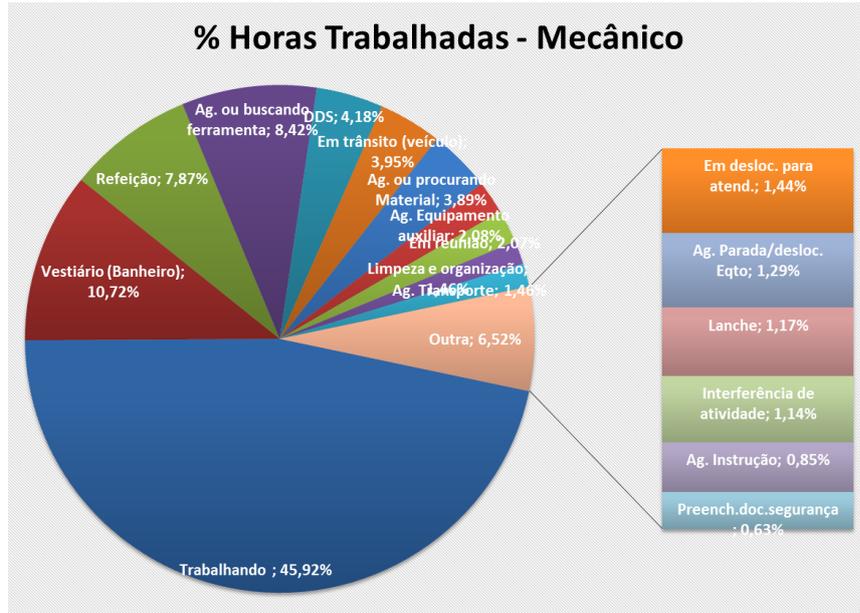


Figura 15: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: ADM – Mecânico

Fonte: Pesquisa direta (2018)

É notável pela Tabela 8 e visível graficamente pela Figura 15 o tempo gasto pela equipe de Mecânicos do ADM em “Aguardando ou Buscando Ferramenta”, isso representa de forma clara e afirma pontos já levantados entre a equipe em situações passadas de problemas no setor do Almojarifado, que vêm causando atrasos no atendimento, gerando filas para a retirada de material e ferramentas, impactando diretamente nos indicadores de MTTR (Tempo Médio de Reparo) e DF (Disponibilidade Física).

É perceptível também o tempo gasto com preenchimento de protocolos de segurança, que está em último na classificação. Podendo-se inferir sobre quesitos relacionados à segurança na equipe, tais como a falta de comprometimento com o preenchimento dos documentos de segurança, a falta de atenção nas percepções de risco das atividades ou a pressão da coordenação para a execução das ordens interferem no preenchimento dos documentos com atenção e segurança.

A seguir é apresentado na Tabela 9 e na Figura 16, os dados e o gráfico obtidos para a equipe de Eletricistas do ADM.

Tabela 9 – Utilização da Mão de Obra: ADM - Elétrica

Atividade	Soma de Total
Trabalhando	61,17%
Refeição	9,22%
Vestiário (Banheiro)	9,01%
Ag. ou buscando ferramenta	3,83%
DDS	3,45%
Preench.doc.segurança	2,80%
Limpeza e organização	1,61%
Em trânsito (veículo)	1,53%
Em reunião	1,50%
Treinamento segurança	1,03%
Lanche	0,98%
Ag. ou procurando Material	0,85%
Ag. Transporte	0,62%
Consulta técnica	0,62%

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Tabela 9 apresenta a distribuição percentual de todos os dados coletados para a equipe de Eletricistas do ADM, representando assim, a suposta divisão percentual do tempo de um dia de trabalho (9h, contando com o tempo de 1h reservado para refeição) de cada colaborador. Lembrando que nem todas as atividades são exercidas durante um dia de trabalho por um colaborador, a tabela demonstra a representatividade se o conjunto delas fosse distribuído durante o período laboral de um dia. A Figura 16 ilustra os dados apresentados na Tabela 9.

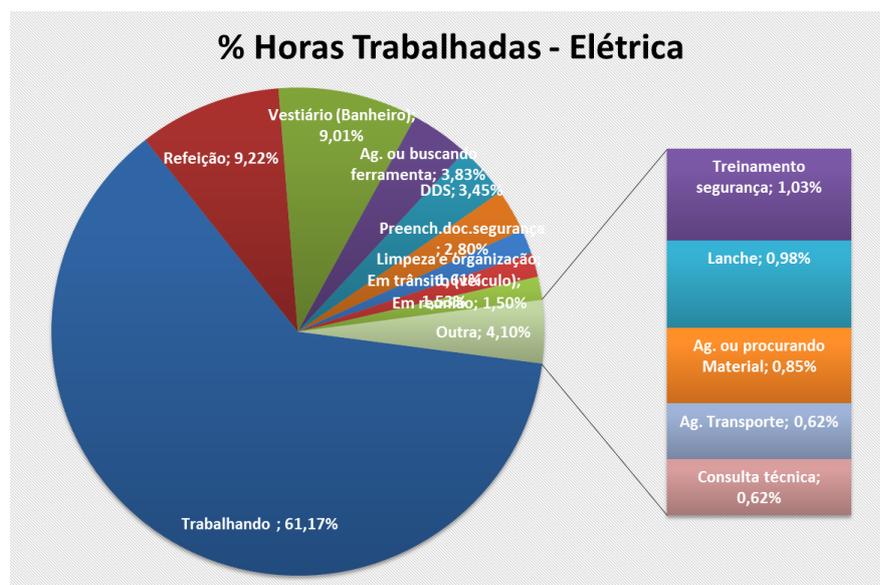


Figura 16: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: ADM – Elétrica

Fonte: Pesquisa direta (2018)

Com os dados coletados e sua distribuição representada na Tabela 9 e visivelmente ilustrada na Figura 16, nota-se a alta porcentagem relacionada à “Trabalhando” na equipe Elétrica, com 61,17%, o que traz questionamentos sobre a confiabilidade humana. Apresentando os dados para o coordenador e engenheiros, podendo-se inferir que a marcação tenha sido feita de forma errônea, mesmo com o treinamento realizado previamente para as equipes, trazendo pontos de alinhamento de valor e gerencial, em que ou os trabalhadores estavam com receio de se expor ou falta de comprometimento ou a gerência e supervisão não tem um bom diálogo com a equipe para demonstrar a importância e os ganhos que um trabalho feito para melhorar o setor poderia trazer, levantando assim questionamento quanto à confiabilidade humana e liderança da equipe.

Em sequência é apresentado na Tabela 10 e na Figura 17, os dados e o gráfico obtidos para a equipe de Lubrificação do ADM.

Tabela 10 – Utilização da Mão de Obra: ADM - Lubrificação

Atividade	Soma de Total
Trabalhando	38,23%
Preench.doc.segurança	10,88%
Lanche/Refeição	10,40%
Vestiário (Banheiro)	8,66%
DDS	5,73%
Interferência de atividade	5,66%
Em desloc. para atend.	4,00%
Limpeza e organização	3,58%
Ag. ou buscando ferramenta	3,14%
Setup (preparação)	2,81%
Ag. Equipamento auxiliar	2,61%
Lanche	2,52%
Relatório	2,03%
Ag. ou procurando Material	0,78%

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Tabela 10 apresenta a distribuição percentual de todos os dados coletados para a equipe de Lubrificadores do ADM, representando assim, a suposta divisão percentual do tempo de um dia de trabalho (9h, contando com o tempo de 1h reservado para refeição) de cada colaborador. Lembrando que nem todas as atividades são exercidas durante um dia de trabalho por um colaborador, a tabela demonstra a representatividade se o conjunto delas fosse distribuído durante o período laboral de um dia. A Figura 17 ilustra os dados apresentados na Tabela 10.

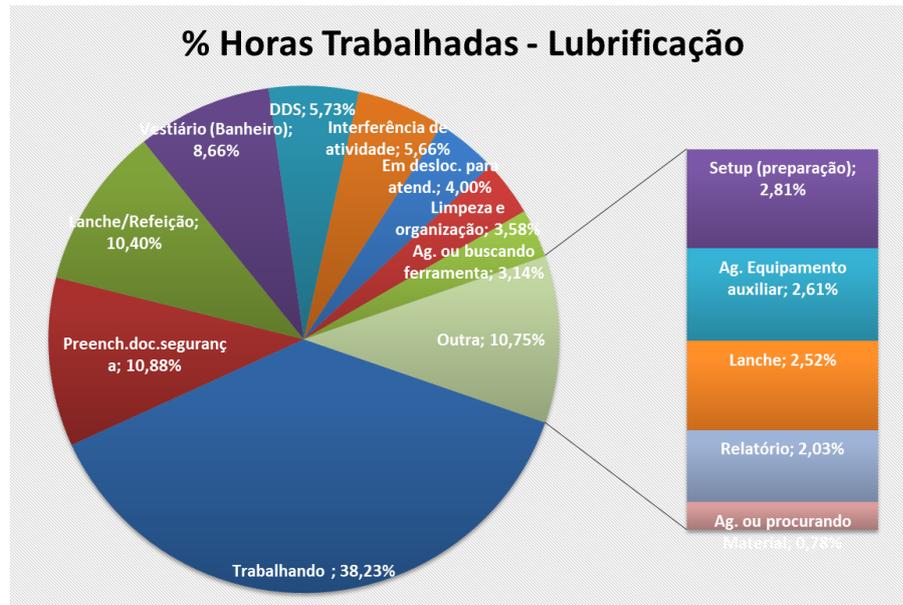


Figura 17: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: ADM – Lubrificação

Fonte: Pesquisa direta (2018)

Pode-se notar que o tempo efetivamente trabalhando da equipe de Lubrificação apresentado na Tabela 10 e graficamente ilustrado na Figura 17 é baixo, com 38,23%. Mas este valor já era esperado que fosse baixo, o estudo veio para comprovar, devido a necessidade de os Lubrificadores serem os primeiros ou esperarem a finalização de outras equipes para atuarem nas máquinas, tendo interferência de deslocamento, organização e limpeza do ambiente de trabalho. No preenchimento dos cartões em *feedback* (retorno) feito com a equipe ao longo do estudo, viu-se que marcaram como “Interferência de Atividade” paradas para deslocamento ou limpeza do local, por receio de marcar algo errado no cartão por interpretações confusas do que deveria ser realmente marcado. Isso traz questionamentos de confiabilidade humana e melhores treinamentos para reciclagem e desenvolvimento da equipe.

A possibilidade de realizar análises direcionadas para cada equipe do ADM, devido a utilização do cálculo de amostragem, ressalta a importância dessa ferramenta, em que a representatividade discriminada das atividades para cada equipe, apresentadas na Tabela 8, Tabela 9 e Tabela 10, divergem das porcentagens da equipe em geral, demonstradas na Tabela 6. Podendo assim, aprofundar mais nas peculiaridades de cada equipe, ajudando a equipe de PCM a ter um melhor entendimento do efetivo da área.

Em sequência é apresentado na Tabela 11 os dados coletados para a equipe do turno X/Y de modo geral, juntando-se à equipe que atua no período da manhã e tarde, sendo ilustrados na Figura 18.

Tabela 11 – Utilização da Mão de Obra: Turnos X/Y Geral

Atividade	Soma de Total
Trabalhando	56,73%
Lanche/Refeição	10,72%
Vestiário (Banheiro)	7,32%
Limpeza e organização	4,67%
Ag. ou buscando ferramenta	2,60%
Ag. Equipamento auxiliar	2,11%
DDS	2,11%
Consulta técnica	1,92%
Interferência de atividade	1,78%
Preench.doc.segurança	1,53%
Troca de Turno	1,45%
Em desloc. para atend.	1,11%
Setup (preparação)	1,08%
Ag. ou procurando Material	0,98%
Em trânsito (Ônibus)	0,82%
Relatório	0,81%
Instruindo	0,79%

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Tabela 11 apresenta a distribuição percentual de todos os dados coletados para a equipes dos turnos X/Y, representando assim, a suposta divisão percentual do tempo de um dia de trabalho (9h, contando com o tempo de 1h reservado para refeição) de cada colaborador. Sendo que nem todas as atividades são exercidas durante um dia de trabalho por um colaborador, a tabela demonstra a representatividade se o conjunto delas fosse distribuído durante o período laboral de um dia. A Figura 18 ilustra os dados apresentados na Tabela 11.

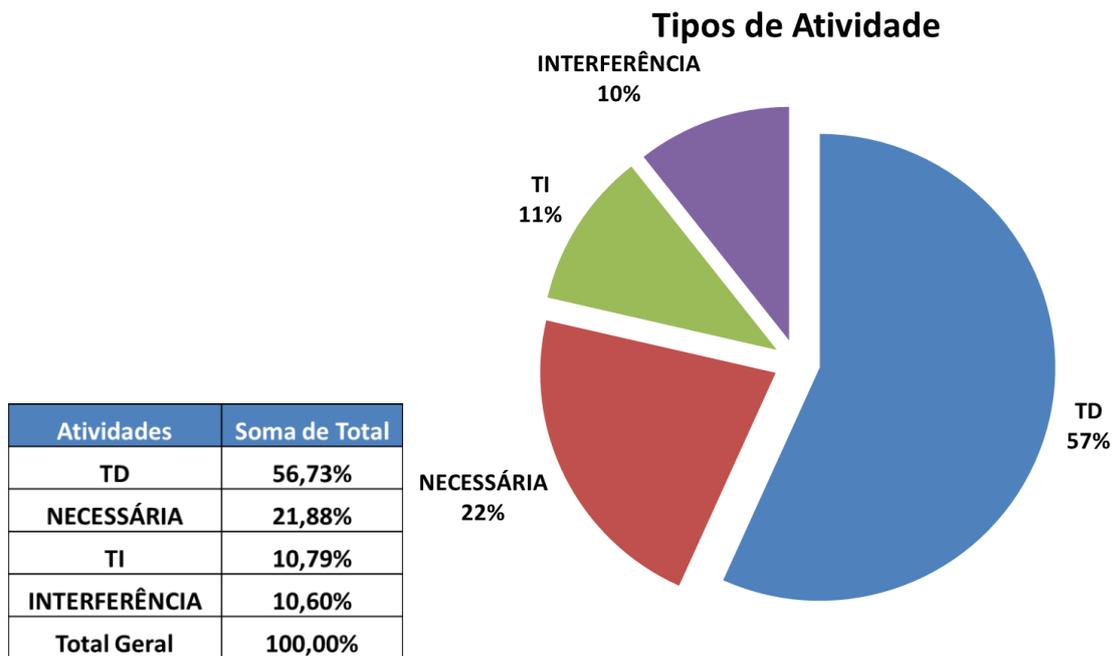


Figura 19: Atividade agrupada: Turno X/Y Geral

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Figura 19 retrata a representatividade em porcentagem de cada categoria de acordo com o agrupamento proposto no estudo e ilustra graficamente essa representatividade no período laboral para uma melhor visualização. Com a Figura 19 pode-se ter uma melhor visão de como está ocorrendo a divisão dos tempos das atividades no setor, para a equipe dos turnos X/Y.

Com a Tabela 11 e a Figura 18 é perceptível a maior proporção de tempo efetivamente trabalhando (56,73%) em relação ao turno ADM (49,03%) na Figura 13, isso se deve ao fato das equipes dos turnos X/Y trabalharem em horário diferente do ADM, pois neste horário encontra-se todo o corpo de funcionários, desde os mantenedores até a gerência, tendo muitas interferências nos processos, tanto pelo maior acúmulo de pessoas quanto pelo fato de intervenções necessárias, feitas pelos engenheiros ou técnicos especialistas para melhor entendimento da causa ou da atuação necessária para correção da falha no equipamento.

Outro ponto de destaque é o tempo gasto com “Limpeza e Organização”, que é visível uma maior representatividade nos turnos do X/Y em relação ao ADM, isso também se dá pelo horário de atuação, pois as equipes do X/Y são as primeiras a chegar (6h) e as últimas a sair (22h), deste modo as atividades de 5S ficam mais direcionadas a esta equipe, mas ressaltam oportunidades de melhoria pelo seu número expressivo, que mesmo sendo uma atividade de Trabalho Indireto (TI) apresenta capacidade de redução.

Pode-se observar também uma janela de oportunidade de 10,79% de melhoria no tempo gasto com Interferências na atividade laboral, de modo geral apresentado pelo turno X/Y.

Com os dados agrupados pode-se calcular o real HH da equipe de manutenção dos turnos X/Y (manhã e tarde), que deve ser passado para a equipe do PCM na programação das atividades semanais, somando o Trabalho Direto (TD) com o Trabalho Indireto (TI):

$$\text{*HH Disponível (TD+TI) = 75,54\%}$$

**Horário de trabalho reduzido de 1h de refeição.*

Com os dados dos turnos X/Y apresentados de modo geral na Tabela 11 e Figura 19, agora serão demonstradas as divisões do turno pelo horário de atuação. A Tabela 12 apresenta os dados coletados para a equipe do turno X/Y do horário da manhã.

Tabela 12 – Utilização da Mão de Obra: Turno X/Y Manhã

Atividade	Soma de Total
Trabalhando	54,83%
Lanche/Refeição	11,63%
Vestiário (Banheiro)	6,53%
Limpeza e organização	4,44%
Ag. ou buscando ferramenta	3,78%
Interferência de atividade	2,70%
Em desloc. para atend.	2,10%
DDS	2,00%
Consulta técnica	1,86%
Ag. ou procurando Material	1,80%
Preench.doc.segurança	1,59%
Troca de Turno	1,13%
Setup (preparação)	1,12%
Em trânsito (Ônibus)	0,83%
Relatório	0,75%
Ag. Serviço	0,56%
Instruindo	0,56%
Ag. ou buscando EPI	0,51%

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Tabela 12 apresenta a distribuição percentual de todos os dados coletados para a equipe do turno X/Y da manhã, representando assim, a suposta divisão percentual do tempo de um dia de trabalho (9h, contando com o tempo de 1h reservado para refeição) de cada colaborador. Vale lembrar que nem todas as atividades são exercidas durante um dia de trabalho por um colaborador, a tabela demonstra a representatividade se o conjunto delas

fosse distribuído durante o período laboral de um dia. A Figura 20 ilustra os dados apresentados na Tabela 12.

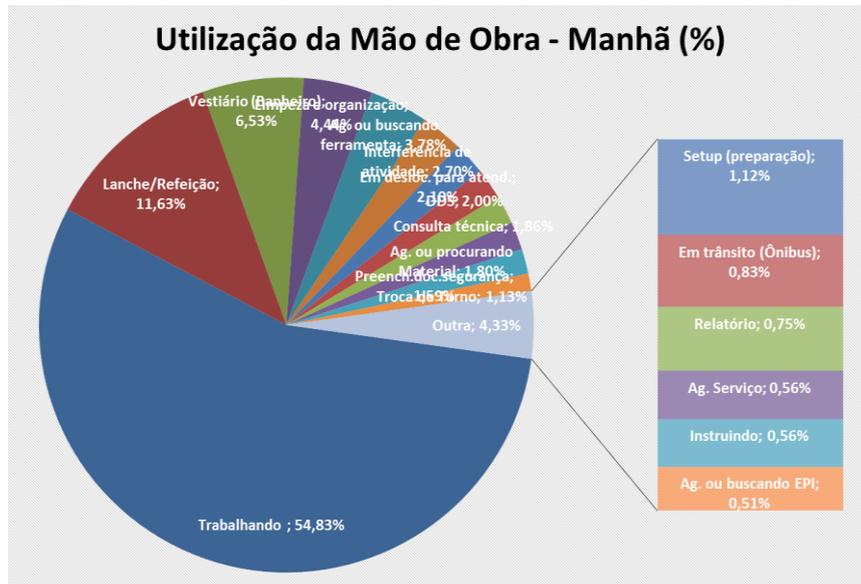


Figura 20: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: Turno X/Y Manhã

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Figura 20 vem para reafirmar com ilustração da Tabela 12, a análise apresentada na Tabela 11, na qual o tempo efetivamente trabalhando e o tempo dedicado à “Limpeza e Organização” é maior que o da equipe do ADM. Assim como na Figura 19, a Figura 21 traz as atividades agrupadas de acordo com as suas categorias.

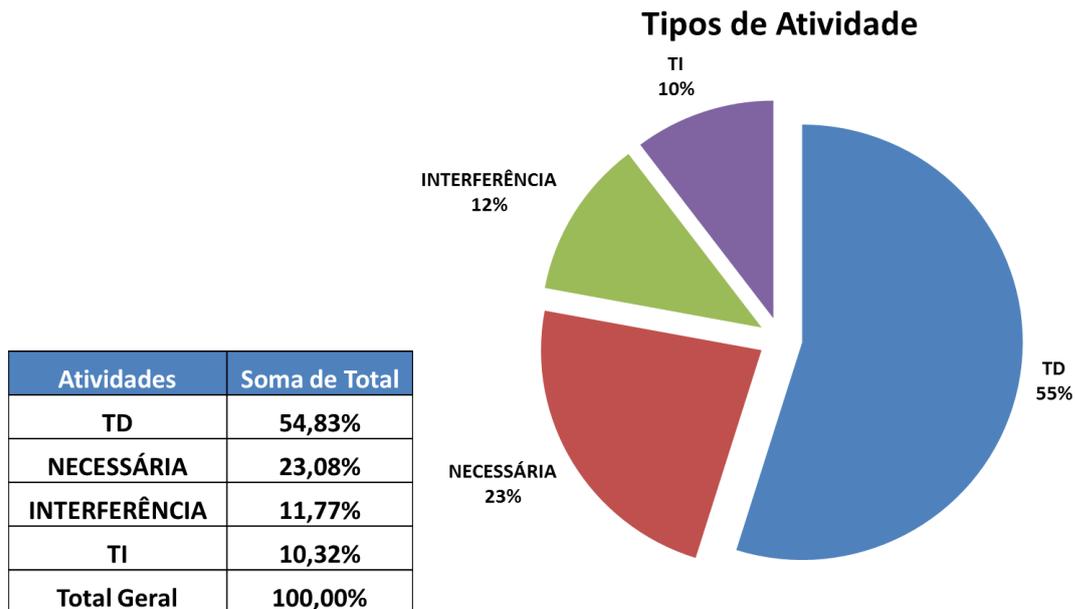


Figura 21: Atividade agrupada: Turno X/Y Manhã

Fonte: Pesquisa direta (2018)

Com o agrupamento das atividades por categorias na Figura 21, pode-se observar que 11,77% se referem a Interferências, representando oportunidades de melhoria no tempo produtivo da equipe, tendo em vista que as interferências representam atividades que não agregam valor, não podem ser incluídas no HH para a programação e não é necessária para a atividade diária.

Com os dados agrupados pode-se calcular o real HH da equipe de manutenção do turno X/Y da manhã, que deve ser passado para a programação das atividades semanais para execução do *backlog*, somando o Trabalho Direto (TD) com o Trabalho Indireto (TI):

$$\text{*HH Disponível (TD+TI) = 73,29\%}$$

**Horário de trabalho reduzido de 1h de refeição.*

Com os dados obtidos pelo trabalho, representado na Figura 22, também foi possível calcular quais dias da semana os colaboradores mais trabalham no devido turno do X/Y:

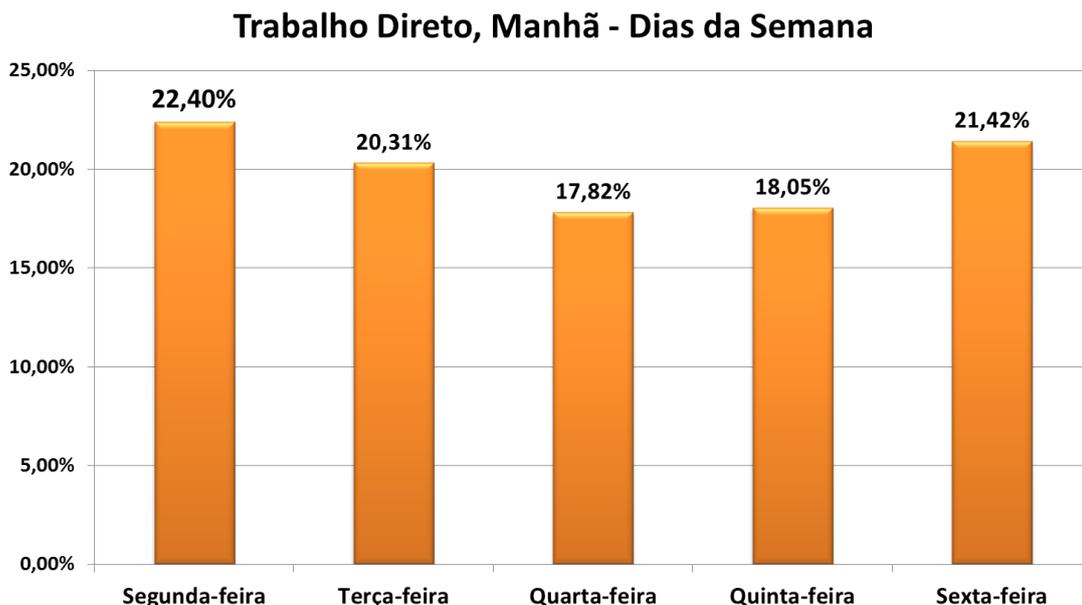


Figura 22: Trabalho Direto por dias da semana: Turno X/Y Manhã

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Figura 22, demonstra quais dias da semana tem a maior representatividade de Trabalho Direto (TD) no turno X/Y pela manhã. Dessa forma a equipe de Planejamento pode elaborar uma melhor programação para o cumprimento do *backlog* da semana. Se percebe uma semelhança da distribuição do tempo total de Trabalho Direto da Figura 22 em relação a Figura 14 do ADM, as diferenças são aparentes na quinta e na sexta.

De forma semelhante, em sequência serão apresentados na Tabela 13 e ilustrados na Figura 23 os dados obtidos para a equipe do turno X/Y do horário da tarde.

Tabela 13 – Utilização da Mão de Obra: Turno X/Y Tarde

Atividade	Soma de Total
Trabalhando	58,86%
Lanche/Refeição	9,69%
Vestiário (Banheiro)	8,20%
Limpeza e organização	4,92%
Ag. Equipamento auxiliar	4,34%
DDS	2,22%
Consulta técnica	1,97%
Troca de Turno	1,81%
Preench.doc.segurança	1,46%
Ag. ou buscando ferramenta	1,28%
Instruindo	1,06%
Setup (preparação)	1,03%
Relatório	0,88%
Em trânsito (Ônibus)	0,81%
Interferência de atividade	0,76%

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Tabela 13 apresenta a distribuição percentual de todos os dados coletados para a equipe do turno X/Y da tarde, representando assim, a suposta divisão percentual do tempo de um dia de trabalho (9h, contando com o tempo de 1h reservado para refeição) de cada colaborador. Vale lembrar que nem todas as atividades são exercidas durante um dia de trabalho por um colaborador, a tabela demonstra a representatividade se o conjunto delas fosse distribuído durante o período laboral de um dia. A Figura 23 ilustra os dados apresentados na Tabela 13.

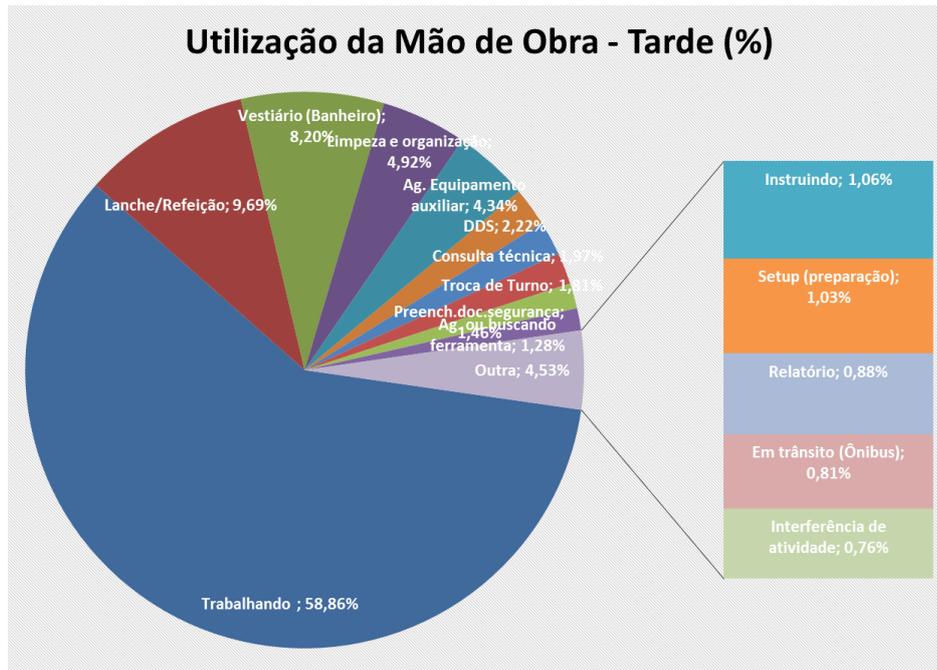


Figura 23: Gráfico da Utilização da Mão de Obra: Turno X/Y Tarde

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Figura 23 também reafirma com a ilustração da Tabela 13 as análises apresentadas na Tabela 11 e Tabela 12, nas quais o tempo efetivamente trabalhando do turno X/Y é maior que o da equipe do ADM, mas apresenta uma porcentagem maior em relação ao turno da manhã, isso se deve a janela de trabalho da equipe sem a presença dos colaboradores do ADM ser maior, e assim como na Tabela 12 o tempo dedicado a “Limpeza e Organização” é maior, devido ao fechamento do dia ficar em seu turno, sendo direcionado uma parcela do tempo para essa atividade. A Figura 24 traz as atividades agrupadas de acordo com as suas categorias.

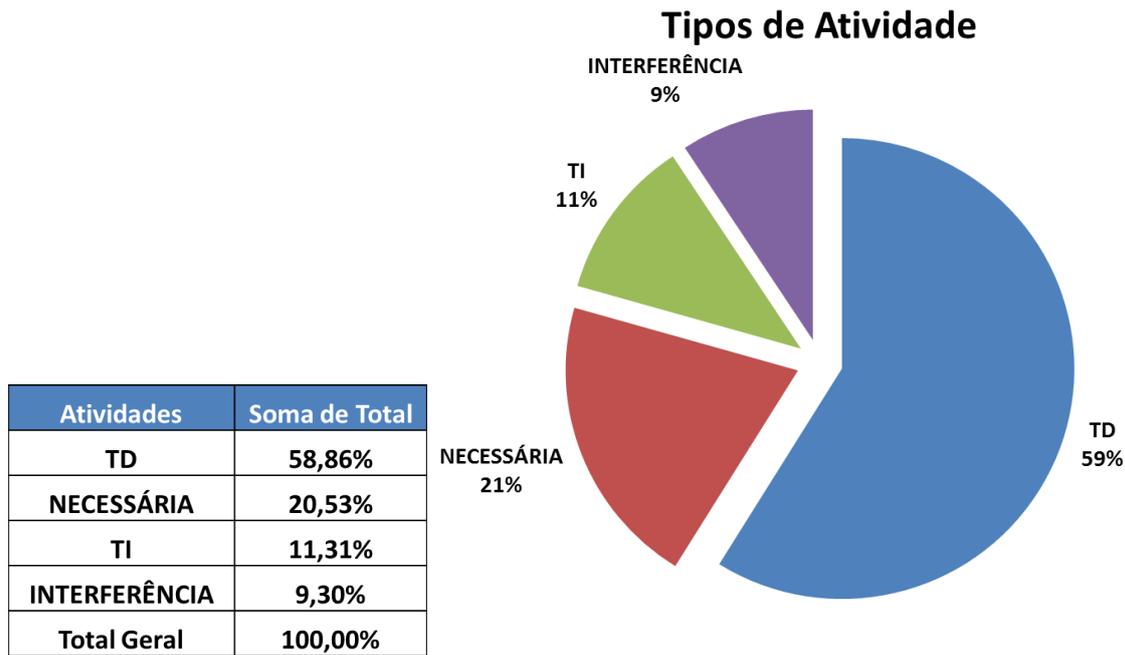


Figura 24: Atividade agrupada: Turno X/Y Tarde

Fonte: Pesquisa direta (2018)

Na Figura 24, a divisão das atividades por categorias revela que 9,30% se referem as Interferências, esse valor reduzido é aparente devido ao menor fluxo de pessoal neste horário de trabalho. Essa baixa representatividade de Interferências neste turno também representa oportunidades de melhoria no tempo produtivo, aumentando o quadro de funcionários, já que possui o melhor aproveitamento de HH das equipes, como apresentado a seguir.

Com os dados agrupados pode-se calcular o real HH da equipe de manutenção do turno X/Y da tarde, que deve ser passado para a programação das atividades semanais, somando o Trabalho Direto (TD) com o Trabalho Indireto (TI):

$$\text{*HH Disponível (TD+TI) = 80,19\%}$$

**Horário de trabalho reduzido de 1h de refeição.*

A Figura 25 apresenta a distribuição do Trabalho Direto ao longo dos dias da semana no turno do X/Y da tarde:

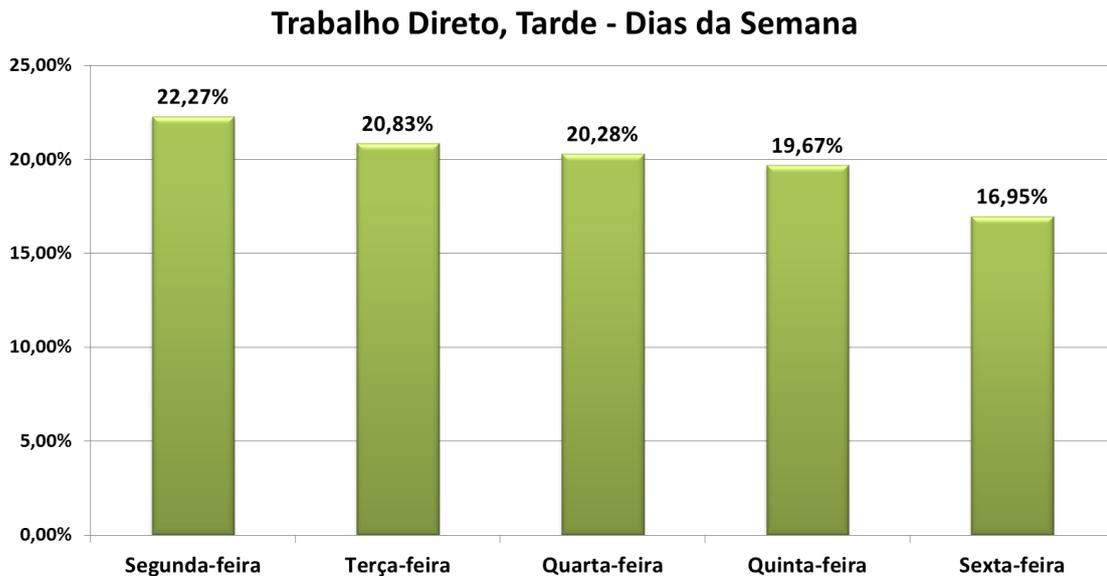


Figura 25: Trabalho Direto por dias da semana: Turno X/Y Tarde

Fonte: Pesquisa direta (2018)

Diferente das Figura 14 e Figura 22, a Figura 25 decresce ao longo da semana em relação ao Trabalho Direto (TD), esse dado orienta a equipe de programação na elaboração do *backlog* da semana. Em discussão com a equipe de engenheiros e coordenador do setor para analisar os gráficos apresentados na Figura 14, Figura 22 e Figura 25 para chegar a uma afirmação do motivo que leva a essa variação na efetividade do tempo produtivo, a conclusão estabelecida foi de que as causas são por fatores de cunho social e cultural, dentre os quais pouco poderia ser feito quanto empresa para modificar o cenário, deixando os percentuais mais equiparados. Sendo assim os dados apresentados têm valor em quesitos de priorização e programação de *backlog* e melhor entendimento do dia a dia das atividades laborais da equipe.

Com a formulação de todos os gráficos e dados analisados, viu-se a necessidade de tratar os dados obtidos, para que se pudessem minimizar os riscos do método de Cartão de Apontamento em relação à confiabilidade humana para coleta de dados, em que podem ocorrer marcações equivocadas, seja por receio de exposição do colaborador a gerência quanto por falta de conhecimento ou comprometimento com o estudo proposto.

Para isso, foram selecionados 8 cartões da equipe do ADM, julgados como os cartões em que os colaboradores, melhor apontaram as horas das atividades, marcando de forma efetiva e o mais próximo da realidade do trabalho diário, além de serem pontuados pelo

coordenador e engenheiros como trabalhadores responsáveis e comprometidos, tendo uma maior confiabilidade humana em suas atividades.

Assim obteve-se o seguinte comparativo, apresentado na Tabela 14:

Tabela 14 – Comparativo da Média de tempos no ADM com Cartões Referências

Atividade	Média por Ocorrência	Referência	Média Acumulado	Referência
Trabalhando	01:16:27	00:59:13	4:35:14	4:33:53
Vestiário (Banheiro)	00:14:44	00:13:09	0:54:02	1:04:08
Refeição	0:48:17	0:49:23	0:54:45	0:57:00
Lanche	0:10:33	0:06:47	0:45:45	0:20:26
Ag. ou buscando ferramenta	00:27:35	00:14:18	0:45:45	0:20:26
DDS	00:23:51	00:23:13	0:24:15	0:26:07
Preench.doc.segurança	00:23:28	00:08:00	0:43:48	0:21:20
Em trânsito (veículo)	00:27:53	00:29:00	1:15:18	0:48:20
Ag. ou procurando Material	00:33:40	00:20:00	0:35:21	0:20:00
Limpeza e organização	00:16:20	00:12:10	0:20:47	0:14:36
Em desloc. para atend.	00:26:22	00:17:34	0:41:26	0:30:45
Ag. Equipamento auxiliar	00:34:44	00:20:00	0:43:25	0:20:00
Em reunião	00:21:00	00:12:00	0:22:55	0:12:00
Ag. Transporte	00:22:18	00:20:00	0:41:26	0:40:00
Ag. Instrução	00:11:55	00:13:20	0:12:15	0:13:20

Fonte: Pesquisa direta (2018)

A Tabela 14 relaciona a média dos tempos coletados no turno do ADM com a média dos tempos registrados nos cartões dos colaboradores dados como referências. A segunda coluna é referente a média de tempo constante na mesma atividade por ocorrência, ou seja, em média para cada vez que o colaborador marca que iniciou a devida atividade ele se mantém nela durante o tempo apresentado até começar uma nova atividade, a terceira coluna traz esse mesmo valor, mas em relação aos cartões referências. A quarta coluna mostra a média do total de horas que os colaboradores gastam durante o dia com determinada atividade, assim como na quinta coluna, mas para os cartões referências.

Um exemplo que demonstra a maior confiabilidade dos colaboradores selecionados é a atividade “Trabalhando”, em que a maioria da equipe tende a marcar que ficou mais tempo trabalhando continuamente. Isso supostamente se deve ao fato do mantenedor se sentir receoso a se expor para a gerência, já o atribuído como referência marca corretamente mesmo sendo menor o tempo de execução, com cerca de 17 minutos de diferença, além do fato de que as médias acumuladas são praticamente iguais, ou seja, o total de trabalho é o mesmo, mas a distribuição do tempo é melhor apontado.

Analisando o comparativo apresentado, pode-se perceber uma redução no tempo gasto em algumas atividades que têm correlação com limpeza e organização. Essas atividades estão marcadas em amarelo na Tabela 14. Deduzindo que estes colaboradores que marcaram os cartões referências são mais responsáveis, organizados e com maior confiabilidade humana que os outros. Há um possível ganho em relação a uma maior organização do ambiente de trabalho, diretrizes essas que já são apresentadas no programa de 5S, implantado no setor. Logo, os mantenedores dados como referências, tendem a seguir o programa 5S com maior eficácia. O somatório das diferenças obtidas da comparação, em horas, foi:

Diferença Acumulada = 1:10:46

O valor apresenta que colaboradores mais responsáveis e comprometidos têm um melhor tempo produtivo, chegando a ter uma eficiência cerca de 1h10min maior se realizarem as mesmas atividades que outros funcionários da mesma equipe.

Todas as análises, resultados e impressões discutidas e relatadas entre as equipes foram ferramentas para as propostas de melhorias que serão apresentadas na próxima seção.

4.4 Propostas de melhorias

Com todas as análises de dados pôde-se ter uma visão geral da distribuição do tempo laboral do corpo de funcionários que estão ativamente em contato direto com a execução das atividades na Oficina de Máquinas de Grande Porte de Infraestrutura e Perfuração de Mina.

Logo, estudando e avaliando as especificidades do setor, foi apresentado para a equipe os resultados obtidos e as propostas de melhorias previamente elaboradas. Em detrimento do estudo ser apresentado para a coordenação e níveis gerências do setor e com finalidade real de trazer ganhos para a área, o devido estudo tem demonstrativo de viabilidade econômica para algumas propostas. Com as reuniões e discussões realizadas pôde-se chegar às seguintes propostas de melhorias com o trabalho realizado para reduzir as interferências e aumentar o tempo produtivo:

1. Instalação de um novo banheiro no setor;
2. Instalação de um novo bebedouro no setor;
3. Ferramentas de fácil acesso;
4. Ferramentas nas ordens extras;
5. Treinamentos de 5S;

6. Utilização de procedimentos para as equipes;
7. Rotatividade de pessoal;
8. Utilização do SAP para planejamento de ordens.

4.4.1 Valor da mão de obra

Para afirmar a viabilidade econômica das propostas de melhoria apresentadas, deve-se fazer algumas considerações em relação ao valor da mão de obra analisada.

Tendo como:

- A média de salário de um mecânico e um técnico é: R\$ A;
- Os custos do cargo giram em torno de: 2,4;
- E a média de horas trabalhadas no mês é: 220h/mês.

O valor da média salarial é pontuado como a constante “A”, para não expor os valores orçados para as propostas que serão apresentadas nas próximas secções.

Logo a fórmula do valor da hora trabalhada é:

$$(R\$ A \times 2,4) / 220h \quad (9)$$

4.4.2 Instalação de um novo banheiro no setor

Este novo local da oficina, conta com cerca de oito baias destinadas às máquinas de grande porte de infraestrutura e perfuração e duas para a equipe de caminhões. Será considerado um quadro de 76 funcionários para a base de cálculos, pois a execução da melhoria afetaria não somente o grupo de estudo, mas também a todos que utilizam o espaço, como a equipe de caminhões e os colaboradores com níveis acima da equipe analisada.

O setor conta apenas com um grande banheiro, que se encontra do lado de dentro da empresa, que atende outras áreas também. Para a equipe que atua na oficina é necessário passar por duas portas de segurança para acessar o local. A vista superior do recorte do local é representada na Figura 26.

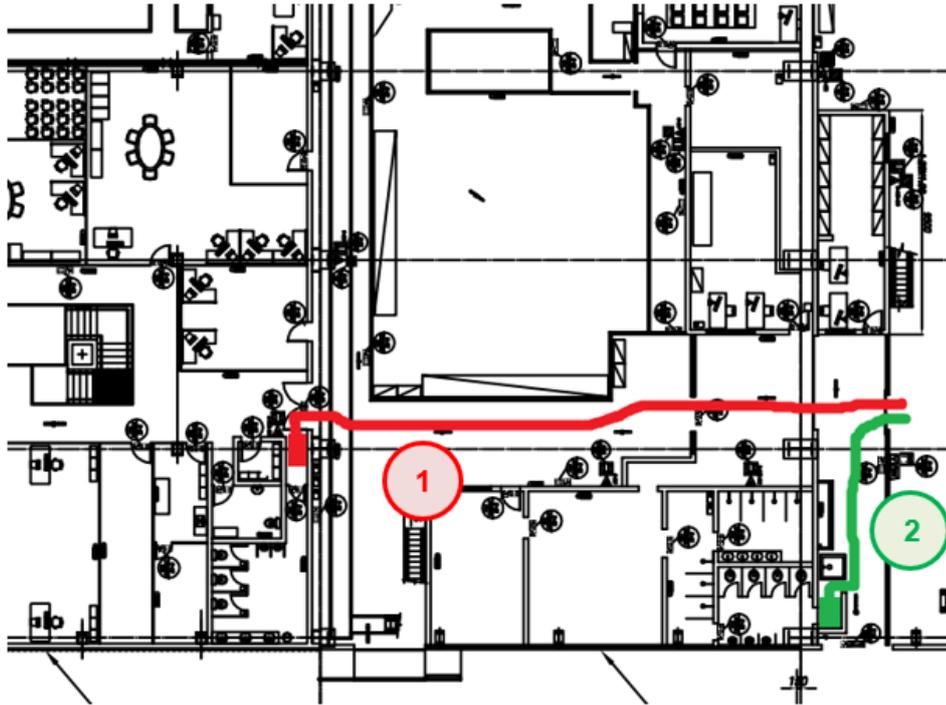


Figura 26: Recorte da vista superior da oficina, com as rotas de acesso aos banheiros indicadas

Fonte: Adaptado da empresa pesquisada (2018)

As duas rotas ilustradas na Figura 26 partem do mesmo local, pois o caminho anteriormente percorrido é igual para as duas rotas, o que é descartado para a base de cálculo. Pode-se observar na Rota 1 o trajeto que um funcionário realiza normalmente para acessar o banheiro e na Rota 2 o trajeto sugerido para a instalação de um novo banheiro. Vale ressaltar que o local escolhido para a instalação do banheiro é um espaço menor e estava sendo usado para acumular entulhos (indo em total desconformidade com as diretrizes do 5S), este espaço seria ideal, pois seria utilizado somente pela equipe da oficina e reaproveitaria um espaço inutilizado.

O tempo gasto em deslocamento ao banheiro é de:

- **Rota 1:** 80s ida e volta;
- **Rota 2:** 20s ida e volta.

O ganho em tempo seria estimado em $60s = 1min$. Para um efetivo de 76 pessoas que estão sendo consideradas, tem-se:

$$76 \text{ pessoas} \times 1 \text{ min} = 1h16min/dia$$

Considerando que se cada colaborador for duas vezes ao banheiro por dia:

$$1h16min/dia \times 2 \text{ idas ao banheiro} = 2h32min/dia = 2,53h/dia$$

Com o valor da mão de obra apresentado na equação (9), tem-se:

$$[(R\$ A \times 2,4) / 220h] \times 2,53h/dia$$

Logo, o valor desperdiçado por dia em reais é de:

$$(R\$ 0,0276 \times A) / dia$$

Com o orçamento realizado para a construção do banheiro, o valor seria de:

$$R\$ 12,3179 \times A$$

Comparando com o desperdício que a empresa teria por não ter o banheiro:

$$(R\$ 12,3179 \times A) / (R\$ 0,0276 \times A / dia)$$

Logo, o *payback* (retorno, tempo estimado para o investimento “se pagar”) para a construção do banheiro, é de:

$$446 \text{ dias}$$

Vale ressaltar que a empresa segue e está regular com relação a Norma Regulamentadora nº 24 (NR 24), que dispõe sobre as condições sanitárias no local de trabalho. A proposta de instalação do novo banheiro, é referente a ganhos em tempo produtivo e melhor conforto e qualidade para a equipe do setor.

4.4.3 Instalação de um novo bebedouro no setor

Assim como na seção 4.4.2, esta melhoria também vem como proposta para melhorar o layout do setor e reduzir o tempo gasto em atividades que não agregam valor, mesmo consideradas “Necessárias”. A oficina conta somente um bebedouro para todo o efetivo de 76 pessoas que trabalham no local. A Figura 27 mostra um recorte da vista superior da oficina, onde demonstra como fica afastado o bebedouro das últimas baias.

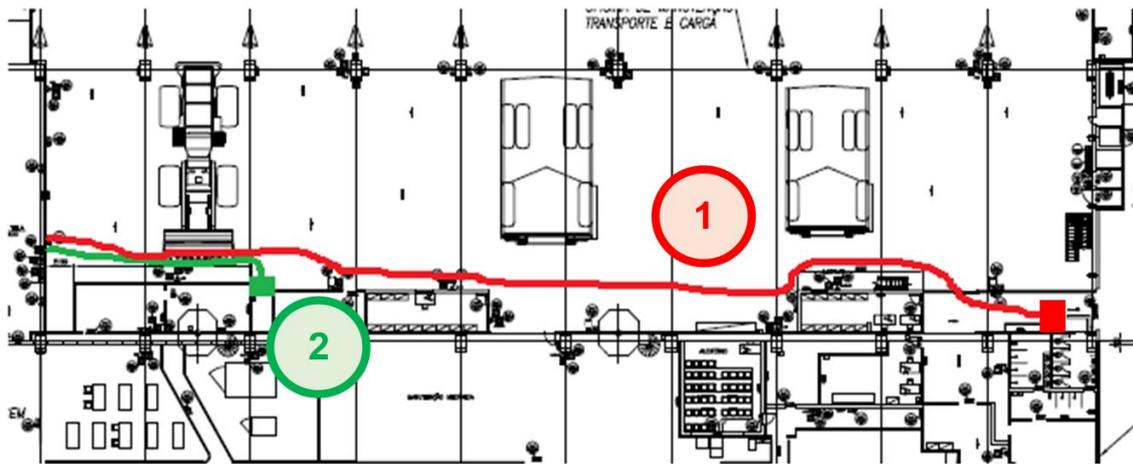


Figura 27: Recorte da vista superior da oficina, com as rotas de acesso aos bebedouros indicadas

Fonte: Adaptado da empresa pesquisada (2018)

A Rota 1 na Figura 27, demonstra o caminho normalmente percorrido por quem está trabalhando na última baia, quando necessita ir ao bebedouro. Já a Rota 2 representa o caminho percorrido com a instalação de um novo bebedouro, em um local devidamente escolhido e seguro. Vale ressaltar que a proposta de se ter garrafinhas de água para cada colaborador foi descartada por motivos de segurança e diretrizes do programa 5S.

O tempo gasto em deslocamento ao bebedouro é de:

- **Rota 1:** 2min20s ida e volta;
- **Rota 2:** 20s ida e volta.

O ganho em tempo seria estimado em 2 minutos. Supondo que cerca de 20 pessoas trabalham naquela região, levando em consideração que colaboradores no meio da oficina também passaram a utilizar o local e reduzir até mesmo o surgimento de filas no bebedouro. Para a base de cálculo tem-se:

$$20 \text{ pessoas} \times 2\text{min} = 40\text{min}/\text{dia}$$

Considerando que se cada colaborador for duas vezes ao bebedouro por dia:

$$40\text{min}/\text{dia} \times 2 \text{ idas ao bebedouro} = 1\text{h}20\text{min}/\text{dia} = 1,33\text{h}/\text{dia}$$

Com o valor da mão de obra apresentado na equação (9), tem-se:

$$[(R\$ A \times 2,4) / 220\text{h}] \times 1,33\text{h}/\text{dia}$$

Logo, o valor desperdiçado por dia em reais é de:

$$R\$ (3,192 / 220) \times A / \text{dia}$$

Com o orçamento realizado para a compra do bebedouro, o valor seria de:

$$\mathbf{R\$ 1,25 \times A}$$

Comparando com o desperdício que a empresa teria por não ter o bebedouro:

$$\mathbf{(R\$ 1,25 \times A) / [R\$ (3,192 / 220) \times A / \text{dia}]}$$

Logo, o *payback* para a compra do bebedouro, é de:

$$\mathbf{86 \text{ dias}}$$

Vale ressaltar que a empresa segue e está regular com relação NR 24, que dispõe sobre as condições sanitárias no local de trabalho. A proposta de instalação do novo bebedouro, é referente a ganhos em tempo produtivo e melhor conforto e qualidade para a equipe do setor.

4.4.4 Ferramentas de fácil acesso

Com a realização do estudo, constatou-se a relevância da interferência no tempo produtivo em relação às interações necessárias da equipe com o almoxarifado. O trabalho expôs um problema já relatado em situações informais (como reclamações de filas e atraso no atendimento das solicitações), mas agora com dados que comprovam o impacto na execução das ações programadas em *backlog*. Esse impacto é demonstrado pela atividade “Aguardando ou buscando ferramenta”.

A proposta seria de ter em cada baia de manutenção dos equipamentos, uma caixa com as ferramentas básicas para fácil acesso, deixando assim o almoxarifado para necessidades mais específicas, diminuindo as filas e otimizando a execução das ações.

Como base para os cálculos será utilizado os dados apresentados na Figura 5, com os tempos relacionados à equipe do ADM, pois em detrimento do horário de atuação e maior acúmulo de pessoal nas requisições no almoxarifado, é a equipe mais impactada.

O tempo relativo gasto diariamente com “Aguardando ou buscando ferramenta” pela equipe é 5,58% em relação ao período de 9h (consta o horário destinado à refeição). Deste modo:

$$\mathbf{9\text{h}/\text{dia} \times 5,58\% = 0,5022\text{h}/\text{dia}}$$

O ganho em tempo seria estimado em $0,5022\text{h} = 30\text{min}/\text{dia}$. Com a proposta implantada todas as equipes se beneficiariam, pois a caixa de ferramentas seria utilizada por

todos. Supondo a melhoria para o efetivo de 21 pessoas que estão sendo consideradas no estudo, que representam a equipe que é encarregada de buscar ferramentas no almoxarifado devido seu nível hierárquico, tem-se:

$$21 \text{ pessoas} \times 0,5022\text{h/dia} = 10,5462\text{h/dia}$$

Com o valor da mão de obra apresentado na equação (9), tem-se:

$$[(R\$ A \times 2,4) / 220\text{h}] \times 10,5462\text{h/dia}$$

Logo, o valor desperdiçado por dia em reais é de:

$$R\$ (25,31088 / 220) \times A / \text{dia}$$

Com o orçamento realizado para a compra da caixa de ferramentas básicas e multiplicando para as 8 baias, o valor seria de:

$$R\$ 9,25 \times A \times 8 \text{ baias} = R\$ 74 \times A$$

Comparando com o desperdício que a empresa teria por não ter as caixas de ferramentas:

$$(R\$ 74 \times A) / [R\$ (25,31088 / 220) \times A / \text{dia}]$$

Logo, o *payback* para a compra das 8 caixas de ferramentas básicas para as equipes, é de:

$$643 \text{ dias}$$

Vale ressaltar que a compra das 8 novas caixas de ferramentas básicas representa um risco de segurança com relação a furtos que podem ocorrer. Para a compra deste ferramental, é indicado antes da compra a realização de uma verificação dos controles de segurança e alinhamento de valor com as equipes, reforçando a rigidez das diretrizes da empresa e a contribuição que a aquisição deste material irá proporcionar, para que sejam evitados eventuais ônus e problemas futuros.

4.4.5 Ferramentas nas ordens extras

Durante a execução de uma atividade programada pelo mantenedor em alguma máquina pode ser constatada a necessidade de atividades extras na próxima intervenção na máquina. Ao serem programadas as ordens extras elas não vêm de forma discriminada como na ordem previamente programada em *backlog*, isso faz com que a equipe tenha que consultar

quais ferramentas são especificadas para a execução da atividade, atrasando o preparo para a atuação.

Essa prévia especificação das ferramentas a serem utilizadas, reduziria o tempo gasto com preparação da atividade e aguardando ferramentas no almoxarifado. Esse ponto é mais visível na equipe de Lubrificação, demonstrado na Tabela 10, no percentual relacionado a “Setup (preparação)”, pois geralmente são os primeiros a atuarem nos equipamentos e com a necessidades de ordens extras, precisam buscar essas informações para preparar a máquina para as outras equipes atuarem.

4.4.6 Treinamentos de 5S

Em detrimento da diferença acumulada de 1h10min apresentada na comparação da média de todos os colaboradores com os que foram considerados referências, apresentado na Tabela 14, viu-se potencial de melhoria relacionado à organização dentro e fora do ambiente de trabalho.

Como proposta de melhoria nos Diálogos Diários de Segurança (DDS) feitos, dar mais foco em relação à organização, limpeza dos locais de trabalho, antes e após o uso, reafirmando constantemente a importância do programa de 5S.

Se necessário, realizar treinamentos específicos para cada equipe, com as variáveis de cada local de interação, como vestiários e ambiente de trabalho, adaptando o programa 5S de acordo com a necessidade.

4.4.7 Utilização de procedimentos para as equipes

Para a execução de cada atividade é necessário o preenchimento de uma Análise de Segurança do Trabalho (AST). Esse recurso é muito necessário pois ajuda a mitigar e a atrair a atenção do executor da atividade para os quesitos de segurança. Mas ao serem executadas atividades semelhantes ou quando a equipe irá executar diversas ações no mesmo equipamento, utilizar os procedimentos de segurança para as atividades é uma ótima solução, sendo necessário a assinatura do documento assim como na AST.

O procedimento de segurança nada mais é do que o protocolo utilizado para verificar se tudo está correto para se realizar a atividade. O procedimento é verificado e logo após é preenchido a AST. Utilizar de procedimentos já existentes e elaborar mais procedimentos para as outras atividades, com a aprovação da equipe de segurança e os devidos passos seguidos

corretamente, pode substituir em alguns casos e evitar o alto número de AST's a serem preenchidas quando se tem uma variedade de atividades a serem executadas, principalmente para as equipes de Lubrificação.

O tempo dedicado a essa atividade é relevante. Na Tabela 14 é apresentado que a média acumulada dessa atividade é de cerca de 43min, e se torna mais evidente na equipe de Lubrificação com 58min, demonstrados na Tabela 10 por 10,88% de 9h no período (consta o horário destinado à refeição).

4.4.8 Rotatividade de pessoal

Observou-se que a equipe do X/Y possui a maior utilização de HH referente ao Trabalho Direto, com seu HH Disponível calculado em 75,54% (Turno X/Y Geral), sendo mais expressivo no Turno X/Y da tarde, com HH Disponível de 80,19%. Isso se dá por não terem tantas interferências como no ADM, devido ao maior fluxo de pessoas no ambiente de trabalho.

Assim, poderia aumentar o efetivo do X/Y, não necessariamente contratando mais colaboradores, mas realizando uma rotatividade de pessoal, realocando algumas pessoas do ADM para o turno do X/Y, para que seja possível programar mais ordens para esse regime, aumentando a produtividade, atividades em *backlog* e consequentemente a disponibilidade física (DF).

4.4.9 Utilização do SAP para planejamento de ordens

O planejamento das ordens a serem executadas é realizado através de planilhas do *Excel*, o que demanda tempo e esforço da equipe de Planejamento e Controle para analisar todas as variáveis manualmente.

Com o devido trabalho, foi possível um maior entendimento da distribuição do HH Disponível para cada turno, em relação aos dias da semana e a cada tipo de equipe (Técnicos, Mecânicos, Lubrificadores e Eletricistas). Esse é o estudo faltante para que seja possível a utilização do sistema ERP de gestão *Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung* (SAP – Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados) no planejamento das ordens a serem executadas na programação semanal.

Isso trará maior eficiência para a equipe de Planejamento e Controle, podendo dedicar mais tempo para realizar atividades que exigem maior dedicação e processos de melhoria, ao

invés de realizar essa atividade manualmente, sendo um esforço mecânico que o sistema SAP faria.

Vale ressaltar que o *software* de gestão SAP já é utilizado na empresa, mas é somente utilizado para a programação das atividades no setor, ou seja, o lançamento das ordens no sistema é feito pelo SAP, desse modo qualquer um que tenha acesso pode extrair relatórios para análises, pois é o sistema principal da empresa. Mas o planejamento das ordens, a organização de quais delas vão ser executadas em sequência e em quais dias da semana, isso é feito pelo *Excel*, sendo que o sistema SAP tem capacidade para realizar isso automaticamente, deixando de usar este recurso que otimizaria o trabalho da equipe de planejamento.

O que faltava para utilizar o sistema era o melhor entendimento dos dados para que, quando as restrições e atribuições fossem feitas, a inteligência do sistema voltasse o melhor planejamento e mais otimizado possível, sendo necessário apenas algumas verificações e modificações pontuais referentes a casualidades que podem ocorrer no setor para validar a programação das ordens planejadas.

4.4.10 Análise das propostas de melhoria

O estudo realizado pôde mostrar que as principais interferências que impactam no tempo produtivo da equipe de manutenção desta oficina de máquinas de grande porte, está relacionado às interações com o almoxarifado do setor, causando interrupções na fluidez das atividades, e a organização do ambiente de trabalho, que provoca diversas consequências de produtividade na execução das atividades.

As interferências de maior impacto, apresentadas de forma quantitativa, podem ser minimizadas com a aplicação das propostas de melhorias relacionadas às compras e instalações no ambiente de trabalho e a aplicação de treinamentos com comprometimento da liderança para sua maior aderência pela equipe.

Mas de maneira qualitativa, a maior contribuição deste estudo está na tangibilidade da distribuição do tempo entre as equipes do setor, onde a proposta de utilização do SAP como ferramenta para o planejamento das ordens semanais é a que traz maior ganho para o local. De modo que em médio e longo prazo o HH será apropriado de maneira correta e mais eficiente, contribuindo em uma sequência de fatores para o aumento do tempo produtivo da equipe de manutenção da oficina de máquinas de grande porte.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

Este trabalho teve a finalidade de analisar as interferências no tempo da equipe de manutenção da oficina de máquinas de grande porte de uma mineradora e a partir desta análise propor soluções e melhorias para mitigar as atividades que interferem na execução do trabalho diário dos colaboradores. A insatisfação da coordenação ao verificar os resultados das intervenções da equipe nos equipamentos, foi o sentimento que motivou a necessidade de dar início a este estudo, pois até então este sentimento surgia de análises empíricas pela expertise da equipe de engenheiros e especialistas, ao verificar a situação das máquinas.

A princípio, viu-se que a mudança da oficina para uma nova localidade trouxe impacto no entendimento de como estaria sendo a dinâmica do dia a dia das equipes de manutenção, e que as consequências dos resultados obtidos poderiam estar no fato de não conhecer esta dinâmica, programando assim de forma não eficiente as ordens semanais. Assim, a equipe poderia estar executando uma intervenção não efetiva, devido a pressões de entrega pelo tempo estipulado pelo PCM.

O devido trabalho tem caráter descritivo e exploratório, pois até então não se tinha dados sobre o exercício das atividades no dia a dia das equipes no novo ambiente de trabalho. Pelo tempo limitante para a execução do estudo, não foi possível a coleta dos resultados referentes à execução das melhorias propostas, por esse motivo o trabalho se mantém sustentado apenas na primeira parte, o “*Plan*”, da metodologia PDCA.

O estudo então se inicia na pesquisa bibliográfica, para buscar um melhor entendimento da engenharia da manutenção, indo desde os tipos e a gestão da manutenção, até os impactos que a confiabilidade humana pode ter nos resultados do setor, estruturando, assim, conteúdos que formassem uma base para o bom entendimento do estudo que seria realizado.

Com a pesquisa bibliográfica e a metodologia, juntamente com o cartão de apontamento de horas utilizado para a coleta de dados, foi possível responder à questão proposta pelo trabalho: “Como analisar as interferências no tempo produtivo da equipe de manutenção da oficina de Máquinas de Grande Porte de Infraestrutura e Perfuração da mina, que impactam na eficiência das atividades programadas?”.

Com o entendimento das interferências no tempo produtivo dos colaboradores, a estruturação de dados dando um bom entendimento da dinâmica e divisão dos tempos gastos nas atividades da equipe, seja em âmbito geral, separado por dias da semana ou por cargo, e pelas oito propostas de melhorias que abrangem tanto compras e instalações no ambiente de trabalho quanto na utilização do sistema ERP da empresa para o planejamento das ordens com os dados tangíveis necessários, pôde-se concluir que o trabalho realizado foi satisfatório, tendo impacto positivo para o setor onde foi realizado. O estudo superou as expectativas iniciais, pois com o entendimento correto das atividades dos colaboradores e do ambiente de trabalho, foi proposto melhorias e obtido novas compreensões que antes não eram pensadas.

Acredita-se que os ganhos obtidos com a aplicação das melhorias propostas terão retornos não só de curto, mas principalmente de longo prazo, impactando no MTBF, MTTR e no Retrabalho das atividades executadas, o que juntos contribuem para o aumento do principal indicador do setor, a DF. Além disso, contribuirá para o aumento da confiabilidade humana, que impacta o principal ativo da empresa, as pessoas, pois são elas que propagam a cultura da empresa, mantendo-a viva e perpétua.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Pelo estudo realizado, recomenda-se para trabalhos futuros:

1. Executar todas as melhorias propostas e coletar seus resultados com base na teoria apresentada. Ao terminar o ciclo PDCA rodar novas pesquisas espaçadas em intervalos de 1 ano ou a cada mudança de layout da oficina, para que a reciclagem do trabalho mantenha a excelência da equipe.
2. Aplicar este estudo nos demais setores da empresa, principalmente nas oficinas de outras frotas de máquinas, para obter um melhor entendimento da dinâmica do tempo laboral de cada equipe e otimizar seus processos.
3. Realizar um trabalho usando um monitorador digital por *Global Positioning System* (GPS – Sistema de Posicionamento Global) no colaborador. Com isso, pode-se identificar os locais de maior fluxo de pessoal por mapas de calor e cruzamento de linhas, assim como os gargalos e locais de congestionamento que interferem na atividade diária.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. **A situação da Manutenção no Brasil: Documento Nacional**. Salvador: ABRAMAN. 2013.

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

BARROS NETO, João Pinheiro de (org.); MANÃS, Antonio Vico; KUZAQUI, Edmir; LISBOA, Teresinha Covas. **Administração – Fundamentos da administração empreendedora e competitiva**. São Paulo: Atlas. 2018.

BRANCO FILHO, Gil. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda. 1996.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019. Disponível em: <https://sit.trabalho.gov.br/portal/images/SST/SST_normas_regulamentadoras/NR-24-atualizada-2019.pdf>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2021.

CASTILHO, Thiago T. F. **O PCM - Planejamento e Controle de Manutenção e os Indicadores de Desempenho da Manutenção**. Varginha: UNIS/MG, 2011.

Catálogo de Equipamentos da Caterpillar. Disponível em: <https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment.html>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2021.

DEMING, W. Edwards. **O método Deming de Administração**. 1ª ed. São Paulo: Marques Saraiva. 1986.

FOGLIATTO, Flávio S.; RIBEIRO, José Luis D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GREGÓRIO, Gabriela F. P.; SILVEIRA, Aline M. **Manutenção industrial**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

GRESSLER, Lori Alice. **Introdução à pesquisa**. Edições Loyola, 2004.

IIDA, Itiro. **Novas abordagens em segurança do trabalho**. Rio de Janeiro, Produção, 1991.

JACK, Hugh. **Projeto, Planejamento e Gestão de Produtos: Uma abordagem para engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LAFRAIA, João R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

Mini Aurélio: O dicionário da língua portuguesa. 6ª ed. Curitiba: Positivo, 2005.

OCHOA, Carlos em NETQUEST. **Qual é o tamanho da amostra que eu preciso?**. Disponível em: <<https://www.netquest.com/blog/br/blog/br/qual-e-o-tamanho-de-amostra-que-preciso>>. Acesso em: 06 de julho de 2018.

OLIVEIRA, Carlos E. S. **Materiais de Construção Civil da Folha Porto Velho**. Porto Velho: CPRM, 2013.

OLIVEIRA, José Carlos Souza. **Análise de indicadores de qualidade e produtividade de manutenção nas indústrias brasileiras**. Taubaté: Universidade de Taubaté, 2013.

PALLEROSI, C.; MAZZOLINI, B.; MAZZOLINI, L. **Confiabilidade Humana. Conceitos, análises, avaliação e desafios**. São Paulo: All Print Editora, 2011.

ROCHA, Wellington. **Custo de mão-de-obra e encargos sociais**. São Paulo, USP: Cadernos de Estudos ISSN 1413-9251, 1992.

SANTOS, Aldemar de Araújo. **ERP e Sistemas de Informações Gerenciais**. São Paulo: Atlas, 2013.

SANTOS, J.; BATISTA, C. **Motivação e Confiabilidade Humana: Uma análise da percepção do indivíduo**. Rio de Janeiro: XXXVIII Encontro da ANPAD, 2014.

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

TELES, Jhonata em ENGETELES. **PCM Planejamento e Controle da Manutenção: Melhores Práticas**. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/pcm-planejamento-e-controle-da-manutencao/>>. Acesso em: 30/01/2020.

TUPY, Oscar; YAMAGUCHI, Luis C. T. **Eficiência e Produtividade: Conceitos e Medição**. São Paulo: Agricultura de São Paulo, 1998.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, Planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Quality mark, 2002.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.