



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS - DEMIN



RAFAELA BARBOSA MELO

**HORAS OCIOSAS TRABALHADAS NA ÁREA DE INFRAESTRUTURA DE MINA,
NA REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO**

Ouro Preto – MG
2024

RAFAELA BARBOSA MELO

HORAS OCIOSAS TRABALHADAS NA ÁREA DE INFRAESTRUTURA DE MINA,
NA REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Monografia submetida à apreciação da banca examinadora de graduação em Engenharia de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte dos requisitos necessários para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Ribeiro Souza .

Ouro Preto – MG
2024



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



FOLHA DE APROVAÇÃO

Rafaela Barbosa Melo

Horas ociosas trabalhadas na área de infraestrutura de mina, na região do quadrilátero ferrífero

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Minas

Aprovada em 19 de Março de 2025

Membros da banca

Dr -Felipe Ribeiro Souza - Orientador(a) Universidade Federal de Ouro Preto
Dr - Allan Medeiros - Universidade Federal de Ouro Preto
Dr - Hernani Mota de Lima - Universidade Federal de Ouro Preto

Felipe Ribeiro Souza, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 05/10/2024



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Ribeiro Souza, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/01/2025, às 17:09, 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 **0847841** e o código CRC **1BF14DF5**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Clarete, e toda a minha família pelo suporte, amor e apoio durante essa jornada

A UFOP/ESCOLA DE MINAS pelo ensino gratuito de qualidade e principalmente ao meu orientador Felipe pelo auxílio e compartilhamento de suas experiências e conhecimentos.

A Fundação Gorceix que me deu a oportunidade de aprender e ampliar meus conhecimentos profissionais.

E à todas as pessoas, seja dentro da universidade ou nos estágios que realizei que de alguma forma contribuíram e foram fundamentais para que eu me tornasse Engenheira de Minas.

RESUMO

Este estudo investigou o impacto das "horas ociosas trabalhadas" nas frotas de trator de esteira, motoniveladora e perfuratriz, utilizando dados dos sistemas SmartMine e Sascar durante um período de seis meses. Os resultados indicaram que as frotas de trator de esteira e motoniveladora apresentaram elevados níveis de horas ociosas trabalhadas nos primeiros meses do estudo (abril e maio), com uma redução considerável em agosto, após a implementação de medidas corretivas, como a correção de códigos e o uso de recursos tecnológicos para monitorar indisciplina operacional. A frota de perfuratriz apresentou valores menores de horas ociosas trabalhadas, porém com distorções causadas pelas limitações do sistema Sascar. Identificou-se que as horas ociosas trabalhadas são, principalmente, atribuídas ao apropriação inadequado de códigos e à indisciplina operacional, impactando negativamente nas atividades de infraestrutura da mina. Foram sugeridas melhorias, incluindo a criação de metas para as horas ociosas trabalhadas e a adoção de metodologias mais precisas para medição, com ênfase nas perfuratrizes.

Palavras-chave: Infraestrutura de mina; Sistema de despacho; Telemetria; Indicadores; Utilização física; Frota de equipamentos.

A B S T R A C T

This study investigated the impact of "idle hours worked" on the fleets of bulldozers, motor graders, and drills, using data from the SmartMine and Sascar systems over a period of six months. The results showed that the bulldozer and motor grader fleets had high levels of idle hours worked in the initial months of the study (April and May), with a significant reduction in August following the implementation of corrective measures, such as code correction and the use of technological resources to monitor operational indiscipline. The drill fleet had lower idle hours worked, but with distortions caused by the limitations of the Sascar system. It was identified that idle hours worked are mainly attributed to the improper use of codes and operational indiscipline, which negatively impact mining infrastructure activities. Improvements were suggested, including the establishment of targets for idle hours worked and the adoption of more accurate measurement methodologies, with a focus on drills.

Keywords: Mine infrastructure; Dispatch system; Telemetry; Indicators; Physical utilization; Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cálculo utilização física.....	14
Figura 2 - Cálculo da disponibilidade física	14
Figura 3 - Trator de esteira.....	15
Figura 4 - Motoniveladora	16
Figura 5 - Perfuratriz	17
Figura 6 - Fluxograma da metodologia do trabalho.....	23
Figura 7 - Interface criada para análise das “horas ociosas trabalhadas”	23
Figura 8 - Hora ociosa trabalhada por cada frota de infraestrutura de mina	27
Figura 9 - Distribuição das horas ociosas trabalhadas por intervalos de frequência em cada frota de Infraestrutura de Mina.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de informações fornecidas pela sascar	24
Tabela 2 - Exemplos de informações fornecidas pelo smartmine	24
Tabela 3 – Acumulado por mês de hora ociosa trabalhada de trator de esteira	25
Tabela 4 – Acumulado por mês de hora ociosa trabalhada de motoniveladora	26
Tabela 5 – Acumulado por mês de hora ociosa trabalhada de perfuratriz	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DF	Disponibilidade física
GPS	Global positioning system; sistema de posicionamento global
GPRS	General packet radio service, serviços gerais de pacotes por rádio
HOT	Hora ociosa trabalhada
HTO	Hora trabalhada operacional
KPI	Key performance indicator, indicador de performance
M.O	Motor ocioso
MN	Motoniveladora
PF	Perfuratriz
TE	Trator de esteira
UF	Utilização física

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO GERAL	12
	2.1.1 Objetivos Específicos	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
	3.1 Dimensionamento de frota	12
	3.2 Hora ociosa trabalhada	13
	3.3 Utilização física (UF)	13
	3.4 Disponibilidade física (DF)	14
	3.5 Trator de esteira (TE)	15
	3.6 Motoniveladora (MN).....	16
	3.7 Perfuratriz (PF).....	17
	3.8 SmartMine.....	18
	3.8.1 Dispatch module.....	18
	3.8.2 Manager module.....	18
	3.8.3 Real time web module	19
	3.8.4 GPS tracking module.....	19
	3.8.5 Optimization module.....	19
	3.9 Telemetria Sascar	19
	3.10 Análise estatística	20
	3.11 Ações implementadas	21
4	METODOLOGIA.....	22
	4.1 Cálculo das “horas ociosas trabalhadas”	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
	5.1 Relação entre hora ociosa trabalhada e frotas de infraestrutura de mina ...	27
	5.1.1 Trator de esteira e motoniveladora	28
	5.1.2 Perfuratriz	28
	5.1.3 Fator comum entre hora ociosa trabalhada e frotas	29
	5.2 Histogramas	29
	5.2.1 Trator de esteira	30
	5.2.2 Motoniveladora	31
	5.2.3 Perfuratriz	31
	5.3 Sugestões de melhorias.....	32

6	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento de frota utiliza indicadores relevantes, como as “horas ociosas e trabalhadas”, para fornecer informações sobre a eficiência e produtividade dos equipamentos. A utilização de sistemas de despacho e telemetria permitem monitorar como essas horas estão sendo utilizadas. Observa-se, na prática, que as frotas de trator de esteira, motoniveladora e perfuratriz, na área de infraestrutura de mina, apresentavam alta porcentagem de utilização física. No entanto, essa utilização não alinhava-se com as atividades realizadas diariamente, e nem com os códigos apontados. Esse fato motivou a execução deste trabalho, consistindo na junção entre o sistema de despacho e telemetria, afim de verificar as possíveis razões que deixavam a utilização física alta sem o cumprimento das atividades designadas.

O plano anual de lavra é dividido em trimestral, mensal, semanal e diário. O plano mensal é apresentado aos representantes de cada área de interface, contendo informações sobre o sequenciamento das áreas a serem lavradas, bem como as restrições que impedem a expansão da cava. As áreas programam internamente as atividades necessárias para executar o plano diário e semanal, considerando as datas e horários da manutenção das máquinas, principalmente as auxiliares, pois o indicador de utilização física deve ser cumprido para uma boa desenvoltura do processo, já que os equipamentos auxiliares como trator de esteira (TE), motoniveladora (MN) e perfuratriz (PF) são cruciais para preparo de praça, acesso e desmonte, que antecedem a lavra.

Dessa maneira, denominou-se como "hora ociosa trabalhada" o período em que o operador de um equipamento, seja ele um trator de esteira, uma motoniveladora ou uma perfuratriz, está em código operacional, ou seja, realizando atividades como retaludamento, drenagem, entre outras. Contudo, por razões que serão abordadas posteriormente neste trabalho, a máquina parou, enquanto o motor permanece ligado (ocioso), mantendo o equipamento no código operacional.

A utilização física correta das máquinas, bem como das “horas ociosas e trabalhadas” é um fator essencial para uma execução adequada do plano de lavra. Sendo assim, efetuar uma análise incorreta dessas horas ou apropriação inadequada de códigos de operação ou códigos de momentos ociosos podem prejudicar a leitura

de indicadores de performance dos equipamentos, atrasar a entrega de obras de infraestrutura, além de dificultar o apoio ao sequenciamento de lavra. Para atacar essas falhas, é feito um monitoramento diário junto a liderança, gerando ações para cada supervisor de turno, os quais devem fazer uma tratativa junto ao operador sobre o que motivou o acionamento da hora ociosa trabalhada, retornando com as tratativas realizadas para evitar que se repitam.

Assim sendo, neste projeto testou-se a hipótese de que a junção entre o sistema de despacho (smartmine) e telemetria (sascar) pode ser útil na resolução do problema de utilização física inadequada dos equipamentos de infraestrutura de mina. Para isso, foi feita uma estratégia de monitoramento, seguida de tratativas das “horas ociosas trabalhadas”.

2 OBJETIVO GERAL

Analisar o impacto das “horas ociosas trabalhadas” na frota de infraestrutura de mina, utilizando a metodologia de análise de dados do sistema de despacho (SmartMine) e do sistema de telemetria (Sascar).

2.1.1 Objetivos Específicos

- Analisar as “horas ociosas trabalhadas” durante o período estudado pelos equipamentos auxiliares, trator de esteira (TE), motoniveladora (MN) e perfuratriz (PF);
- Relacionar a “hora ociosa trabalhada” de acordo com a frota de trator de esteira, motoniveladora e perfuratriz;
- Levantar os intervalos de frequência com maiores “horas ociosas trabalhadas” para as frotas de trator de esteira, motoniveladora e perfuratriz.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Dimensionamento de frota

Segundo Sodré (2019), o dimensionamento de frotas em uma atividade minerária é crucial para o bom funcionamento de toda operação, além de viabilizar a

economicidade do empreendimento. Grande parte dos custos de uma empresa de mineração advém dos gastos para elaborar e manter um adequado dimensionamento de frota, incluindo a manutenção dos equipamentos, como preventiva e corretiva, inspeções de campo, compra de peças para reparação de danos, além de garantir a performance das máquinas diariamente durante a operação. Atualmente, tem-se uma grande demanda por minério e as minas estão cada vez mais profundas com teores abaixo do que o mercado requer. Tal fato, impacta no aumento dos custos e redução da produtividade da operação em si, tornando essencial a elaboração e execução de um adequado dimensionamento de frotas, bem como das “horas ociosas e trabalhadas” desses equipamentos, que são utilizadas como insumo para analisar a utilização física dos mesmos.

3.2 Hora ociosa trabalhada

Segundo Guerreiro e Christians (1992, p.305, apud Duarte et al,2009, p.42): “Define capacidade ociosa de produção como o potencial produtivo não utilizado: máquina, unidade, ou fábrica não em uso ou apenas parcialmente em uso; pode ser mensurado de várias formas, em toneladas possíveis de produção, ou em horas disponíveis para produção”. Enquanto que Cruz et al. (2015, p.15) define hora trabalhada sendo “a quantidade de horas efetivamente trabalhada pelo equipamento”. A junção das duas definições compreende a ideia central deste trabalho, pois a hora trabalhada em que a máquina esteve realizando alguma atividade e a hora ociosa do motor da mesma, se complementam e gera a hora ociosa trabalhada.

3.3 Utilização física (UF)

Conforme Torres (2022), a utilização física de um equipamento refere-se ao período de tempo que o mesmo ficou disponível para uso, sem permanecer em manutenção corretiva ou preventiva. Segundo Silva (2022), além da utilização física ser um KPI (*Key Performance Indicator*) muito importante, é necessário levar em consideração as horas produtivas (horas trabalhadas) e improdutivas (horas ociosas).

Ademais, segundo os mesmos autores, a utilização física - UF fornece uma visão geral do tempo que o equipamento está disponível para uso. As horas produtivas fornecem informações sobre o tempo que o equipamento está sendo

utilizado para produzir, enquanto que as horas improdutivas fornecem informações sobre o tempo que o equipamento não está sendo utilizado, possibilitando obter uma visão completa da eficiência da operação, a fim de identificar áreas de melhoria e tomar ações para aumentar a eficiência.

De acordo com Silva (2019), a utilização física pode ser calculada de acordo com a Figura 1.

Figura 1 - Cálculo utilização física

$$UF = \frac{HT}{HC - HM} .100\%$$

Fonte: SILVA, 2019.

Sendo:

UF – Utilização física;

HT – Total de horas efetivas trabalhadas;

HC – Hora calendário;

HM – Hora de manutenção.

3.4 Disponibilidade física (DF)

A disponibilidade física por Clemente (2018), pode ser compreendida como o período de tempo em que uma máquina em condição de operação ficou disponível, sem passar por uma manutenção preventiva ou corretiva. Para o setor da manutenção, é um dos principais indicadores a serem cumpridos, já que, são os responsáveis por atestar que todos os equipamentos de carga, transporte e auxiliares estão aptos com o menor custo e benefício para serem operados (SILVA, 2019).

Silva (2019) propõe que a disponibilidade física (DF) seja calculada conforme a Figura 2. Além de ser uma meta, é um dos principais indicadores conhecidos por todas as gerências, o que as tornam dependente de certa forma do setor de manutenção.

Figura 2 - Cálculo da disponibilidade física

$$DF = \frac{HC - HM}{HC} .100\%$$

Fonte: SILVA,2019.

Sendo:

DF – Disponibilidade física;

HC – Hora calendário;

HM – Hora de manutenção.

3.5 Trator de esteira (TE)

De acordo com Catalani e Ricardo (2007), os tratores de esteiras com lâminas, são equipamentos com funções versáteis podendo realizar desde corte e aterro a escarificação, abertura de estradas, acabamento de taludes, escavação em trincheiras e atividades que necessitam da remoção (supressão) de vegetação, conforme Figura 3.

Figura 3 - Trator de esteira



Fonte: VANEIDE,2020

Segundo os mesmos autores, isso é possível devido ao conjunto de partes que constituem esses equipamentos como motor a diesel que oferece uma grande resistência que se opõem ao movimento, promovendo o carregamento e reboque de cargas pesadas. Bem como, embreagem principal, eixo de transmissão, caixa de câmbio de velocidades, coroa e pinhão, embreagens de direção, comando final, freios e a parte rodante. É importante ressaltar que com o passar dos anos os tratores de esteira sofreram modificações de fabricação, a fim de aperfeiçoar a performance operacional e requintar o ofício de quem o opera.

Severino (2018), descreve este equipamento como flexível, tornando-o um dos principais equipamentos para a infraestrutura de mina, sendo solicitado para vários serviços, o que demanda uma alta disponibilidade física e conseqüentemente alta utilização física. Entretanto, nem sempre isso se aplica, pois, na prática, a utilização física do trator de esteira sofre influência principalmente da apropriação de código de operação inadequado, enquanto o motor se encontra ocioso. Esses fatores reduzem a utilização física do equipamento, impactando no andamento das operações.

3.6 Motoniveladora (MN)

Conforme Vaneide (2020), as motoniveladoras, são equipamentos capazes de adequar o terreno, por meio de escarificação e laminação. Possuem uma lâmina com significativa mobilidade e precisão de movimentos, contribuindo para as operações de adequação do grade de projetos e indispensável para serviços de terraplanagem. Esse equipamento é composto por um motor a diesel, trucktraseiro e dianteiro, chassi, círculo de giro da lâmina, braços de suporte do círculo de giro, lâmina, escarificador, cabina de comando e braço de suspensão, como segue na Figura 4, (Catalani e Ricardo, 2007).

Figura 4 - Motoniveladora



Fonte: VANEIDE, 2020.

Em períodos chuvosos a motoniveladora é um dos principais equipamentos utilizados pela infraestrutura de mina para realizar os serviços de “raspagem” dos acessos, a fim de deixar a via em condições adequadas para o tráfego de caminhões fora de estrada e máquinas de carga, evitando que o processo e a produção sejam

paralisados. Ademais, em alguns casos ocorre a necessidade de usá-las para a construção de leiras na mina, quando as outras frotas se encontram em expressiva demanda de atividades.

Com as crescentes tecnologias presentes no mercado, é possível analisar as horas trabalhadas e ociosas realizadas pela máquina, que no final das contas se forem utilizadas de forma incorreta podem impactar principalmente na produtividade, consumo de combustível e manutenção da máquina.

3.7 Perfuratriz (PF)

As perfuratrizes são classificadas em percussivas, rotativas, percussivo-rotativas e de furo – abaixo, esse equipamento exige um adequado manuseio e operação por parte do operador e dos técnicos orientadores para evitar aprisionamento de haste no furo, perda de mina, broca e haste. Por esses motivos, os técnicos das empresas fabricantes dessas máquinas, realizam visitas, treinamento e orientação aos operadores e toda equipe de perfuração, a fim de proporcionar uma boa utilização e maior vida útil da perfuratriz representada na Figura 5 (Catalani e Ricardo, 2007).

Figura 5 - Perfuratriz



Fonte: FREITAS, 2018.

O processo de operação é dividido em cinco fases, sendo alinhar a broca e embocar o furo a primeira fase, tempo de perfuração, manuseio e colocação de hastes, retirada

das hastes e por último a fase de deslocamento do equipamento do furo concluído até o novo furo (Catalani e Ricardo, 2007).

Uma parte das metas que devem ser cumpridas dentro de uma empresa é a massa desmontada, e para que ela seja realizada é preciso utilizar a perfuratriz. Desta forma, para monitorar e corrigir os gargalos que surgem durante o processo mede-se a taxa de perfuração diária, semanal e mensal, bem como os furos que foram repassados, os quais devem ser justificados para evitar que repetição, além das “horas ociosas e trabalhadas”, já que é um equipamento de grande relevância dentro de uma mineração.

3.8 SmartMine

Conforme Silva (2003), o SmartMine é um software em tempo real utilizado para o gerenciamento de mina, para atender as necessidades operacionais advindas de um cenário de mineração, o sistema possui cinco módulos sendo:

- *Dispatch Module;*
- *Manager Module;*
- *Real time web module;*
- *GPS tracking module;*
- *Optimization module.*

3.8.1 Dispatch module

É o módulo de controle da operação da mina, ou seja, os movimentos dos equipamentos durante as atividades de operação, incluindo alteração na condição de cada um deles, é compilado por esse sistema em um banco de dados, no qual o operador mesmo tem acesso as informações e pode sugerir modificações.

3.8.2 Manager module

É o módulo de planejamento da mina, onde se embarca o plano da mina com os devidos equipamentos definidos, bem como a propriedade de cada um possui para realizar as atividades. Planejamento da mina e operação da mina precisam possuem uma interface extremamente relevante para este módulo.

3.8.3 Real time web module

É módulo de consultas a relatórios e acompanhamento da mina em tempo real, sendo o principal módulo utilizado para a elaboração deste trabalho. É possível efetuar o acompanhamento e monitoramento de todas as atividades compiladas pelo SmartMine na mina de qualquer computador na rede.

3.8.4 GPS tracking module

É o módulo do sistema embarcado usando informações de GPS, permitindo sua automatização.

3.8.5 Optimization module

Este módulo de otimização, recebe os dados em tempo real do módulo de operação da mina (*Dispatch Module*), através dele realiza simulações e indica ao operador do sistema a melhor forma de otimizar a operação, seja realocando ou alocando os equipamentos, bem como os despachos dos mesmos. Essas alterações são enviadas em tempo real para o *Tracker* instalado em cada equipamento sugerindo ao operador as alterações necessárias que ele precisa realizar para melhorar o cenário da operação.

Com o propósito de aprimorar a utilização e produtividade dos equipamentos e das minas, bem como garantir segurança dentro das operações, os sistemas de despacho estão se popularizando e sendo aplicados nos cenários minerários. Ademais, os sistemas se encontram cada vez mais automatizados, levando em consideração os cenários a curto prazo que as minas possuem, a fim de maximizar a produção com eficiência, qualidade e segurança (Munirathinam e Yingling, 1994).

3.9 Telemetria Sascar

Conforme Schmoeller, Adilson et al. (2022), atualmente, no mercado em função dos avanços tecnológicos, existem diversas empresas que fornecem serviços de telemetria de acordo com as particularidades de cada frota presentes na mina, como a empresa Sascar especializada em gestão de frotas. O sistema é capaz de

fornecer relatórios diários, semanais e mensais relacionados à utilização dos equipamentos, sendo esta função utilizada para elaborar os resultados do presente trabalho.

Segundo Mistretta e Junior (2012), de forma geral um módulo é instalado nas frotas de trator de esteira, motoniveladora e perfuratriz. Este sistema recebe informações de satélite e as envia para o datacenter por meio do canal de dados (GPRS). Isso oferece ao cliente diversas funcionalidades que podem ser analisadas via internet:

- Relatório de utilização dos equipamentos;
- Relatórios com registro de excesso de velocidade, desvio de rota e controle de cerca eletrônica, com data/hora e o veículo utilizado;
- Relatório de black box com data/hora e velocidade;
- Posicionamento do veículo de forma online;
- Visualização sobre mapas digitais, reproduzindo o perfil da mina.

Para a elaboração deste trabalho foram utilizados dados referentes aos relatórios de utilização dos equipamentos. Ademais, é possível analisar o trajeto dos veículos, consumo de combustível, e, por fim alerta de eventos, por meio da configuração do sistema com inúmeras mensagens de voz, a fim de orientar o operador sobre baliza, risco de acidente e acessos que exigem atenção redobrada devido ao tráfego de diferente equipamentos e veículos.

3.10 Análise estatística

A análise estática é fundamental para proporcionar aos tomadores de decisão uma compreensão clara da situação atual e para identificar áreas que demandam atenção ou melhorias. Portanto, é crucial neste contexto compreender os diferentes tipos de histogramas e suas particularidades. Essa compreensão permitirá a proposição de ações eficazes para reduzir as “horas ociosas trabalhadas” neste estudo.

Segundo Da Silva Campos (2019) os tipos de histogramas podem ser:

- Simétrico;
- Pente;

- Assimétrico;
- Despenhadeiro;
- Achatado;
- Dois picos;
- Pico isolado.

O histograma de despenhadeiro será o principal tipo utilizado neste trabalho, no qual de um lado do gráfico ocorrerá de forma abrupta a diminuição da frequência, evidenciando a assimetria dos dados.

3.11 Ações implementadas

Conforme destacado por Júnior (2018), o planejamento operacional concentra-se primordialmente no horizonte de curto prazo, direcionando-se aos estratos inferiores da hierarquia organizacional, particularmente aos operadores, como é o caso deste estudo. Este processo de planejamento demanda uma minuciosa especificação das atividades a serem realizadas, bem como uma gestão eficiente do tempo, para a redução de horas ociosas.

Em consonância com as proposições do referido autor, torna-se imprescindível destacar a relevância do planejamento tático, voltado para o âmbito da liderança, incumbida da supervisão dos resultados e da tomada de decisões. Nesse contexto, no âmbito deste trabalho, é incumbência da liderança supervisionar diariamente os resultados dos relatórios referentes às "horas ociosas trabalhadas".

Adicionalmente, é responsabilidade da liderança questionar os operadores sobre qualquer anormalidade identificada nas horas ociosas trabalhadas dos equipamentos, investigando as causas subjacentes. Tais questões devem ser abordadas individualmente, justificando as medidas adotadas e delineando estratégias para evitar que ocorram novamente. É essencial enfatizar, tanto durante o treinamento em campo conduzido pelo técnico quanto nas sessões de capacitação ministradas pelo instrutor, a importância de se adotar um código operacional correto. Tal ênfase se justifica pela influência direta que este código exerce sobre a utilização física do equipamento, bem como sobre os relatórios de "horas ociosas trabalhadas".

4 METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo analisar a importância da integração dos sistemas de telemetria Sascar e despacho SmartMine para a redução das “horas ociosas trabalhadas” nas atividades de infraestrutura de mina em uma mineradora situada no quadrilátero ferrífero. Para alcançar este objetivo, adotou-se uma metodologia aplicada, com abordagem mista (qualitativa e quantitativa), que permite uma análise abrangente tanto dos dados numéricos quanto das variáveis que influenciam o desempenho das operações de infraestrutura de mina.

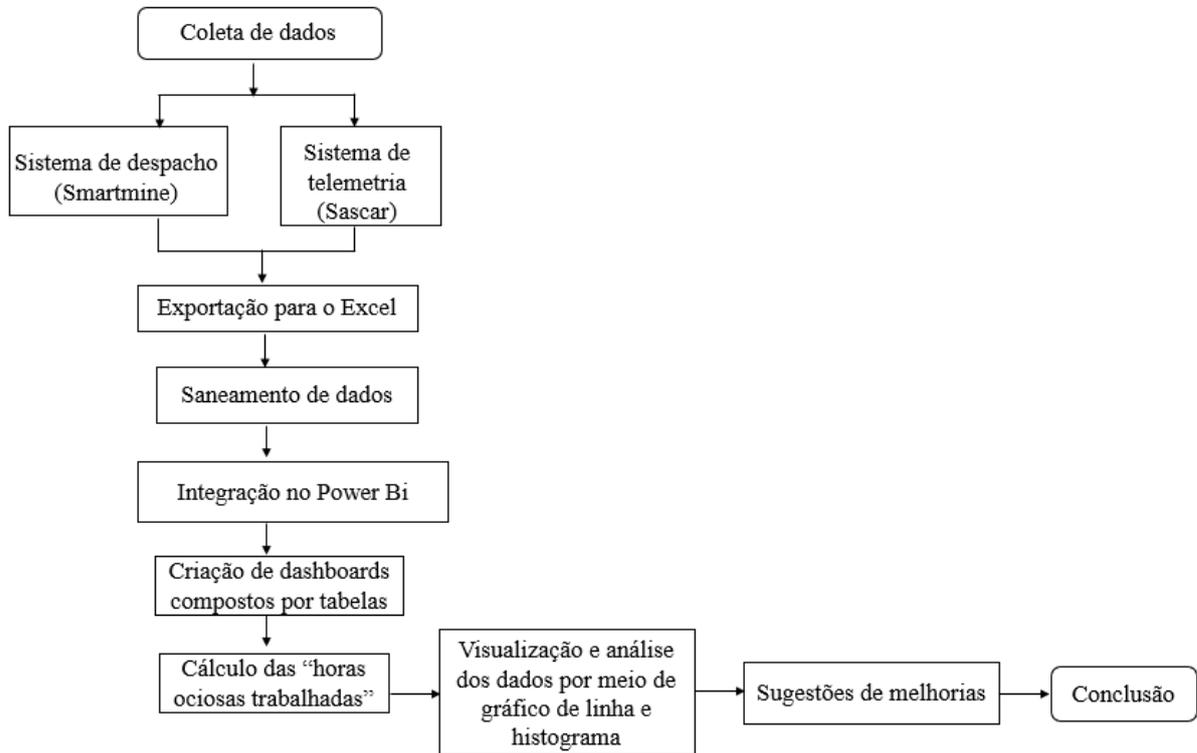
A integração dos sistemas visa solucionar um problema prático na operação da mina, por meio da coleta e análise dos dados dos sistemas de telemetria Sascar e de despacho SmartMine, amplamente utilizados na mineradora. Ambos os sistemas fornecem informações detalhadas sobre as atividades operacionais, com ênfase na utilização das frotas de motoniveladora (MN), trator de esteira (TE) e perfuratriz (PF). O tratamento e a análise eficaz desses dados são essenciais para otimizar a gestão das frotas e reduzir as “horas ociosas trabalhadas”.

A coleta de dados foram feitas diretamente nos sistemas Sascar e SmartMine, que geraram relatórios detalhados sobre as atividades realizadas pelas frotas. Esses relatórios foram exportados para o formato Excel, onde passaram por um processo de saneamento de dados. Este processo incluiu a exclusão de informações redundantes deixando apenas as horas ociosas do sistema sascar com os respectivos início e fim, a correção de eventuais inconsistências e a organização das variáveis de interesse, como frotas, e os códigos apontados pelos operadores em cada frota. Após esse tratamento inicial, os dados foram carregados no Power BI e integrados em um único banco de dados, permitindo uma análise mais precisa e detalhada das “horas ociosas trabalhadas”.

A análise dos dados foi realizada por meio da criação de dashboards interativos no Power BI, compostos por tabelas. Esses dashboards foram desenvolvidos com o intuito de proporcionar uma visualização clara e eficiente das informações extraídas dos sistemas, facilitando a análise das HOTS e a identificação de padrões operacionais que possam ser otimizados. Através dos gráficos e tabelas, foi possível calcular as horas ociosas trabalhadas, possibilitando uma análise crítica e a tomada de decisões para melhorar a utilização das frotas de motoniveladora (MN),

trator de esteira (TE) e perfuratriz (PF). Para representar como o trabalho prático foi elaborado, a figura 6 expressa a forma como a metodologia foi abordada e aplicada e a Figura 7 representa como foi realizada a interface entre os dois sistemas.

Figura 6 - Fluxograma da metodologia do trabalho



Fonte: A autora, 2024.

Figura 7 - Interface criada para análise das “horas ociosas trabalhadas”

Sascar					SmartMine					
Frota	Data	Início	Fim	Duração	TAG	data	Início	Final	Tempo	Razao
TE2414	02/11/23	00:52:42	00:58:13	00:05:32	TE2414	02/11/23	00:00:00	03:32:46	03:32:46	HORA TRABALHADA DE INFRAESTRUTURA-RETALUDAMENTO
TE2414	02/11/23	01:53:00	01:58:26	00:05:27	TE2414	02/11/23	03:32:46	03:33:57	00:01:11	HORA OCIOSA INTERNA-TROCA DE OPERADOR
TE2414	02/11/23	03:30:32	03:35:19	00:04:48	TE2414	02/11/23	03:33:57	03:34:06	00:00:09	HORA OCIOSA INTERNA-PREENCHENDO APRT
TE2414	02/11/23	03:42:51	03:42:55	00:00:05	TE2414	02/11/23	03:34:06	03:34:50	00:00:44	HORA OCIOSA INTERNA-AG TAREFA
TE2414	02/11/23	03:42:57	03:46:04	00:03:08	TE2414	02/11/23	03:34:50	04:14:47	00:39:57	HORA TRABALHADA DE INFRAESTRUTURA-RETALUDAMENTO
TE2414	02/11/23	04:15:08	04:16:25	00:01:18	TE2414	02/11/23	04:14:47	04:55:27	00:40:40	HORA OCIOSA EXTERNA-NEBLINA
TE2414	02/11/23	04:16:31	05:06:22	00:49:52	TE2414	02/11/23	04:55:27	04:55:29	00:00:02	HORA OCIOSA INTERNA-PREENCHENDO APRT
TE2414	02/11/23	05:41:16	06:42:15	01:01:00	TE2414	02/11/23	04:55:29	04:56:08	00:00:39	HORA OCIOSA INTERNA-AG TAREFA
TE2414	02/11/23	08:14:40	08:34:21	00:19:42	TE2414	02/11/23	04:56:08	05:41:05	00:44:57	HORA TRABALHADA DE INFRAESTRUTURA-RETALUDAMENTO
TE2414	02/11/23	09:58:19	10:22:31	00:24:13	TE2414	02/11/23	05:41:05	06:00:00	00:18:55	HORA OCIOSA INTERNA-TROCA DE TURNO
TE2414	02/11/23	12:14:45	14:07:22	01:52:38	TE2414	02/11/23	06:00:00	06:20:33	00:20:33	HORA OCIOSA INTERNA-TROCA DE TURNO
TE2414	02/11/23	14:15:22	14:20:20	00:04:59	TE2414	02/11/23	06:20:33	06:41:45	00:21:12	HORA OCIOSA INTERNA-PALESTRA OPERADOR
TE2414	02/11/23	16:27:52	16:48:51	00:21:00	TE2414	02/11/23	06:41:45	06:42:09	00:00:24	HORA OCIOSA INTERNA-AG TAREFA
TE2414	02/11/23	17:37:07	18:23:26	00:46:20	TE2414	02/11/23	06:42:09	09:58:48	03:16:39	HORA TRABALHADA DE INFRAESTRUTURA-RETALUDAMENTO
TE2414	02/11/23	18:42:33	18:49:22	00:06:50	TE2414	02/11/23	09:58:48	10:22:27	00:23:39	HORA OCIOSA INTERNA-ABASTECENDO
TE2414	02/11/23	19:11:45	19:15:57	00:04:13	TE2414	02/11/23	10:22:27	12:33:46	02:11:19	HORA TRABALHADA DE INFRAESTRUTURA-RETALUDAMENTO
TE2414	02/11/23	20:51:57	22:38:06	01:46:10						

Fonte: A empresa, 2024

4.1 Cálculo das “horas ociosas trabalhadas”

O sistema de telemetria (Sascar) é independente, ou seja, está ligado diretamente ao motor de cada máquina, funcionando de forma autônoma, oferecendo informações detalhadas sobre o funcionamento do motor de cada equipamento, como a duração dos períodos com o início e fim de quando o motor permaneceu ligado, desligado e ocioso (informação utilizada para elaboração do trabalho), porém não fornece a razão dos códigos relacionados as atividades.

Já o sistema de despacho (Smartmine) depende dos operadores para apontar quais atividades foram realizadas durante todo o turno em cada máquina, permitindo a análise detalhada da razão para cada código registrado, bem como o horário de início, término e duração das atividades.

As tabelas 1 e 2 representam as informações que são utilizadas para o cálculo das “horas ociosas trabalhadas”.

Tabela 1 - Exemplos de informações fornecidas pela sascar

FROTA	DATA	INICIO	FIM	DURAÇÃO
TE	10/09/2021	07:00:00	07:50:00	00:15:00
TE	10/09/2021	08:09:00	09:09:00	01:00:00

Fonte: A autora,2024.

Tabela 2 - Exemplos de informações fornecidas pelo smartmine

SMARTMINE					
FROTA	DATA	INICIO	FIM	DURAÇÃO	RAZÃO
TE	10/09/2021	07:00:00	07:50:00	00:50:00	LANCHE
TE	10/09/2021	08:09:00	11:09:00	03:00:00	H.T.O

Fonte: A autora,2024.

Para a análise das horas ociosas trabalhadas, é fundamental compreender alguns aspectos preliminares. A Tabela 1 contém os dados referentes às horas ociosas da frota de trator de esteira, com as respectivas durações registradas pelo sistema de telemetria Sascar. Cabe destacar que, na prática, há uma tabela separada para cada frota. Já a Tabela 2 apresenta o período em que a máquina, no caso o trator de esteira (TE), esteve em atividade de hora trabalhada operacional, ou seja, realizando tarefas de infraestrutura de mina, conforme registrado pelo sistema de despacho SmartMine, similarmente, há uma tabela específica para cada tipo de frota.

Para realizar a análise, os dados das duas tabelas foram cruzados. Inicialmente, verificou-se na Tabela 2 a duração das atividades de horas trabalhadas operacionais. Em seguida, as horas de início e fim dessas atividades foram confrontadas com os dados da Tabela 1, que contém as informações registradas pelo sistema Sascar, para verificar se esse equipamento estava em código de operação, mas com o motor ocioso (parado).

Desta forma, olhando a Tabela 2 observou-se que a atividade de hora trabalhada operacional durou três horas, com início às 08:09:00h e fim as 11:09:00h. Em seguida o mesmo período é analisado na Tabela 1, aferindo que entre 08:09:00h e 09:09:00h o trator de esteira (TE) ficou com o motor ocioso por 1 hora. Sendo assim, entre as três horas de atividade de hora trabalhada operacional registrada no smartmine pelo operador, uma hora desse período é classificada como hora ociosa trabalhada, ou seja, o motor estava ocioso (em funcionamento, mas com o equipamento parado), com o código de operação apontado no sistema, não realizando por uma hora a atividade apropriada.

A análise é realizada para toda a frota e, posteriormente, elabora-se um relatório no formato PowerPoint, no qual são apresentados os dias e a quantidade de horas ociosas trabalhadas registradas por cada equipamento, visando a adoção de tratativas internas pela empresa.

A análise das “horas ociosas trabalhadas” de cada equipamento por frota foi realizada de forma diária ao longo de um período de seis meses, abrangendo os meses de abril a setembro. Durante esse período, as “horas ociosas trabalhadas” de cada frota foram acumuladas por mês conforme ilustrado na Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5.

Tabela 3 – Acumulado por mês de hora ociosa trabalhada de trator de esteira

FROTA	MÊS	HOT (H)
TE	Abril	29,75
TE	Abril	47,22
TE	junho	43,22
TE	julho	31,12
TE	agosto	22,63
TE	setembro	39,25

Fonte: A autora, 2024

Tabela 4 – Acumulado por mês de hora ociosa trabalhada de motoniveladora

FROTA	MÊS	HOT (H)
MN	Abril	43,55
MN	maio	42,73
MN	junho	18,55
MN	julho	8,58
MN	agosto	7,22
MN	setembro	15,65

Fonte: A autora, 2024.

Tabela 5 – Acumulado por mês de hora ociosa trabalhada de perfuratriz

FROTA	MÊS	HOT (H)
PF	Abril	9,87
PF	maio	6,18
PF	junho	19,68
PF	julho	11,42
PF	agosto	0,38
PF	setembro	1,88

Fonte: A autora, 2024.

Com base nas tabelas, o trabalho abordará a utilização histogramas e gráficos de linha, com o propósito de representar separadamente a evolução das “horas ociosas trabalhadas” para as frotas de motoniveladora (MN), trator de esteira (TE) e perfuratriz (PF) ao longo dos meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro. A escolha do gráfico de linha se deu pela sua capacidade de ilustrar de forma eficiente as variações temporais nas horas ociosas trabalhadas, permitindo identificar tendências, picos de ociosidade e períodos que demandam maior atenção, contribuindo para a identificação de padrões que pudessem ser otimizados nas operações.

Os histogramas foram empregados para analisar a distribuição das “horas ociosas trabalhadas” em intervalos específicos, possibilitando uma visão detalhada da frequência de ocorrências dentro de diferentes faixas. A combinação dessas ferramentas visuais proporciona uma análise mais abrangente, possibilitando a identificação de períodos críticos.

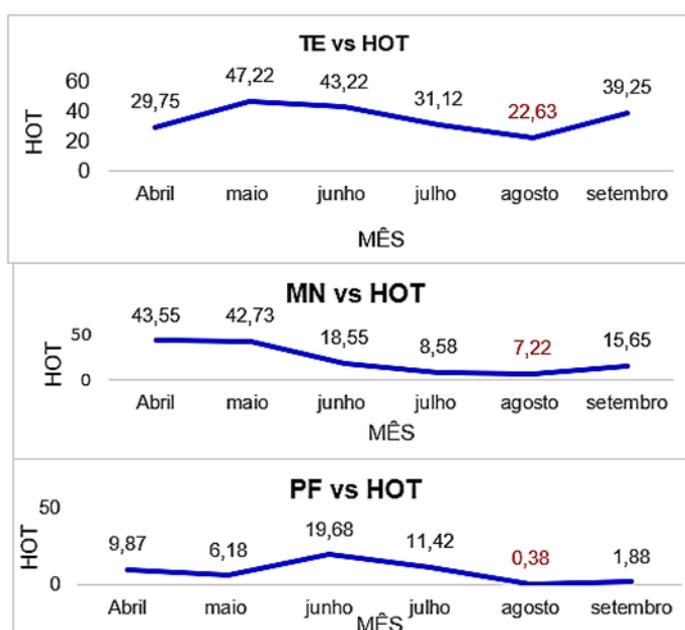
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Relação entre hora ociosa trabalhada e frotas de infraestrutura de mina

Os gráficos foram analisados de forma integrada, uma vez que os critérios adotados e os resultados obtidos apresentaram semelhanças entre as frotas. As horas ociosas trabalhadas foram calculadas de maneira uniforme para todos os equipamentos, considerando as horas ociosas e horas trabalhadas de forma igual para todas as máquinas, não levando em consideração as especificidades das atividades realizadas por cada uma delas durante este estudo inicial de seis meses.

Essa abordagem possibilitou uma avaliação consistente dos dados, assegurando uma interpretação homogênea dos resultados e a identificação de padrões comuns entre as diferentes frotas. Além disso, foi possível identificar as causas principais das horas ociosas trabalhadas, como o apropriadamento inadequado de códigos, indisciplina operacional e dúvidas sobre o uso do sistema de apontamentos. Dessa forma, a análise integrada dos gráficos proporcionou uma visão mais abrangente das variáveis envolvidas e das tendências observadas ao longo do período de estudo. Os resultados podem ser visualizados na Figura 8.

Figura 8 - Hora ociosa trabalhada por cada frota de infraestrutura de mina



Fonte: A autora, 2024.

5.1.1 Trator de esteira e motoniveladora

Os grupos compostos pelas frotas de trator de esteira (TE) e motoniveladora (MN) apresentaram valores significativamente mais elevados de horas ociosas trabalhadas entre os meses de abril e maio, em comparação ao grupo de perfuratriz (PF). Para a frota de trator de esteira, foram registradas 29,75 horas ociosas em abril e 47,22 horas em maio, enquanto para a frota de motoniveladora, as horas ociosas foram de 43,55 horas em abril e 42,73 horas em maio.

Esse aumento é atribuído ao início da consolidação das análises, refletindo o pico de horas ociosas observado nos primeiros meses do estudo. O padrão de comportamento identificado indica que, quanto maior o número de horas ociosas trabalhadas, maior o impacto negativo na qualidade das atividades de infraestrutura da mina. Esse cenário sugere que os operadores estavam deixando de executar tarefas essenciais de infraestrutura, o que resultava na não execução de atividades programadas ou na realização dessas atividades com qualidade inferior ao padrão esperado.

5.1.2 Perfuratriz

A frota de perfuratriz apresentou valores significativos de horas ociosas trabalhadas em abril (9,87 horas) e junho (19,68 horas), também atribuídos ao início da consolidação das análises. No entanto, é importante destacar que o sistema Sascar mede os dados com base na movimentação das frotas. Como as perfuratrizes permanecem paradas na maior parte do tempo, os resultados foram influenciados por esse fator.

Ao comparar com as frotas de trator de esteira e motoniveladora, as horas ociosas das perfuratrizes tendem a ser menores, uma vez que essas horas só são contabilizadas quando as máquinas estão em movimento. Apesar disso, é fundamental ressaltar a importância de contabilizar essas horas ociosas trabalhadas, pois, quanto maior, menor será a qualidade das atividades executadas pelas máquinas.

5.1.3 Fator comum entre hora ociosa trabalhada e frotas

Todas as frotas, incluindo trator de esteira, motoniveladora e perfuratriz, apresentaram a menor incidência de horas ociosas trabalhadas no mês de agosto. Esse resultado é significativo, pois reflete a evolução das análises realizadas e evidencia a eficácia das medidas adotadas.

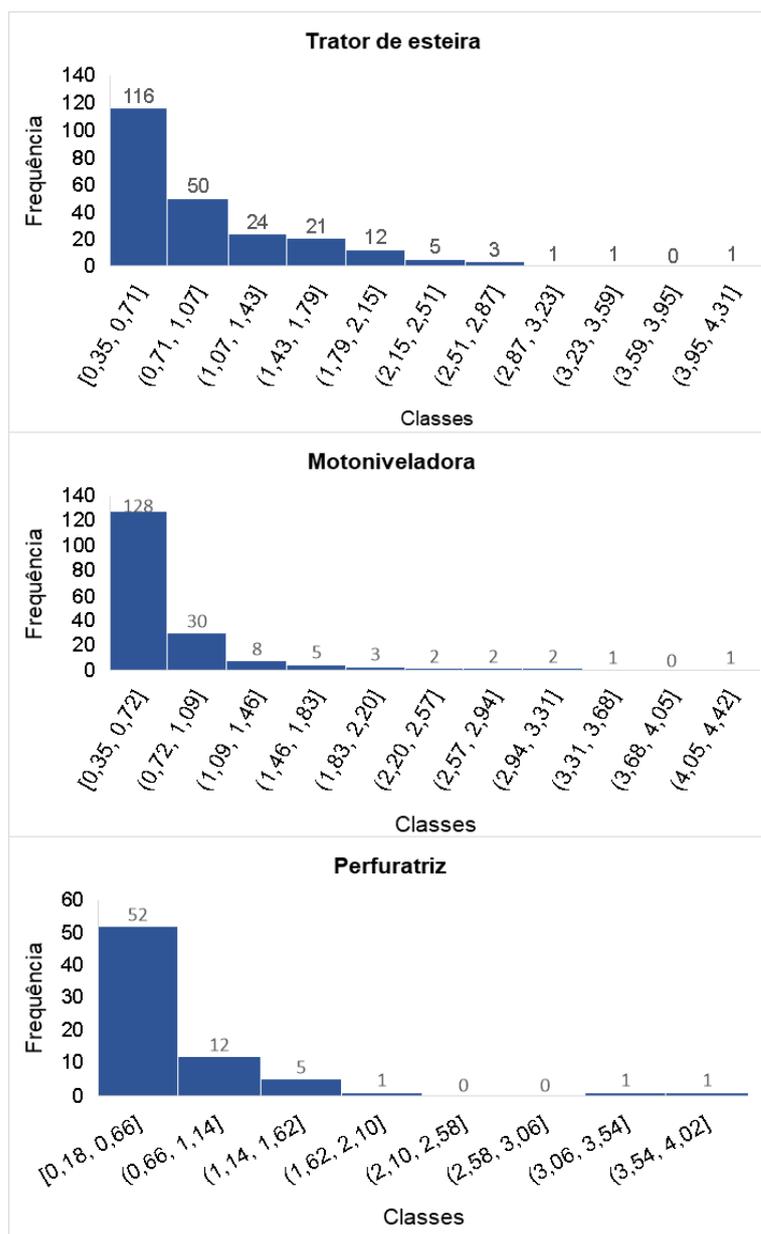
As ações implementadas incluíram, inicialmente, a divulgação e explicação da análise desenvolvida, correção do apropriação de códigos e conversas individuais com os operadores para entender as causas das horas ociosas trabalhadas elevadas e os operadores foram orientados a acionarem os técnicos para esclarecer dúvidas sobre a interpretação e o uso do sistema de apontamentos. Ademais, o uso de recursos tecnológicos para monitorar o interior das máquinas e verificar possíveis indícios de indisciplina operacional foi essencial para a redução das horas ociosas trabalhadas no mês de agosto.

Por fim, destaca-se que no mês de setembro as horas ociosas trabalhadas nas três frotas aumentaram novamente, devido ao recesso do responsável pela análise, que não teve um substituto durante esse período. Essa situação demonstra a importância de realizar os estudos e análises de forma contínua, a fim de preservar os avanços já conquistados e implementar novas abordagens para a avaliação das horas ociosas trabalhadas.

5.2 Histogramas

Os histogramas apresentados oferecem uma visão geral da distribuição das horas ociosas trabalhadas para os três tipos de frotas: trator de esteira, motoniveladora e perfuratriz, destacando os períodos em que cada uma delas apresentaram maior frequência de horas ociosas trabalhadas, destacando que todas as frotas exibiram uma assimetria positiva, com a concentração dos dados nas classes iniciais, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Distribuição das horas ociosas trabalhadas por intervalos de frequência em cada frota de Infraestrutura de Mina



Fonte: A autora, 2024.

5.2.1 Trator de esteira

Na frota de trator de esteira, a maior parte dos dados está concentrada nas primeiras classes, especialmente na classe (0,35; 0,71], que corresponde a um intervalo de horas entre (8,4; 17,04). Isso sugere que a maior parte das horas ociosas trabalhadas ocorre no início desse intervalo. À medida que se avança para as classes

com maiores quantidades de horas ociosas, observa-se uma diminuição na frequência, o que indica uma redução no número de máquinas nessas condições.

No entanto, uma parcela menor de máquinas apresenta horas ociosas por períodos mais longos, o que pode ser atribuído ao fato de a frota de trator de esteira ser a maior, contando com o maior número de máquinas, sendo 8 no total, maior quantidade de operadores e conseqüentemente de apontamentos. Contudo, como a quantidade de máquinas por frota não foi considerada neste estudo, é fundamental que esse fator seja explorado como uma oportunidade de melhoria na análise, conforme será sugerido no item 5.3.

5.2.2 Motoniveladora

Na frota de motoniveladora, assim como na frota de trator de esteira, os dados estão concentrados principalmente na primeira classe, com valores que variam entre (0,35; 0,72), o que corresponde a um intervalo de horas entre (8,4; 17,28). A frequência diminui rapidamente a partir da segunda classe, sugerindo que apenas um número reduzido de motoniveladoras apresenta horas ociosas por períodos mais longos. Esse comportamento pode ser atribuído ao fato de a frota de motoniveladora ser a segunda maior, composta por um total de 4 máquinas e quantidade menor de operadores e conseqüentemente de apontamentos. No entanto, conforme mencionado no item 5.2.1, como a quantidade de máquinas por frota não foi considerada neste estudo, é fundamental que esse fator seja abordado como uma oportunidade de melhoria na análise, como será sugerido no item 5.3.

5.2.3 Perfuratriz

A frota de perfuratriz segue um padrão semelhante ao observado nas outras frotas, com grande parte dos dados concentrados na primeira classe (0,18; 0,66), o que corresponde a um intervalo de horas entre (4,32; 15,84). A diminuição da frequência é mais gradual em comparação com a motoniveladora. Além disso, a frota de perfuratriz apresenta uma menor quantidade de horas ociosas trabalhadas por períodos mais longos quando comparada às outras duas frotas, devido às limitações do sistema Sascar, conforme discutido no item 5.1.3, que não contabiliza completamente as horas quando a máquina está parada perfurando.

Ademais, os histogramas indicaram que a frota de trator de esteira apresentou uma frequência de horas ociosas trabalhadas no intervalo de (8,4; 17,04), valor muito semelhante ao observado na frota de motoniveladora, que variou entre (8,4; 17,28). Essa similaridade deve ser considerada nas sugestões de melhoria, uma vez que não foi abordada nesta fase inicial do estudo. Em contrapartida, a frota de perfuratriz apresentou uma frequência de horas ociosas trabalhadas no intervalo de (4,32; 15,84), significativamente inferior em comparação com as duas frotas anteriores, devido às limitações do sistema Sascar.

5.3 Sugestões de melhorias

Durante os seis meses de estudo, foram implementadas melhorias significativas, com resultados positivos de curto prazo, conforme discutido no item 5.1. No entanto, para garantir maior robustez nas análises futuras, é essencial considerar as seguintes oportunidades de aprimoramento:

- Considerar as horas ociosas trabalhadas de acordo com as diferentes atividades desempenhadas por cada frota, levando em consideração as especificidades operacionais de cada tipo de equipamento, além da quantidade de máquinas e operadores por frotas.
- Desenvolver um estudo para definir uma meta máxima de horas ociosas trabalhadas por frota e, no futuro, estabelecer metas individuais para cada máquina dentro de cada frota;
- Realizar um trabalho conjunto com a Sascar para compreender e implementar novas metodologias de medição dos dados relacionados às perfuratrizes no sistema, visando uma contabilização mais precisa;
- Realizar uma análise e estudo detalhada, com o auxílio de ferramentas estatísticas avançadas, como por exemplo o Macrotab, para identificar as causas que levaram as frotas de tratores de esteira e motoniveladoras a apresentarem intervalos de horas ociosas trabalhadas similares.

6 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar o impacto das "horas ociosas trabalhadas" nas frotas de infraestrutura de mina, com foco em três tipos de equipamentos: trator de esteira, motoniveladora e perfuratriz. A análise foi realizada com base em dados do sistema de despacho SmartMine e do sistema de telemetria Sascar, abrangendo um período de seis meses de monitoramento das horas ociosas trabalhadas por essas frotas. Os resultados indicaram que quanto maior o número de horas ociosas trabalhadas, maior o impacto negativo sobre as atividades de infraestrutura da mina, comprometendo a execução dos serviços programados e prejudicando o andamento das atividades.

A partir dos dados obtidos, observou-se uma clara assimetria positiva nas distribuições das horas ociosas trabalhadas, com maior concentração nos primeiros intervalos, especialmente nas frotas de trator de esteira e motoniveladora. A frota de perfuratriz apresentou um padrão semelhante, embora com uma diminuição gradual na frequência e uma quantidade reduzida de horas ociosas por períodos mais longos. Esse comportamento é atribuído às limitações do sistema Sascar, que não consegue contabilizar adequadamente os dados das perfuratrizes quando estas se encontram paradas realizando perfurações.

A análise dos dados indicou que, entre os meses de abril e maio, houve um aumento significativo das horas ociosas trabalhadas nas frotas de trator de esteira e motoniveladora, sendo atribuído ao início da consolidação das análises e à implementação de novas práticas de monitoramento. No entanto, com a implementação de medidas corretivas, como a correção de apropriações de códigos inadequados e ao uso de recursos tecnológicos para monitoramento de indisciplina operacional, observou-se uma significativa redução das horas ociosas no mês de agosto. Essa redução reflete a eficácia das ações adotadas e a melhoria nos processos operacionais.

A análise do mês de setembro, por sua vez, indicou um aumento nas horas ociosas trabalhadas, decorrente do recesso do responsável pelo estudo e da ausência de um substituto para dar continuidade ao monitoramento. Esse fator evidencia a importância de garantir a continuidade das análises, a fim de preservar

os avanços conquistados e assegurar a implementação de novas abordagens para o controle das horas ociosas trabalhadas.

Com base nos resultados obtidos e nas observações realizadas, propõem-se algumas melhorias para futuras para este trabalho, sendo:

- Considerar as horas ociosas trabalhadas de acordo com as diferentes atividades desempenhadas por cada frota, levando em consideração as especificidades operacionais de cada tipo de equipamento, além da quantidade de máquinas e operadores por frotas.
- Desenvolver um estudo para definir uma meta máxima de horas ociosas trabalhadas por frota e, no futuro, estabelecer metas individuais para cada máquina dentro de cada frota;
- Realizar um trabalho conjunto com a Sascar para compreender e implementar novas metodologias de medição dos dados relacionados às perfuratrizes no sistema, visando uma contabilização mais precisa;
- Realizar uma análise e estudo detalhada, com o auxílio de ferramentas estatísticas avançadas, como por exemplo o Macrotab, para identificar as causas que levaram as frotas de tratores de esteira e motoniveladoras a apresentarem intervalos de horas ociosas trabalhadas similares.

Portanto, este estudo demonstrou a relevância da análise das horas ociosas trabalhadas para otimizar os processos operacionais na área de infraestrutura de mina, destacando a importância de medidas corretivas contínuas e a necessidade de um controle mais rigoroso das variáveis envolvidas para garantir o sucesso das operações de infraestrutura no ambiente de mineração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CATALANI, G.; RICARDO, H. S. (2007). **Manual prático de escavação: terraplenagem e escavação de Rocha**, 3rd ed. São Paulo: Pini.

CLEMENTE, J.L.P. **Impacto dos indicadores de manutenção no indicador disponibilidade física de equipamentos de mina**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Ouro Preto, 2018.

CRUZ, VN, FERNANDES, MJ e REIS, LP (2015) **‘Análise do processo de substituição de equipamentos por meio do método CAUE em uma mineradora de grande porte’** In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Fortaleza, Ceará.

DUARTE, Sérgio Lemos; PINTO, Kleber Carlos Ribeiro; LEMES, Sirlei. **Integração da teoria das filas ao Time-Driven ABC Model: uma análise da capacidade ociosa**. Enfoque: Reflexão Contábil, v. 28, n. 1, p. 40-53, 2009.

DA SILVA CAMPOS, Sérgio Luiz. **Busca não supervisionada de padrões por técnicas de agrupamento clássica e nebulosa**. 2019.

FREITAS JÚNIOR, Luiz Rogério de. **Abordagem sistêmica aplicada à perfuratriz autônoma: uma análise com foco na segurança operacional e cibernética**. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado em Instrumentação, Controle e Automação de Processos de Mineração) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

JÚNIOR, Messias Batista Caetano. **A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO, TÁTICO E OPERACIONAL NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS**. Revista Saber Eletrônico, v. 2, n. 1, p. 10, 2018.

MISTRETTA, Larissa Franco; JUNIOR, Osmar Delmanto. **Implantação de sistema de rastreamento e monitoramento de frota e simulação de rota de uma empresa de bebidas**. Tekhne e Logos, v. 3, n. 2, p. 129-155, 2012.

MUNIRATHINAM, M.; YINGLING, J. C. **"A review of computer-based truck dispatching strategies of surface mining operations"**, International Journal of Surface Mining, Reclamation and Environment 8, 1-15, 1994.

SCHMOELLER, Adilson et al. **O uso da telemetria em uma empresa de transporte urbano de passageiros como ferramenta de gestão e melhoria da performance dos ativos e motoristas**. 2022. 94 p. Pós-graduação (Gestão de Negócios) – Fundação Dom Cabral, Florianópolis, 2022.

SEVERINO, Rodrigo de Oliveira. **Dimensionamento da produtividade de tratores D375A-6 e D61EX-23MO-Estudo de caso: Complexo Mariana Vale SA**. 2018. Monografia (Graduação em Engenharia de Minas) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

SILVA, André de Souza. **Avaliação de indicadores operacionais: estudo de caso na operação de mina da mineração Buritirama SA**. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia de Minas e Meio Ambiente. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Marabá, 2019.

SILVA, J. C. T. **Customização de software intensivo - smartmine**. 2003. 26 p. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SILVA, Patrick Vítor Heleno. **Alavancagem da produtividade dos equipamentos de uma mina a céu aberto: estudo de caso**. 2021. 84 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Minas) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

SODRÉ, Décio Farias. **Análise de tempos e movimentos e dimensionamento de frota de uma mina a céu aberto**. 2019. 69 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Minas) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

TORRES, Yuri Barbosa Simão. **Dimensionamento da produtividade e análise de investimento de tratores D6T e D8T - estudo de caso: JMN MINERAÇÃO**. 2022. 43 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Minas) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

VANEIDE, Pimenta Costa. **Análise do desempenho de equipes de infraestrutura de mina: Estudo de caso**. Monografia (Graduação em Engenharia de Minas), Faculdade Presidente Antônio Carlos, Conselheiro Lafaiete, 20