



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP**  
**ESCOLA DE MINAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



**Wener de Cássia Vitório**

**OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL PARA MINIMIZAR TEMPOS  
IMPRODUTIVOS: O CASO DE UMA EMPRESA DE SONDA GEM**

**OURO PRETO - MG**  
**2025**

**Wener de Cássia Vitório**

**OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL PARA MINIMIZAR TEMPOS IMPRODUTIVOS:  
O CASO DE UMA EMPRESA DE SONDA GEM**

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

**Professor orientador:** Prof. Yã Grossi Andrade

**OURO PRETO – MG**

**2025**

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

V845o Vitorio, Wener de Cassia.  
Otimização operacional para minimizar tempos improditivos  
[manuscrito]: o caso de uma empresa de sondagem. / Wener de Cassia  
Vitorio. - 2025.  
57 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Yã Grossi Andrade.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola  
de Minas. Graduação em Engenharia de Produção .

1. Gestão da qualidade total. 2. Contribuição de melhoria. 3.  
Manutenção produtiva total. I. Andrade, Yã Grossi. II. Universidade  
Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 658.5

Bibliotecário(a) Responsável: Cristiane Maria da Silva - CRB6-3046



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Wener de Cássia Vitória**

**Otimização operacional para minimizar tempos improdutivos. O caso de uma empresa de sondagem.**

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

Aprovada em 31 de março de 2025.

### Membros da banca

[Dr.] Yã Grossi Andrade - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)  
[Dr.] Magno Silvério Campos (Universidade Federal de Ouro Preto)  
[Msc.] Patrícia Lidiane Carneiro Silva (Universidade Federal de Ouro Preto)

Yã Grossi Andrade, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 31/03/2025



Documento assinado eletronicamente por **Yã Grossi Andrade, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 31/03/2025, às 20:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0885992** e o código CRC **841ADC52**.

À minha família pelo amor, apoio e confiança.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço sinceramente a todos que contribuíram para a realização desta monografia. Primeiramente, agradeço à Deus, por estar sempre comigo me guiando, protegendo e abençoando todas as minhas decisões e gostaria de expressar minha gratidão ao meu orientador, professor Yã Grossi Andrade, cuja orientação e apoio foram fundamentais ao longo deste processo. Sua expertise e paciência me guiaram em momentos de dúvida e me incentivaram a buscar sempre o melhor.

Agradeço também aos meus colegas e amigos, que estiveram ao meu lado, oferecendo apoio emocional e trocando ideias valiosas. Cada conversa e cada momento de colaboração foram essenciais para enriquecer meu trabalho.

Um agradecimento especial à minha família, esposa Juliana e filhas Ana Alice e Gabriella, aos meus pais Milton e Maria, as minhas irmãs Kelly e Gelly, e a Família Furtado, que sempre, todos acreditaram em mim e me proporcionaram um ambiente de amor e incentivo. Agradeço também ao time da Sondagem, em especial Maria de Lourdes, Renato Arcebispo, André Mendonça e Fernando Kudo por toda atenção e oportunidade, sem o suporte incondicional de vocês este projeto não seria possível.

Por fim, agradeço a todos os autores e pesquisadores cujas obras foram fundamentais para a construção deste trabalho. Suas contribuições ao conhecimento foram uma fonte de inspiração e aprendizado.

Este trabalho é resultado de um esforço coletivo, e sou grato a todos que fizeram parte dessa jornada. Espero que os resultados aqui apresentados possam contribuir de alguma forma para o campo de estudo abordado. Muito obrigado!

*"O conhecimento é como uma escada: quanto mais alto você sobe, mais longe consegue enxergar."* - Michael S. Schneider

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo eliminar as horas paradas improdutivas não programadas em período noturno das atividades de sondagem. A pesquisa, é de caráter qualitativo e exploratório, permitindo a aplicação prática das ferramentas da qualidade. No cenário de estudo desse trabalho, os impactos são apontados em indicadores durante horário noturno, onde há o impedimento de trabalhos noturnos no período das 18hs às 06hs devido restrições que envolvem içamentos de sonda e acessórios de sondagem juntamente com o transporte e mobilização desses materiais de um ponto ao outro, já que não há um estudo eficaz para viabilizar essas operações nesse horário, impactando a continuidade dos trabalhos de sondagem. Os resultados demonstraram que a otimização através das ferramentas da qualidade ajudou como guias na identificação do gargalo que conseqüentemente levou às ações para redução e eliminação das horas paradas improdutivas não programadas, além da fluidez nos processos operacionais, conseqüentemente os resultados foram expressivos com ganho de 60 dias de operacionalidade e redução de custos com equipamentos, passando de 18 sondas em julho/24 para 8 sondas atuantes em março/25. Além disso, observou-se maior agilidade e controle nas operações. As conclusões ressaltam a importância da integração das ferramentas da qualidade como estratégia essencial para a sustentabilidade dos resultados e a competitividade no setor de sondagem, pois a redução de horas improdutivas impacta diretamente na eficiência dos processos, aumentando a taxa de avanço e reduzindo desperdícios operacionais.

Palavras chaves: Ferramentas da Qualidade, melhoria contínua, tempos improdutivos

## **ABSTRACT**

This study aims to eliminate unscheduled unproductive downtime during the nighttime of drilling activities. The research is qualitative and exploratory in nature, allowing the practical application of quality tools. In the study scenario of this study, the impacts are indicated in indicators during nighttime hours, where there is an impediment to nighttime work between 6:00 p.m. and 6:00 a.m. due to restrictions involving lifting of drilling rigs and accessories, along with the transportation and mobilization of these materials from one point to another, since there is no effective study to make these operations viable at this time, impacting the continuity of drilling work. The results demonstrated that optimization through quality tools helped as guides in identifying the bottleneck that consequently led to actions to reduce and eliminate unscheduled unproductive downtime, in addition to fluidity in operational processes. Consequently, the results were significant, with a gain of 60 days of operational capacity and reduction of equipment costs, going from 18 rigs in July/24 to 8 rigs in operation in March/25. Furthermore, greater agility and control in operations were observed. The conclusions highlight the importance of integrating quality tools as an essential strategy for the sustainability of results and competitiveness in the drilling sector, since the reduction of unproductive hours directly impacts the efficiency of processes, increasing the rate of progress and reducing operational waste.

**Keywords:** Quality Tools, Continuous Improvement, Unproductive Times

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Praça de Sondagem.....	24
Figura 2 – Sonda de perfuração.....	25
Figura 3 – Gráfico dos Grupos de Horas Paradas – Jan/24 a Abr/24.....	30
Figura 4 – Gráfico do Subgrupo da Segurança – Jan/24 a Abr/24.....	32
Figura 5 – Diagrama Causa e Efeito.....	34
Figura 6 – Gráfico de Horas Paradas Transporte a Noite (em horas).....	37
Figura 7 – Gráfico de Produtividade sonda semanal.....	38
Figura 8 – Gráfico de Micro da média produtividade por sonda jul/24 a set/24.....	39
Figura 9 – Gráfico de Micro média produtividade por sonda out/24 a dez/24.....	39

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 –Horas Paradas por Grupo – Jan/24 a Abr/24.....	31
Tabela 2 – Horas Paradas por Subgrupo – Jan/24 a Abr/24.....	33
Tabela 3 – Total final mensal de horas paradas por Subgrupo (em horas).....	37

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Formulação do Problema.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Justificativa.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 Estrutura do Trabalho.....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Otimização Operacional: Conceitos.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Ferramentas da Qualidade para Eficiência Operacional.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Sondagens .....</b>	<b>23</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Delineamento.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Coleta de dados.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Análise de dados.....</b>	<b>29</b>
<b>3 RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO I – ENTREVISTAS.....</b>	<b>47</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A otimização operacional deve ser vista como uma estratégia para qualquer organização que busca se destacar em um ambiente competitivo e dinâmico para a sustentabilidade e competitividade das empresas de sondagem, um setor onde precisão, agilidade e controle de custos são fatores críticos (RAPOSO, 2024). No entanto, a ocorrência de horas paradas não programadas é um problema que existe em diversos setores produtivos, impactando diretamente a eficiência operacional, nos custos, na produtividade, no cumprimento de prazos e o uso eficiente de recursos (CALCIAN, 2023).

A sondagem é um serviço essencial para setores como mineração, construção civil e infraestrutura, onde a precisão e a eficiência influenciam diretamente a qualidade dos resultados e o cumprimento de prazos (LUIZ, 2013). Entretanto, falhas nos processos, falta de padronização e ineficiência das ferramentas utilizadas contribuem significativamente para tempos improdutivo, comprometendo a rentabilidade e a competitividade da empresa (MAIA, 2020).

As operações de sondagem na mineração, principalmente na exploração geológica, nos permitem obter informações detalhadas sobre a composição e estrutura do subsolo. Essas operações envolvem diversas etapas e técnicas para identificar depósitos minerais e avaliar sua viabilidade econômica (FERRAZ; SILVA, 2025).

A cada dia, essas operações enfrentam mudanças em procedimentos técnicos, que exigem adaptação constante dos trabalhadores e a implementação de novas práticas operacionais, atualização de equipamentos, rotatividade da equipe e impactos climáticos, além das constantes alterações nas estruturas e acessos da mina (SANTOS; SOUZA, 2013). Diante da pressão por maior produtividade e da necessidade de manter a competitividade em um mercado dinâmico, a adoção de metodologias sistemáticas para controle e otimização dos processos se torna indispensável.

Diante disso, a aplicação de ferramentas da qualidade, como o *Brainstorming*, o Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto e Ciclo PDCA, surge como uma estratégia para diagnosticar e eliminar gargalos, reduzir desperdícios e maximizar o tempo útil da operação (TOTTI; RUIVO; DONATI, 2010).

O objetivo principal deste estudo é otimizar as atividades de sondagem com aplicação das ferramentas da qualidade para eliminar as horas paradas improdutivo não programadas no período noturno das atividades de sondagem, melhorando a eficiência e permitindo a

continuidade operacional. Sendo assim este estudo busca responder à seguinte questão: como reduzir as horas paradas improdutivas não programadas no período noturno, melhorando a eficiência operacional, o uso de recursos e a produtividade?

### **1.1 Formulação do Problema**

A situação problemática acontece em uma empresa de sondagem X, onde os trabalhos de perfuração de sondagem ocorrem em períodos de revezamento de turnos (o 1º turno inicia das 06:00hs às 16:00hs, o 2º turno das 16:00hs às 01:00hs e o 3º turno das 01:00hs às 06:00hs) que completam 24hs de trabalho, numa frequência de jornada de trabalho de segunda a sábado. A situação problemática ocorre a partir das 18:00hs dentro do horário do 2º turno e abrange todo o 3º turno, em especial no período considerado noturno, onde surge a necessidade de otimização dos trabalhos noturnos, onde são apontadas horas improdutivas não programadas devido ao tempo de espera para a mudança de praça de sondagem, que envolve o transporte da sonda e acessórios após a conclusão da perfuração. Esse processo é impedido entre 18h e 06h devido a restrições nas atividades de içamento de carga no período noturno, por questões de segurança, já que não há um estudo eficaz para viabilizar essas operações nesse horário, impactando a continuidade dos trabalhos de sondagem.

### **1.2 Justificativa**

A sondagem geológica é uma etapa essencial no planejamento e na operação de empreendimentos minerais, fornecendo dados fundamentais sobre a distribuição e a qualidade do minério (PARKER, 2014). No entanto, durante esse processo, há uma parcela significativa de tempo classificada como horas improdutivas, resultante de diversos fatores operacionais, logísticos e mecânicos (MAIA, 2020).

A otimização da produtividade na sondagem mineral é um fator determinante para a viabilidade econômica de um projeto, pois custos elevados e baixa eficiência podem comprometer a continuidade das operações (SALDANHA JUNIOR, 2020). Conforme destacado por Ávila (2016), a redução de horas improdutivas impacta diretamente na eficiência dos processos, aumentando a taxa de avanço e reduzindo desperdícios operacionais.

Estudos apontam que uma abordagem sistemática para identificação e correção desses gargalos pode levar a uma redução significativa nos custos operacionais e no tempo total de perfuração (PALADINI, 2010).

Dessa forma, para justificar o trabalho, houve-se a necessidade de compreender os principais fatores que contribuem para a ocorrência de horas improdutivas não programadas na sondagem mineral e propor medidas para otimizar esse processo. A pesquisa contribuirá para o aumento da eficiência operacional e para a sustentabilidade da atividade mineraria.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

No contexto da otimização operacional e melhoria contínua nas atividades de sondagem, o objetivo geral deste trabalho é eliminar as horas paradas improdutivas não programadas em período noturno das atividades de sondagem.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho é:

- Demonstrar o processo produtivo da empresa X e os impactos negativos relacionados as horas improdutivas no período noturno;
- Analisar o fluxo e uso das ferramentas da qualidade para identificar o gargalo, promover as melhorias, atuar nas ações e apresentar os resultados;
- Otimizar o processo de atividades de sondagem com redução de horas paradas não programadas em período noturno.

### **1.4 Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho de conclusão de curso aborda a otimização operacional em empresas de sondagem, com foco em estratégias com o uso e aplicação das ferramentas da qualidade. Através da análise de métodos e práticas específicas, busca-se identificar soluções que possam minimizar os tempos improdutivos, promovendo uma melhoria contínua nos processos e, conseqüentemente, o aumento da eficiência organizacional. Este estudo se propõe a explorar a integração das ferramentas da qualidade no cotidiano operacional, com ênfase na implementação de processos mais ágeis e eficientes, essenciais para a competitividade no setor de sondagem. A seguir, será detalhada a estrutura do TCC, que guiará a pesquisa e apresentação das soluções propostas.

O referencial teórico aborda ferramentas de gestão da qualidade, como *Brainstorming*, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto e Ciclo PDCA, que auxiliam na melhoria contínua e na resolução de problemas. Além disso, trata da otimização operacional, visando aprimorar processos e reduzir custos. A revisão bibliográfica inclui a sondagem, técnica de perfuração do solo para análise geológica. A metodologia adota uma abordagem qualitativa e exploratória, com estudo de caso em empresas de sondagem, aplicando ferramentas da qualidade para identificar fatores que impactam a eficiência operacional.

Os resultados deste TCC foram analisados de maneira detalhada e comparativa, visando avaliar a efetividade das estratégias de aplicação das ferramentas da qualidade na otimização operacional das empresas de sondagem. A partir dessa análise, foi possível identificar os benefícios da implementação das ferramentas da qualidade, bem como as melhores práticas para garantir a sustentabilidade dos resultados obtidos e maximizar a eficiência operacional nas empresas de sondagem.

Em Considerações Finais são apresentadas as conclusões em relação à metodologia e aos resultados obtidos, fazendo um resgate da meta e dos objetivos aqui propostos com os resultados encontrados e abordagem do problema.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir, será abordado a otimização operacional em empresas de sondagem, destacando como as estratégias de aplicação das ferramentas da qualidade podem ser fundamentais para minimizar os tempos improdutivos; a seguir, serão exploradas as principais ferramentas utilizadas para sanar essas horas improdutivas.

### 2.1 Otimização Operacional: Conceitos

A otimização operacional é um conjunto de práticas e estratégias voltadas para aumentar a eficiência dos processos dentro de uma organização. O objetivo é reduzir desperdícios, melhorar a produtividade e garantir um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Existem diversas técnicas que podem ser aplicadas conforme a necessidade de cada empresa.

Conforme Kortmann et al (2014) a eficiência operacional refere-se à habilidade de uma empresa em entregar produtos ou serviços aos seus clientes de maneira otimizada, considerando a melhor relação custo-benefício, sem comprometer a qualidade. No contexto de recuperação, a meta é simplificar e reduzir os processos, ou seja, realizar mais com menos. O foco é usar menos recursos para gerar uma maior quantidade de produtos ou serviços.

A eficiência operacional é fundamental para empresas que buscam melhorar sua produtividade e competitividade. Isso é alcançado por meio da administração de processos, que organiza a empresa em um sistema. Cada setor deve ser analisado detalhadamente para garantir que as etapas do processo sejam planejadas e funcionem de maneira eficaz. É essencial que os colaboradores estejam bem treinados e capacitados, pois a falha em uma etapa comprometerá as próximas, impactando diretamente a qualidade e o desenvolvimento dos produtos ou serviços (PALADINI, 2012).

A otimização operacional traz benefícios para as empresas. Um dos principais é a redução de custos, pois elimina desperdícios e torna o uso de recursos mais eficiente (SANTOS, 2023). Além disso, contribui para a melhoria na qualidade, uma vez que processos mais eficientes tendem a gerar resultados com menos falhas (CAMPOS; SIMON, 2019). Outro aspecto positivo é o aumento da produtividade, já que operações mais fluídas e sem interrupções permitem um maior volume de produção (SANTOS, 2023). Por fim, a satisfação do cliente também é impactada, pois a maior eficiência e a redução do tempo de resposta proporcionam uma experiência mais satisfatória (DIANA et al., 2020).

A otimização operacional, ao integrar essas técnicas, permite uma visão abrangente das operações, resultando em processos mais ágeis, custos reduzidos e maior competitividade no mercado (SANTOS, 2023).

## **2.2 Ferramentas da Qualidade para Eficiência Operacional**

De acordo com Longo (1996, p.9), a qualidade total é composta por seis atributos ou dimensões fundamentais que a tornam completa: qualidade intrínseca, custo, atendimento, moral, segurança e ética.

De acordo com Marques (2005, p. 36), a melhoria contínua concretiza-se por meio da implementação de um sistema permanente de autoavaliação. Esse sistema tem como objetivo avaliar, em ciclos curtos, as atividades realizadas, seu desempenho e seus resultados. Além disso, considera a análise dos resultados obtidos, verifica a eficácia das atividades e práticas associadas, e identifica áreas e oportunidades de melhoria, o autor cita que outro elemento essencial da Gestão da Qualidade Total (TQM) é a liderança, pois o líder desempenha o papel de diferencial e facilitador no processo de aprimoramento contínuo, sendo necessário que ele possua habilidades como comunicação eficaz, capacidade de promover mudanças, visão estratégica, trabalho em equipe, foco em resultados, pró-atividade e empatia.

Os instrumentos da qualidade são essenciais para o acompanhamento, controle e aprimoramento dos processos. Eles ajudam a detectar falhas, minimizar desperdícios e elevar a eficiência operacional, impactando diretamente a competitividade e a satisfação dos clientes (DA SILVA; JUNIOR, 2024).

Conforme Lopes (2014) a ISO 9001:2008, desenvolvida pela *International Organization for Standardization* (ISO), estabeleceu requisitos para a implementação de sistemas de gestão da qualidade (SGQ) com foco em melhorar processos, produtos e a satisfação do cliente. Baseada em princípios como foco no cliente, liderança e melhoria contínua, a norma abordava tópicos como planejamento, controle operacional e análise, promovendo eficiência, redução de erros e confiança do mercado. Publicada em 2008 como sucessora da ISO 9001:2000, ela foi adotada por organizações que buscavam certificação para demonstrar compromisso com a qualidade e competitividade. Substituída pela ISO 9001:2015, que introduziu maior flexibilidade e foco em gestão de riscos, a versão 2008 teve papel crucial na evolução dos SGQs globalmente.

As ferramentas da qualidade são métodos estruturados que visam melhorar processos produtivos, permitindo a análise e solução de problemas com base em dados e fatos, promovendo maior clareza e decisões mais assertivas.

As ferramentas desempenham um papel significativo nas indústrias devido à sua notável capacidade de prever e solucionar problemas, o que resulta em maior produtividade, redução de custos e aprimoramento da qualidade dos produtos (MACIEL; SANTOS, 2024).

No estudo realizado, foram aplicadas as seguintes ferramentas da qualidade: *Brainstorming*, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto e o ciclo PDCA.

O *Brainstorming* é uma técnica criativa e colaborativa, usada para gerar uma ampla gama de ideias e soluções, estimulando a inovação e a troca de perspectivas dentro de uma equipe. O Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe, permite identificar as causas principais de um problema, organizando-as em categorias que facilitam a análise e a tomada de decisões. O Diagrama de Pareto é um recurso gráfico usado para estabelecer uma ordenação nas causas de perdas ou gargalos a serem sanados. Essa ferramenta é útil para classificar os problemas, erros, defeitos, para estudos e ações posteriores. Já o Ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Checar, Agir) é uma abordagem sistemática e iterativa para a gestão de processos, buscando a melhoria contínua através da execução de planos, monitoramento dos resultados, análise dos dados obtidos e ajustes necessários. Juntas, essas ferramentas proporcionam uma base sólida para a melhoria da qualidade e eficiência organizacional.

Com o objetivo de analisar as questões que impactavam o processo produtivo e a diminuição no atendimento à demanda mensal de uma empresa, Ponciano *et al.*, (2021). utilizou a metodologia de Manutenção Produtiva Total, fundamentada na ferramenta 5S, juntamente com as ferramentas *Brainstorming* e Diagrama de Pareto. As análises realizadas identificaram como principal problema as horas perdidas devido a paradas para manutenção. Para reduzir o tempo de inatividade da máquina chamada ondulateira, foi proposta a implementação de três pilares do método de Manutenção Produtiva Total no setor produtivo, visando melhorar a utilização do equipamento e, conseqüentemente, aumentar o desempenho produtivo.

Através da revisão da literatura de Pereira (2023) que examina a utilização de ferramentas de qualidade para aprimorar o desempenho nas operações de mina, lavra e beneficiamento. Os resultados dos estudos de caso indicam que diversas ferramentas de qualidade colaboram na resolução de problemas, sendo sempre aplicadas em conjunto. Além disso, a metodologia PDCA se destaca como elemento fundamental para a definição de

metas e a obtenção de resultados. Assim, as ferramentas de qualidade se revelam como excelentes recursos para melhorar o desempenho em várias áreas, reduzir custos e aumentar a segurança e sustentabilidade na mineração.

Estudo realizado por Bueno e Pinto (2025) refere-se que a melhoria contínua é uma abordagem gerencial voltada para o aprimoramento incessante de produtos, serviços e processos, focando na identificação de gargalos e falhas para aumentar a produtividade e a eficiência operacional. Para alcançar isso, são fundamentais ferramentas como o Ciclo PDCA, Diagrama de Ishikawa, Matriz SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*) conforme Fernandes (2012) cita que a Análise SWOT é uma ferramenta estratégica utilizada para avaliar um negócio, projeto ou iniciativa, que examina quatro aspectos principais: *Strengths* (Forças), que correspondem aos pontos fortes internos da empresa ou projeto, como uma marca consolidada, tecnologia avançada ou uma equipe qualificada; *Weaknesses* (Fraquezas), que englobam áreas internas que precisam de melhoria, como a falta de investimento, baixa produtividade ou pouca inovação; *Opportunities* (Oportunidades), que são fatores externos capazes de beneficiar a empresa, como tendências de mercado, novas tecnologias ou mudanças na legislação; e *Threats* (Ameaças), que representam riscos externos com potencial impacto negativo, como concorrência intensa, crises econômicas ou mudanças regulatórias. Essa análise auxilia na tomada de decisões estratégicas, permitindo identificar onde a empresa pode melhorar e como pode se diferenciar no mercado; e KPIs (*Key Performance Indicators* – Indicadores-Chave de Desempenho) conforme Da Silva Leão (2023) cita que os KPIs são métricas utilizadas para medir o desempenho de uma empresa, equipe ou projeto em relação aos seus objetivos, devendo ser específicos, mensuráveis, atingíveis, relevantes e temporais, sendo que alguns exemplos de KPIs incluem os financeiros, como receita, lucratividade e margem de lucro; os operacionais, como tempo de produção e eficiência de processos; os de marketing e vendas, como taxa de conversão, CAC (Custo de Aquisição de Cliente) e ROI (Retorno sobre Investimento); e os relacionados à satisfação do cliente, como NPS (*Net Promoter Score*) e taxa de retenção de clientes, portanto os KPIs são essenciais para monitorar o progresso e ajustar estratégias conforme necessário.

O Ciclo PDCA (planejar, executar, verificar e agir) é útil na implementação de melhorias, enquanto o Diagrama de Ishikawa auxilia na identificação das causas dos problemas. A análise SWOT examina forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, e os KPIs servem para monitorar o desempenho da organização. No ambiente de trabalho, a melhoria contínua foi aplicada nas atividades de perfuração e desmonte de rochas, utilizando essas

ferramentas para otimizar essas operações e reduzir custos, resultando em ganhos significativos em eficiência e produtividade para os agregados da construção civil.

Oliveira et al. (2017) conduziram um estudo de caso em uma usina de beneficiamento mineral em Itabira para avaliar como as ferramentas de gestão da qualidade impactam o desempenho da empresa. Utilizando uma abordagem qualitativa e quantitativa, os pesquisadores coletaram dados através de entrevistas semiestruturadas e análise de documentos internos, como relatórios de produção e controles de qualidade, referentes a 2015. A amostra incluiu 16 funcionários do setor de Suporte Técnico Industrial Operacional, sendo a maioria treinada e com acesso às ferramentas de qualidade. As principais ferramentas identificadas foram os gráficos de controle, CCQ (Círculos de Controle da Qualidade), são grupos formados por colaboradores que se reúnem para identificar problemas, analisar causas e sugerir melhorias nos processos. A abordagem incentiva a participação ativa dos funcionários na melhoria contínua, PDCA (Plan (Planejar), Do (Executar), Check, Act (Verificar), também conhecido como Ciclo de Deming, é uma metodologia para a solução de problemas e melhoria contínua, 5W2H que trata-se de uma ferramenta de planejamento e análise baseada em sete perguntas que auxiliam na estruturação de ações e projetos, sendo o "What" (O quê?) identifica o problema ou a ação a ser realizada; o "Why" (Por quê?) justifica a necessidade da iniciativa; o "Where" (Onde?) define o local de aplicação; o "When" (Quando?) estabelece prazos e cronogramas; o "Who" (Quem?) determina os responsáveis pela execução; o "How" (Como?) descreve a estratégia ou o método a ser adotado, e por fim, o "How much" (Quanto custa?) calcula o custo ou o investimento necessário, 5S, folhas de verificação, gráfico de Pareto e fluxogramas, destacando-se o CCQ e o PDCA. Os resultados mostraram que essas ferramentas são efetivas no controle dos processos, contribuindo para a organização e confiabilidade dos dados, identificação de gargalos e agilidade na tomada de decisão, funcionando como instrumentos essenciais para o monitoramento dos indicadores de desempenho.

O projeto visou reduzir as perdas de produção na 6ª hora do turno na Mina de Fábrica Nova, utilizando a metodologia Seis Sigma para monitorar a massa movimentada por hora. As análises compararam a massa média da 6ª hora com a das 2ª a 5ª horas, considerando horas improdutivas que impactam a utilização de equipamentos. Entre setembro de 2011 e agosto de 2012, as perdas na 6ª hora foram reduzidas em 50%, de 28% para 14%, otimizando o uso de quase um caminhão da frota de transporte (CAT785). O estudo destacou a heterogeneidade do turno e a necessidade de mudança cultural para o sucesso das ações, sugerindo que essa

metodologia pode ser útil em diversas áreas de produção para minimizar perdas (SILVA *et al.*, 2013).

### 2.3 Sondagens

A sondagem geológica e geotécnica são métodos precisos e indispensáveis nas investigações do subsolo, permitindo a coleta de dados essenciais sobre a composição, estrutura, resistência e características geotécnicas do terreno. Essas informações são cruciais para o planejamento e execução na mineração e estudos de obras civis, garantindo uma extração assertiva, segura ou eficiência dos projetos.

Neuss (2001) cita que as sondagens precisam ser planejadas de forma a abranger toda a extensão do depósito mineral em análise, visando minimizar as incertezas tanto na modelagem geológica quanto no cálculo dos recursos minerais.

A amostragem é realizada com a suposição de que as amostras fornecidas refletem de forma fiel o que se pretende representar, ou seja, o depósito mineral (LEE, 2001).

Na maioria dos depósitos minerais, o intervalo entre as sondagens é, de maneira intuitiva, determinado pela continuidade geológica e pelo teor, conforme a análise do geólogo responsável pela pesquisa (SCHOFIELD, 2001). Sendo assim, as sondagens são realizadas de forma sistemática com o objetivo de obter a maior quantidade possível de dados sobre a distribuição dos teores no depósito mineral, além de fornecer uma base sólida para a interpretação geológica (RODEN; SMITH, 2001).

As sondagens são a principal fonte de amostras, pois delas são extraídos os testemunhos que serão submetidos a várias análises físicas e químicas. Assim, a amostragem realizada pressupõe que os dados obtidos sejam, de forma direta ou indireta, representativos da área onde a sondagem foi executada (YAMAMOTO, 2001).

De acordo com os autores Roden e Smith (2001), três fatores devem ser considerados para um sistema eficaz de amostragem e análise química: 1) preservação da integridade da amostra no campo; 2) escolha de um método adequado para as análises químicas; e 3) monitoramento contínuo e completo de todo o processo de amostragem e análise química.

“As sondagens mais utilizadas na pesquisa mineral são: rotativa a diamante, rotativa e percussiva” (PETERS, 1978, p. 433)

Cada técnica de sondagem possui características e variações próprias que influenciam a qualidade das amostras obtidas (ROSSI; DEUTSCH, 2013).

A sondagem rotativa a diamante é considerada o método mais flexível entre os existentes, sendo especialmente desenvolvido para a pesquisa mineral (PETERS, 1978), conforme o autor, a principal vantagem desse método reside na sua capacidade de ser realizada tanto na superfície quanto abaixo dela, em qualquer ângulo de inclinação. A sondagem rotativa a diamante, por meio da coleta de testemunhos do furo, é a única técnica que possibilita um registro geológico completo da estrutura e textura da rocha, além de fornecer amostras para ensaios geomecânicos (PETERS, 1978). Além disso, sua principal vantagem é a precisão na determinação da localização da zona mineralizada (ROSSI; DEUTSCH, 2014).

A sondagem rotativa a diamante é uma técnica avançada de investigação geotécnica e mineralógica amplamente utilizada para obter informações detalhadas sobre o subsolo. Este método é especialmente empregado em projetos de engenharia civil, mineração, exploração de recursos naturais e estudos ambientais, onde é essencial compreender as características geológicas e a composição das camadas subterrâneas. A principal vantagem dessa técnica é a sua capacidade de recuperar amostras de rocha intactas, conhecidas como testemunhos, que permitem uma análise precisa das propriedades físicas, químicas e estruturais do material (PETERS, 1978).

O processo de sondagem rotativa a diamante envolve a utilização de uma broca diamantada, que é uma broca de corte revestida com diamantes industriais. Essa broca é acoplada a uma haste de perfuração e gira em alta velocidade, cortando a rocha de forma precisa e eficiente. À medida que a broca avança, um fluido de perfuração (geralmente água ou lama) é injetado para resfriar a broca, remover os detritos gerados e estabilizar o furo. O testemunho de rocha é então extraído em cilindros contínuos, que são posteriormente analisados em laboratório (CARVALHO, 2024).

Figura 1 – Praça de sondagem



Fonte: o Autor

Conforme Andrade (2024) uma das principais características da sondagem rotativa a diamante é a sua versatilidade. Ela pode ser aplicada em diferentes tipos de formações rochosas, desde rochas sedimentares até rochas ígneas e metamórficas, e em profundidades que podem variar de algumas dezenas de metros a vários quilômetros. Além disso, a técnica permite a identificação de estruturas geológicas, como falhas, fraturas e veios minerais, o que é crucial para a avaliação de jazidas minerais ou para a determinação da estabilidade de terrenos em obras de engenharia.

De acordo com Andrade (2024) a qualidade dos testemunhos obtidos por esse método é superior à de outras técnicas de sondagem, como a percussão ou a rotativa convencional. Isso se deve ao fato de que a broca diamantada causa menos vibração e impacto, preservando a integridade das amostras. Esses testemunhos são fundamentais para a realização de ensaios laboratoriais, como análises de resistência, densidade, porosidade e composição mineralógica, que fornecem dados essenciais para o planejamento e execução de projetos.

Figura 2 – Sonda de perfuração



Fonte: O autor

A sondagem rotativa diamantada é uma ferramenta indispensável para a exploração e caracterização do subsolo. Sua capacidade de fornecer informações detalhadas e confiáveis sobre as condições geológicas e mineralógicas faz dela uma técnica preferencial em projetos que exigem alto grau de precisão e confiabilidade. Seja na prospecção de recursos minerais, na avaliação de terrenos para construção de grandes obras ou no estudo de áreas contaminadas, essa metodologia desempenha um papel crucial no sucesso e na segurança dos empreendimentos (ANDRADE, 2024).

Contudo a sondagem necessita de atividades rotineiras e continuada, sem paralizações para melhor performance e atendimento dos processos e metas, porém em algumas circunstâncias há impedimentos que paralisam as atividades se tornando gargalos para as empresas de sondagem, como restrições em trabalhos noturnos e situações adversas como perturbações climáticas (chuvas fortes e raios).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Delineamento

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, em caráter descritivo, de um estudo de caso numa Empresa X de sondagem, com o objetivo de otimização operacional e melhoria contínua nas atividades de sondagem, visando eliminar as horas paradas improdutivas não programadas decorrentes de impedimentos em período noturno, onde se tem elevado número de horas paradas improdutivas e conseqüentemente eliminar essas horas. Essa Empresa X presta serviço para o setor da Gestão de Sondagem Geológica e Geotécnica de uma grande empresa do ramo de mineração. O processo escolhido foi o da perfuração de sondagem, na qual é um processo de pesquisa mineral através de perfurações de solo com o objetivo de conhecer e estudar o subsolo das minas de minério de ferro da região conhecida como Complexo de Mariana, que abrange as minas de Alegria, Capanema, Fábrica Nova, Fazenda e Timbopeba.

A abordagem qualitativa é apropriada por permitir a compreensão das ferramentas de qualidade mencionadas, com o propósito de identificar, descrever e classificar os controles conforme o referencial teórico previamente apresentado. Os dados coletados foram escritos e submetidos a uma análise de conteúdo, com o objetivo de identificar padrões, temas e *insights* relevantes relacionados às razões para a não implementação anterior e às estratégias propostas.

A pesquisa visou a realização de uma revisão bibliográfica sobre otimização operacional em empresas de sondagem: estratégias de aplicação das ferramentas da qualidade para minimizar tempos improdutivos, além de entrevistas semiestruturadas direcionadas a um grupo multidisciplinar.

Para atingir o objetivo de eliminar as horas paradas não programadas em período noturno através dos indicativos apontados com o uso de ferramentas da qualidade e propostas de melhorias, conseqüentemente aumentando a produtividade, eliminação de desperdícios e melhora nos processos das atividades de sondagem em período noturno, foram realizadas entrevistas semiestruturadas.

Segundo Triviños (1992), a entrevista semiestruturada oferece ao entrevistado a oportunidade de compartilhar suas vivências com base na questão central apresentada pelo pesquisador. Esse formato permite respostas livres e espontâneas, ressaltando o papel ativo do

entrevistador. Dessa forma, essa abordagem possibilita a compreensão das percepções dos participantes sobre suas experiências, sua trajetória e seus planos, permitindo identificar os significados que atribuem aos eventos investigados na pesquisa.

Gil (2002) cita que o estudo de caso se destaca pela capacidade de trabalhar com uma ampla variedade de evidências. Entretanto, sua lógica de aplicação está baseada na replicação e não na amostragem, o que significa que seus resultados não podem ser generalizados para toda a população. No entanto, ele permite prever resultados semelhantes ou até mesmo obter resultados opostos, desde que existam razões previsíveis para isso, de maneira similar ao método experimental.

### **3.2 Coleta de dados**

Para o roteiro da coleta de dados, foi realizado entrevistas semiestruturadas com sujeitos de pesquisa desse trabalho que consistem em 04 colaboradores, respectivamente, que além de fornecer as respostas, também forneceram dados para entendimento de todo o processo realizado, cujo objetivo foi procurar entender quais foram os gargalos que motivaram a realizar os estudos para eliminar as horas paradas improdutivas não programadas e suas ações até a integração e seus resultados.

A coleta de dados foi feita a partir de:

- a) Dados primários, onde foi realizado um questionário de 10 perguntas conforme Anexo 1 deste trabalho, com base em percepções de indivíduos inseridos na realidade da temática discutida, que compõem o universo desta pesquisa, sendo eles um colaborador de cargo Analista da Qualidade Master, um colaborador de cargo Analista de Sondagem Pleno, um Analista de Qualidade Junior e uma colaboradora Engenheira de Segurança do Trabalho Sênior, tal profissionais com experiência e conhecimento relevantes para a temática em questão, na qual as entrevistas foram conduzidas e registradas de forma individual para posterior análise. Os entrevistados foram convidados a compartilhar suas percepções e experiências em relação a temática abordada na Empresa X, que permitiram uma abordagem aprofundada sobre as questões relacionadas à problemática do estudo.

No Anexo I presente nesse estudo, são apresentadas as perguntas utilizadas nas entrevistas e suas respostas, acompanhadas de reflexões sobre seu significado no contexto da pesquisa;

- b) E dados secundários, que foram tabelas e gráficos fornecidos pelos indivíduos entrevistados dos períodos que corroboram os gargalos, juntamente com as ferramentas da qualidade utilizados na situação problemática, visando a identificação dos gargalos com suas possíveis causas e seu plano de ação para eliminar os desvios e adequações dos processos.

### **3.3 Análise de dados**

A análise de dados foi através das respostas obtidas no questionário, leitura dos procedimentos existentes e revisados e interpretação dos gráficos e tabelas fornecidas pela equipe multidisciplinar.

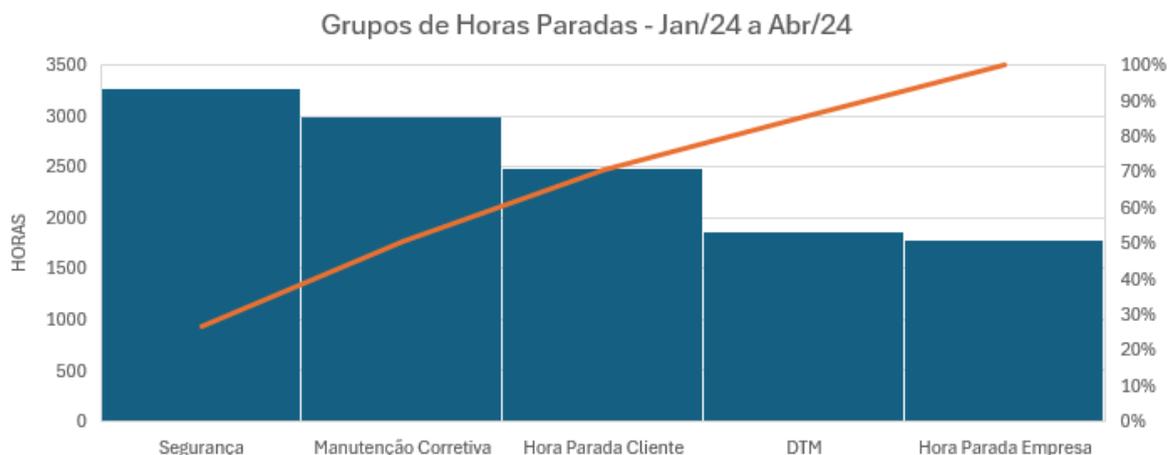
## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos através das análises das respostas dos entrevistados destacando os principais achados que contribuem para a discussão e interpretações dos dados contidos nas tabelas e gráficos fornecidos pela empresa X, que permitiu explorar tanto aspectos previamente definidos quanto temas emergentes ao longo do contexto, garantindo maior profundidade na compreensão do tema da pesquisa.

### Desdobramento - Detalhamento Do Problema

Para o desdobramento e detalhamento do problema, começamos pelos indicadores da qualidade fornecidos pela empresa X, que apontam um elevado número de horas paradas acumulados no período entre o mês de janeiro/2024 ao mês de abril/2024 conforme Diagrama de Pareto abaixo representado pela Figura 3, na qual há uma divisão das horas paradas através de Grupos (Segurança, Manutenção Corretiva, Horas Paradas Cliente, DTM, Hora Parada Empresa):

Figura 3 – Gráfico dos Grupos de Horas Paradas – Jan/24 a Abr/24



Fonte: Acervo pessoal (2025)

Entrando no detalhe de cada Grupo representado no gráfico apontado acima pela Figura 3, temos:

- Segurança: representada por subgrupos que envolvem atividades mapeados ou momentos/tempo que requerem paralisação e atenção nas atividades a fim de evitar ou mitigar eventos que podem causar incidentes;

- **Manutenção Corretiva:** representa momentos em que há necessidade de manutenção em equipamentos ou acessórios de sondagem que porventura quebram impedindo o prosseguimento das atividades de sondagem;
- **Hora Parada Cliente:** são horas paradas programadas e controladas provenientes de solicitação do cliente que fazem parte do processo, relacionados a treinamentos obrigatórios, atualizações contratuais e abrangência de eventos ocorridos em outras áreas;
- **DTM:** representada pela abreviação de Desmobilização / Transporte / Mobilização que é o tempo gasto para realizar o processo de uma mudança de praça de sondagem completa (processo de desmontar praça de sondagem após furo concluído, transportar sonda e acessórios ao outro ponto definido (próximo furo a se iniciar), e montar novamente a praça de sondagem, onde esse tempo pode variar de acordo com a distância percorrida entre os dois pontos, e que também são horas programadas aceitáveis;
- **Horas Paradas Empresa:** são horas paradas não programadas provenientes de falhas logísticas de fornecedores (insumos), manutenções em veículos por quebra eventual (caminhão Munck, caminhão pipa, comboio), falta de pessoal (mão-de-obra);

Os apontamentos das horas paradas são apresentados na tabela abaixo (Tabela 1) adquiridos através de registros e evidências em documentos chamados de Diários de Obras, na qual é um boletim de registro de sondagem onde são apontados as produções diárias e todos os horários (minuto a minuto) de todas as atividades realizadas no período de 8 horas de cada turno.

Tabela 1 –Horas Paradas por Grupo – Jan/24 a Abr/24

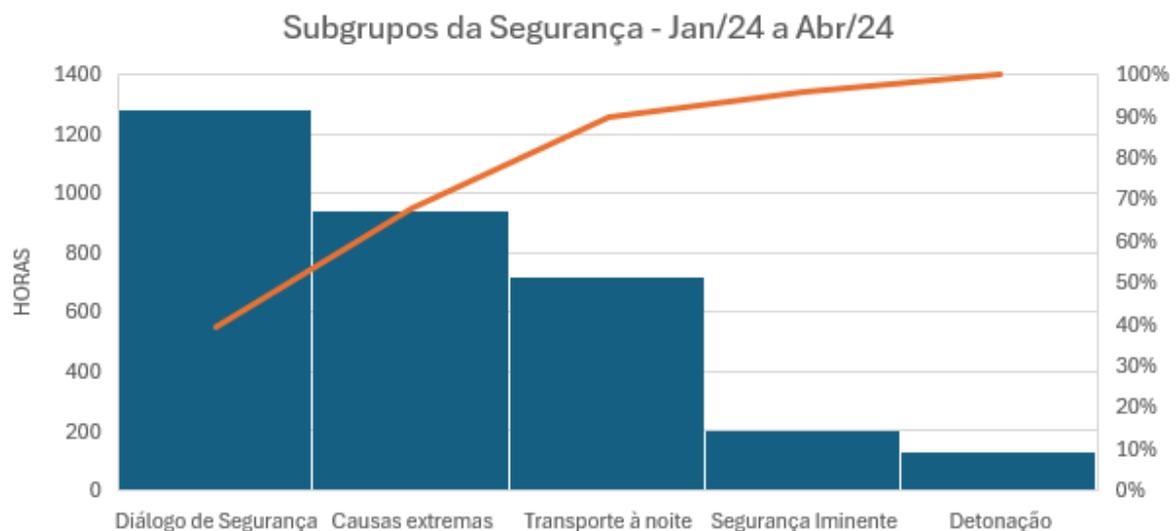
<b>Grupo / mês-24</b>	<b>jan</b>	<b>fev</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>Total Geral por Grupo</b>
DTM	306,2	505,5	429,0	627,5	1868,2
Hora Parada Empresa	358,8	439,7	428,3	556,5	1783,3
Hora Parada Cliente	183,0	813,0	993,8	497,3	2487,2
Manutenção Corretiva	239,7	657,3	953,3	1140,2	2990,5
Segurança	352,7	993,0	1041,2	889,0	3275,8
<b>Total Geral Mês (horas)</b>	<b>1440,3</b>	<b>3408,5</b>	<b>3845,7</b>	<b>3710,5</b>	<b>12405</b>

Fonte: Acervo pessoal (2025)

Analisando o gráfico (Figura 3) e o (Tabela 1) já apresentados acima, podemos observar que o maior número de horas paradas está apontado no Grupo de Segurança, representados por 3275,8 horas paradas, totalizando 26,4% das horas paradas total geral por grupo dentro do período estudado.

Realizando a observação do “Grupo Segurança”, o mesmo possui subgrupos (Diálogo de Segurança, Causas Extremas, Transporte à Noite, Segurança Iminente e Detonação) detalhados pelo Diagrama de Pareto na Figura 4 abaixo:

Figura 4 – Gráfico do Subgrupo da Segurança – Jan/24 a Abr/24



Fonte: Acervo pessoal (2025)

Após analisar o gráfico apresentado acima pela Figura 4, podemos entrar no detalhe de cada subgrupo e observar qual possível causa das horas paradas dentro do Grupo Segurança que é passível de estudo para diminuição das horas paradas improdutivas não programadas, que para o período observado impactam a eficiência e a produtividade operacional, mantendo a segurança nas atividades de sondagem, sendo eles:

- "Diálogo de Segurança" que implica em horas paradas programadas, na qual são momentos obrigatórios de segurança que antecedem todo início de turno, onde são falados de maneira breve pontos de segurança a serem observados durante as atividades, campanhas que envolvem saúde, segurança e meio ambiente e assuntos relevantes do cotidiano;

- "Causas Extremas" que está relacionado aos tempos parados não programados relacionados às condições da natureza como chuvas fortes, raios, condições de neblina baixa, excesso de poeira, falta de acesso a praça de sondagem devido intemperes climáticos;
- "Transporte à Noite" se refere as horas paradas improdutivas não programadas (representa 22% do total de horas), referentes ao tempo de espera aguardando mudança de sonda devido à proibição de atividades de içamento de sonda em período noturno que se inicia as 18hs e finaliza as 06hs (um impacto relevante, indicando um possível gargalo na movimentação noturna);
- "Segurança Iminente" representa o que está relacionado as horas paradas devido a itens inconformes que podem estar associados a riscos iminentes de segurança, onde são horas paradas para adequação e eliminação desses riscos.
- "Detonação" é o subgrupo que aponta as horas paradas provenientes dos tempos de espera em que a mina está bloqueada para acesso, devido processo de desmonte com explosivos em bancos para obtenção de minério e condições de lavra.

Após o detalhamento de cada Subgrupo, podemos observar que o Transporte a Noite é um gargalo em potencial para estudo, sendo que são horas paradas improdutivas não programadas cuja sua proibição aborda um paradigma criado na própria gestão de sondagem, que os içamentos de carga e transportes noturnos não podiam ser realizados.

A seguir, na Tabela 2 apresenta a tabela de horas paradas por Subgrupo, onde podemos observar que 717,7 horas são pertencentes ao Subgrupo Transporte a Noite, equivalentes a 22% do total geral de horas dos subgrupos.

Tabela 2 – Horas Paradas por Subgrupo – Jan/24 a Abr/24

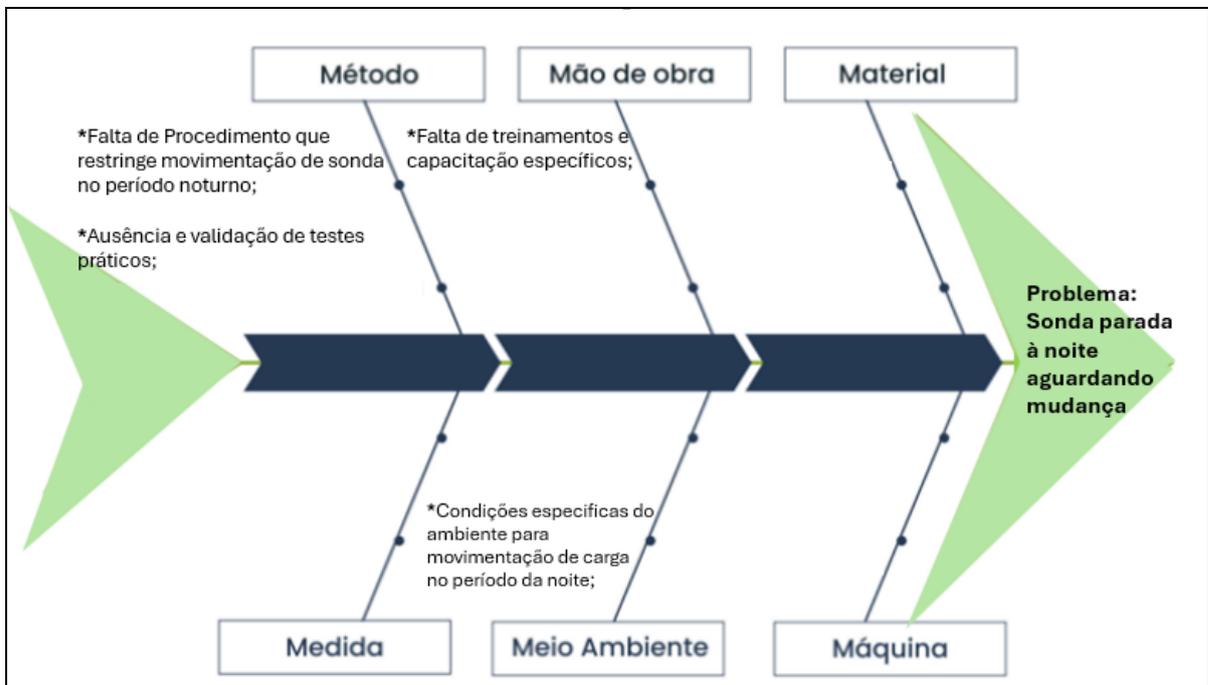
Subgrupo / mês-24	jan	fev	mar	abr	Total Geral por Subgrupo
Causas Extremas	119,7	390,8	390,8	40,0	941,3
Detonação	5,7	10,3	33,0	80,5	129,5
Diálogo de Segurança	126,2	374,0	394,7	389,8	1284,7
Segurança Iminente	7,8	48,0	67,8	79,0	202,7
Transporte à Noite	93,3	169,8	154,8	299,7	717,7
<b>Total Geral</b>	<b>352,7</b>	<b>993,0</b>	<b>1041,2</b>	<b>889,0</b>	<b>3275,8</b>

Fonte: Acervo pessoal (2025)

## Análise de Causas

Para a investigação das causas associadas as horas paradas improdutivo não programadas, foi utilizado como guia a ferramenta da qualidade Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe), que revelaram fatores determinantes envolvendo o método, o ambiente, o equipamento e mão de obra, sendo possíveis causadoras das horas improdutivo ligadas ao tempo de espera para transporte noturno, sendo elas a seguir na Figura 5 abaixo:

Figura 5 – Diagrama Causa e Efeito



Fonte: Acervo pessoal (2025)

- 1. Falta de Procedimentos Bem Definidos:** Necessidade de revisão do documento de gestão de mudança;
- 2. Segurança Operacional:** Riscos identificados na operação noturna que exigem medidas adicionais;
- 3. Ausência de Testes Práticos:** Falta de validação em diferentes situações que podem gerar ineficiências.
- 4. Desconhecimento das Melhorias Possíveis:** A necessidade de uma análise crítica baseada nas operações assistidas.

## Plano de Ação

O plano de ação foi determinado a partir das premissas que surgiram na análise de causa, tomando como medidas ações e responsáveis para os desdobramentos, além de cumprimentos de prazos, e reuniões para acompanhamento de status do andamento das ações, seguindo os pontos abaixo:

- **Revisão do documento de gestão de mudança**, com a criação do procedimento de mudança noturna, identificando pontos de melhoria com segurança e operação. Ação concluída em 31/05/2024;
- **Realização de testes piloto** para avaliar os pontos críticos na movimentação noturna em cenários e condições adversas. Ação concluída em 30/06/2024;
- **Análise crítica do procedimento** com base nas observações obtidas durante os testes pilotos. Ação concluída em 31/07/2024;
- **Expansão das operações assistidas** para outros complexos/áreas, gerando um padrão de segurança e eficiência. Ação concluída em 31/08/2024;
- **Aprovação e implementação do novo procedimento** para que a movimentação noturna ocorra de forma rotineira e segura. Ação concluída em 15/09/2024;

Essas ações visam mitigar os impactos das horas paradas improdutivas não programadas, garantindo uma operação continuada e produtiva no período noturno mantendo a segurança das operações.

## Segurança - Análise Específica

De acordo com a Engenheira de Segurança do Trabalho, relatado na resposta n. 8, as diretrizes essenciais para garantir a segurança e a eficiência das operações noturnas, foram necessárias medidas abordando aspectos como iluminação, acessos e capacitação dos funcionários. Para o quesito iluminação, foi exigida a instalação de pelo menos duas torres de iluminação posicionadas estrategicamente na praça de desmobilização (praça de sondagem atual) e na nova praça de sondagem (próximo ponto/furo a ser instalada a sonda), garantindo boa visibilidade para todas as movimentações de acessórios e içamento de cargas. Além disso,

refletores devem estar em pleno funcionamento para que a praça de sondagem esteja suficientemente iluminada. A disponibilização de um kit extra por localidade, contendo container, banheiro sanitário, cavaletes e hastes, na qual é recomendada para otimizar o processo de mudança.

Quanto aos acessos, foi estipulado a necessidade que sejam avaliados previamente pelo supervisor, pelo Técnico de Segurança do Trabalho (TST), pela fiscalização operacional e por um operador do caminhão *munck*, a fim de identificar áreas críticas e estabelecer medidas de controle prévio. Locais com aclives, declives, acessos estreitos ou passagens sob estruturas exigem autorização do Fiscal ou Gestor do contrato. Além disso, em condições adversas, como neblina ou chuva intensa, a fiscalização e a supervisão devem avaliar a situação antes de autorizar qualquer movimentação de carga.

A capacitação dos funcionários também foi um fatores para a segurança no trabalho noturno, onde foram estipulados aos colaboradores treinamentos específicos sobre mobilização de sondagem e içamento de carga com diretrizes da Norma Regulamentadora NR11 (BRASIL, 2023).

Sendo assim, a Norma Regulamentadora NR 11 foi usada como base para dar diretrizes de condições seguras para trabalhos com içamentos de cargas em períodos noturnos, especialmente no que diz respeito ao transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais.

### **Análise do Impacto – Redução do tempo parado**

No primeiro semestre, de janeiro/24 a junho/24, a média de horas paradas improdutivas provenientes de Transporte à noite era de 187 horas por mês.

Após a conclusão de cada ação proposta, foi finalizada a problemática no dia 15/09/2024 com a implantação do procedimento de atividade de mudança noturna e abrangência para as outras áreas de atuação de sondagem, onde os resultados foram positivos conforme esperado demonstrado na Tabela 3 a seguir:

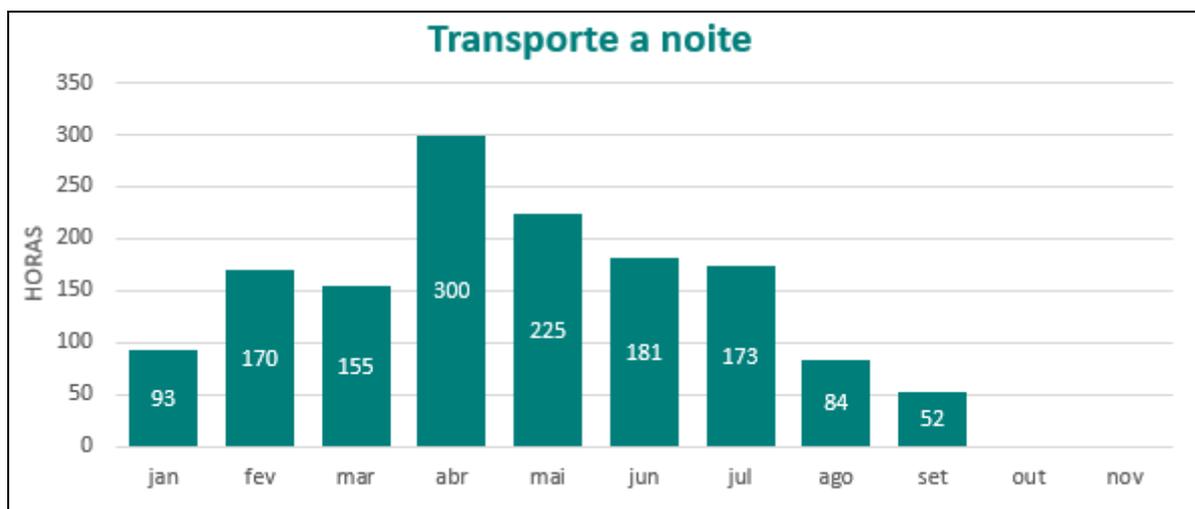
Tabela 3 – Total final mensal de horas paradas por Subgrupo (em horas)

Subgrupo / mês-24	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	Total Geral por Subgrupo
Causas Extremas	119,7	390,8	390,8	40,0	30,7	1,3	7,7	21,0	257,8	302,2	325,3	1887,3
Detonação	5,7	10,3	33,0	80,5	36,0	16,7	6,8	20,8	23,2	16,2	0,7	249,8
Diálogo de Segurança	126,2	374,0	394,7	389,8	396,0	382,8	397,7	330,7	269,0	277,5	11,5	3349,8
Segurança Iminente	7,8	48,0	67,8	79,0	64,5	112,3	34,3	15,7	27,0	36,3	0,0	492,8
Transporte à Noite	93,3	169,8	154,8	299,7	224,7	180,8	173,3	83,8	51,5	0,0	0,0	1431,8
<b>Total Geral</b>	<b>352,7</b>	<b>993,0</b>	<b>1041,2</b>	<b>889,0</b>	<b>751,8</b>	<b>694,0</b>	<b>619,8</b>	<b>472,0</b>	<b>628,5</b>	<b>632,2</b>	<b>12,2</b>	<b>7086,3</b>

Fonte: Acervo pessoal (2025)

O tempo de espera, que anteriormente representava um gargalo operacional significativo, foi reduzindo gradativamente durante o período de implantação das ações e realização de testes pilotos juntamente seguindo as etapas do PDCA e eliminado nos meses seguintes conforme representado na Figura 6 abaixo:

Figura 6 – Gráfico de Horas Paradas Transporte a Noite (em horas)



Fonte: Acervo pessoal (2025)

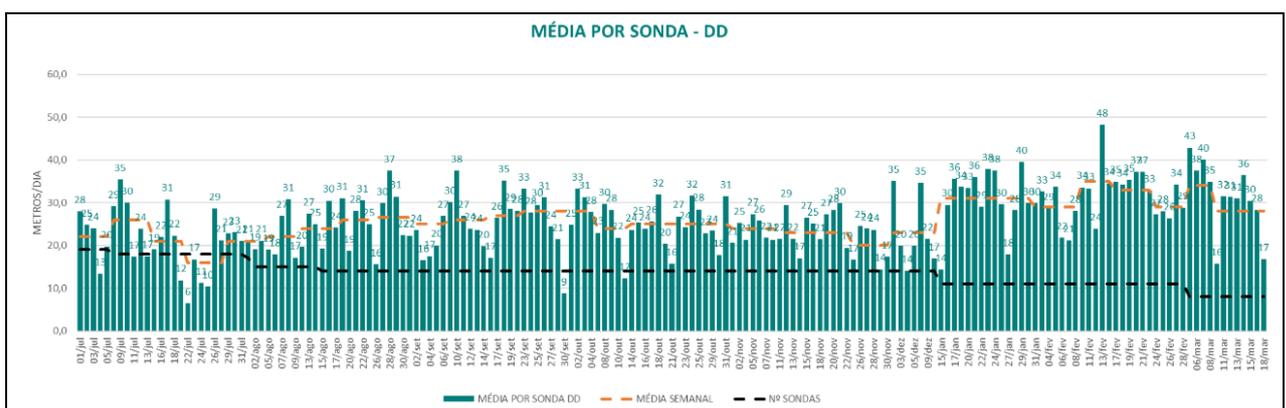
## Equivalência do Ganho em Termos de Operação

A equivalência do ganho em termos de operação pode ser analisada considerando um total de 1431,8 horas paradas improdutivas acumuladas em 9 meses, considerando um regime de operação contínuo de 24 horas por dia, podemos dividir esse tempo pelo número de horas diárias de operação, desse modo obtém-se:  $1431,8 \text{ horas} \div 24 \text{ horas/dia} = 59,66 \text{ dias}$ .

Isso significa que a eliminação das horas paradas equivale a recuperar aproximadamente 60 dias de operação de uma sonda ao longo dos próximos anos, representando um avanço significativo em termos de disponibilidade física, horas homens trabalhados, produtividade e eficiência.

A otimização da mudança de sonda em períodos noturnos e eliminação das horas paradas improdutivas não programadas trouxe benefícios operacionais e produtivos, garantindo que as atividades fossem realizadas sem interrupções desnecessárias. Essa melhoria não só aumentou a eficiência da operação, mas também trouxe aumentos positivos diretos na produtividade e no custo das operações representados graficamente com a produtividade diária de uma sonda através das colunas, a média de produtividade semanal representada pela linha tracejada na cor laranja e o número de sondas que atendem a campanha de sondagem (total de 18 sondas no início de julho/24 e 8 sondas em março/25) representada pela linha tracejada na cor preta como mostra a Figura 7 a seguir:

Figura 7 – Gráfico de Produtividade sonda semanal

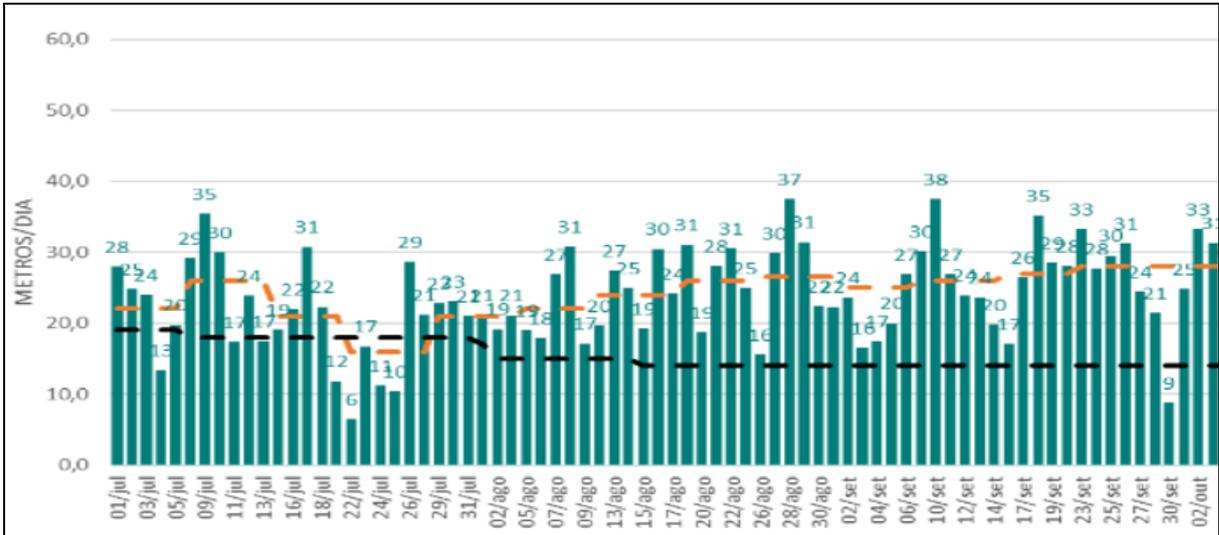


Fonte: Acervo pessoal (2025)

Para entendimento dos ganhos em produtividade e redução dos custos representado no gráfico acima pela Figura 6, podemos observar em uma visão micro que durante os processos de implantação das ações e testes pilotos assistidos, podemos observar que houve um aumento

na média produtiva semanal (observado por sonda) a partir do mês de julho/24 a setembro/24, no início dos testes pilotos até aprovação da implantação dos novos procedimentos de mudança noturna conforme Figura 8 abaixo:

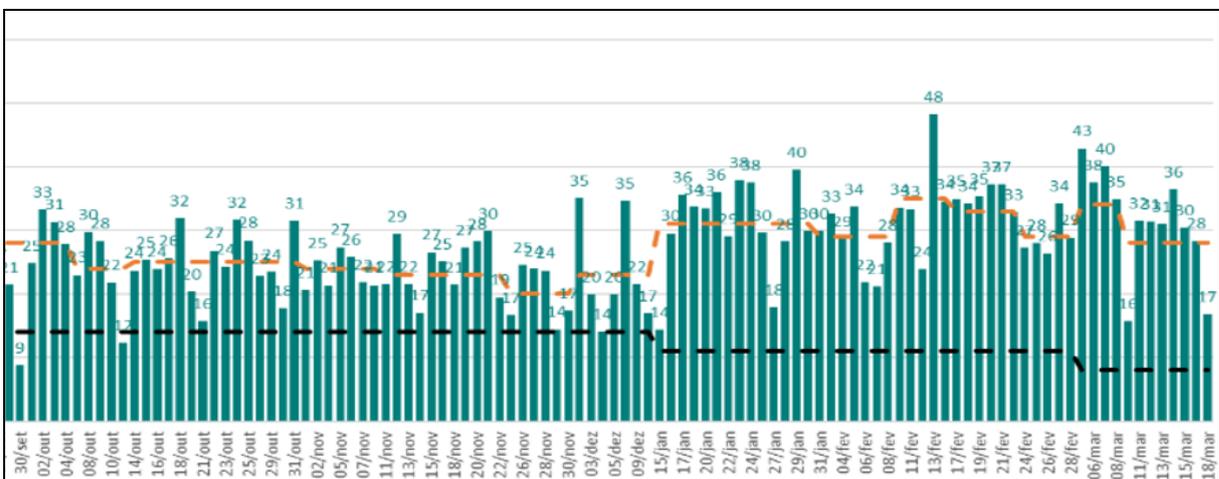
Figura 8 – Gráfico de Micro da média produtividade por sonda jul/24 a set/24



Fonte: Acervo pessoal (2025)

E essa média produtiva atinge uma constância no período de outubro/24 a dezembro/24 onde acontece o momento de maturação e adaptação do procedimento de mudança noturna e oportunidades de mudança, que a partir de janeiro/25 passa a aumentar ainda mais, postergando esse ganho até o mês atual de março/25, onde podemos observar graficamente na Figura 9 abaixo:

Figura 9 – Gráfico de Micro média produtividade por sonda out/24 a dez/24



Fonte: Acervo pessoal (2025)

De fato, no contexto da redução de custos, quanto maior a produtividade das sondas através atividades continuadas, com mais horas de disponibilidade físicas dos equipamentos para operação e mais horas homens trabalhadas, podemos atingir as metas e conseqüentemente diminuir o número de sondas, reduzindo assim os custos com equipamentos e pessoas, ou seja, produzimos mais com menos equipamentos, conforme mostra a linha tracejada na cor preto nas Figuras 7, 8 e 9 acima, onde em julho/24 havia 18 sondas e de acordo com o aumento da produtividade, gradativamente foi se diminuindo o número de sondas, passando a ter um total de 8 sondas em março/25 que realiza uma produção superior garantindo a meta.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A finalidade desse trabalho foi mostrar a otimização e redução de horas paradas improdutivas não programadas (transporte a noite) com a contribuição das Ferramentas da Qualidade nas atividades de uma “Empresa X de Sondagem”, na qual, para que se fosse possível alcançar esse objetivo, o trabalho baseou-se, no contexto da otimização operacional, a partir de um gargalo que impedia o trabalho continuado, sendo um dos principais pilares organizacionais para sustentabilidade e competitividade entre as empresas de sondagem e almejado por toda e qualquer organização, sendo descritos na etapa de fundamentação teórica. E, por meio do estudo teórico e prático, foi possível adotar as ferramentas da qualidade como *Brainstorming*, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto, Plano de Ação e o Ciclo PDCA como base para o desenvolvimento deste trabalho.

A partir dessa metodologia foi possível levantar informações necessárias para atingir os objetivos específicos e atendimento a questão que motivou esse trabalho: como otimizar as atividades eliminando as horas paradas improdutivas não programadas e conseqüentemente aumentar a eficiência dos processos, atender aos prazos e aumentar a produtividade da Empresa X, alavancando os processos produtivos e reduzindo custos?

O desenvolvimento do trabalho partiu de uma necessidade da empresa em transformar as horas paradas improdutivas não programadas em horas produtivas, conseqüentemente otimização dos processos de sondagem. A partir desta necessidade, investigações e pesquisas foram realizadas sobre o problema levantado, utilização das Ferramentas da Qualidade, tais como *Brainstorming*, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto, Plano de Ação e o Ciclo PDCA, que pôde ser usado como guias para estudar e compreender o problema em questão.

Os dados e informações foram fornecidos pela “Empresa X”, juntamente com o estudo literário possibilitaram a execução deste trabalho e foram fundamentais para concluir que as Ferramentas da Qualidade são eficientes para o estudo e variabilidade dos processos produtivos, e extremamente eficazes para distinguir e apontar os gargalos raízes de qualquer situação problemática.

Embora o processo produtivo de sondagem estudado se encontrasse de certa forma sobe controle, ele é um processo não capaz de entender algumas especificações, sendo assim, para identificação de possíveis causas que estariam afetando a capacidade produtiva do processo de sondagem em estudo, o *Brainstorms*, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto, Plano de Ação e o Ciclo PDCA foram utilizados para buscar as causas raízes das horas

paradas improdutivas não programadas ocorridas no período noturno nas atividades de sondagem, a fim de facilitar uma futura intervenção no processo.

Como esta pesquisa não foi restrita apenas ao estudo do processo e ao levantamento das possíveis causas para o problema detectado, foi apresentado o plano de ação referente as causas identificadas e o os resultados alcançados na prática.

No entanto, uma metodologia de trabalho foi desenvolvida e utilizada para melhor compreensão do problema, melhor entendimento e estudo do processo produtivo como um todo. A metodologia, que consistiu em analisar apenas uma saída do processo, focou no problema, ajudando na identificação de suas prováveis causas e mitigação posterior.

Para os ganhos significativos destacamos as operações continuadas com a eliminação das horas paradas improdutivas não programada decorrentes de transporte a noite, equivalente a 60 dias de operação (horas paradas de 9 meses de atividades – Jan/24 a Set/24), ganhos para os anos seguintes, e ganhos em custos com equipamentos de sondagem, com a redução de 10 sondas dentro do período de julho/24 a março/25 (9 meses) na qual as 13 sondas atuantes produzem atingindo as metas previstas para um conjunto de 23 sondas.

Sendo assim, a partir da análise do trabalho, pode-se concluir que tanto o objetivo geral quanto os específicos foram alcançados, gerando a queda gradativa das horas improdutivas não programadas e eliminação total dessas horas dependentes do “transporte a noite” praticado pela Empresa X.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Barbara Victória Reffatti. **Análise da aplicação do método de perfilagem gama-gama na estimativa da espessura e densidade de camadas de carvão: um estudo de caso.** Dissertação de Mestrado Profissional em Engenharia Mineral apresentado a Universidade Federal do Pampa. 2024. Disponível em: <<https://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/9598>>. Acesso em: 10 de Fev. de 2025.

BRASIL. **NORMA REGULAMENTADORA Nº. 11.** Ministério Do Trabalho E Emprego. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitativa-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-11-nr-11>. Acesso em: 15 de Mar. de 2025.

BUENO, Tharik Ribeiro; PINTO, Henrique Senna Diniz. Aplicação de ferramentas de qualidade na melhoria contínua da perfuração e desmonte de rochas na mineração de agregados. **Revista FOCO**|V.18N.1|E7490|P.01-15|2025. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/7490>. Acesso em: 12 de fev. de 2025.

CANCIAN, Alam Luis Hermes. Uso de ferramentas da qualidade e conceitos do lean manufacturing na identificação e redução de desperdícios em uma indústria metalmeccânica. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifrs.edu.br/handle/123456789/1389>. Acesso em: 12 de fev. de 2025.

CAMPOS, Renan Stenico; SIMON, Alexandre Tadeu. Benefícios da otimização do estoque de peças de reposição em conjunto com as operações de manutenção. **Exacta**, 2019, 17.1: 63-80. Disponível em: <https://uninove.emnuvens.com.br/exacta/article/view/8399>. Acesso em: 11 de Fev. de 2025.

CARVALHO, Mateus Lacerda de. **Petrografia e química mineral do kimberlito de Pará de Minas - MG.** 2024. 55 f. Monografia (Graduação em Engenharia Geológica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2024. Disponível em: <<https://monografias.ufop.br/handle/35400000/7319>>. Acesso em: 15 de Jan. de 2025.

DA SILVA, Ederson José; JUNIOR, Edvaldo Luiz Rando. Aplicação das ferramentas da qualidade no setor industrial. **Caderno Progressus**, 2024, 4.8: 123-133. Disponível em: <https://cadernosuninter.com/index.php/progressus/article/view/3476>. Acesso em: 20 de Jan. de 2025.

DA SILVA LEÃO, Airton Pereira, et al. Power BI para tomada de decisões estratégicas: análise de indicadores-chave de desempenho (KPIs). **Revista Foco**, 2023, 16.7: e2472-e2472. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/2472>. Acesso em: 20 de Jan. de 2025.

DIANA, D. F., DE CASTRO RUCHINSKI, G., BREMM, M., LUIZ BUENO RIBEIRO, V., CAETANO, V. Benefícios da otimização de processos: como ganhar tempo e aumentar a produtividade? **Inova+ Cadernos de Graduação**, 1(2). 2020. Disponível em: <http://app.fiepr.org.br/revistacientifica/index.php/inovamais/article/view/468>. Acesso em: 20 de Jan. de 2025.

FERNANDES, Djair Roberto. Uma visão sobre a análise da Matriz SWOT como ferramenta para elaboração da estratégia. **Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais**, 2012, 13.2. Disponível em: <https://revistajuridicas.pgskroton.com.br/article/view/720>. Acesso em: 20 de Jan. de 2025.

FERRAZ, Pâmela Silva; SILVA, Gabriel Gomes. Reconciliação da produção em mina a céu aberto: um estudo de caso sobre gestão e aderência ao plano de lavra. **Revista Foco**, 2025, 18.2: e7879-e7879. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/7879>. Acesso em: 20 de Jan. de 2025.

FERTUZINHOS, Eurico. **Otimizar Processos-Maximizar a Eficiência e Reduzir os Custos**. Leya, 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002

KORTMANN, S., GELHARD, C., ZIMMERMANN, C., PILLER, F. T. Linking strategic flexibility and operational efficiency: The mediating role of ambidextrous operational capabilities. **Journal of Operations Management**, 32(7-8), 475-490. Elsevier.2014.

LEE, G. 2001. Mineral sands – some aspects of evaluation, resource estimation and reporting. In: Mineral Resources and Ore reserve Estimation – The AusIMM Guide to a Good Practice (Ed. A.C. Edwards) p. 315-322. Melbourne, **The Australasian Institute of Mining and Metallurgy**.

LONGO, R. M. **Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação** [Texto para discussão, Nº 397]. Brasília: IPEA. 1996,

LOPES, Janice Correia da Costa. **Gestão da qualidade**. 2014. PhD Thesis.

LUIZ, José Gouvêa. **Geofísica na prospecção mineral: Guia para aplicação**. Rio de Janeiro: SBGF, 90p, 2013.

MACIEL, Carlos Felipe; SANTOS, Cleiton Gonçalves. O uso das ferramentas de qualidade para a melhoria de um processo produtivo: um estudo de caso em uma multinacional de alimentos (ENGENHARIA DE PRODUÇÃO). **Repositório Institucional**, 2024, 1.1.

MAIA, Valéria de Andrade. **A indústria da construção: uma análise das abordagens teóricas–segurança/saúde, qualidade, produtividade, treinamento, cultura, imigração e suas práticas nas empresas de médio porte**. 2020. TCC apresentado ao Programa de Pós Graduação da Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/18144>>. Acesso em: 11 de Fev. de 2025.

MARQUES, A. S. **Integração Normativa na Gestão da Qualidade** (Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia industrial. 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10773/4607>. Acesso em: 11 de Fev. de 2025.

NEUSS, I. 2001. Oktokumpu – base metals best practice. In: Mineral Resources and Ore reserve Estimation – The AusIMM Guide to a Good Practice (Ed. A.C. Edwards) p. 49-56. Melbourne, **The Australasian Institute of Mining and Metallurgy**.

OLIVEIRA, Fábio Ramon Tonelli de Oliveira; ANDRADE, Marcelo Ângelo; LAGE, Bruna de Carvalho Fonseca; SOUZA, Cristina José de Assis; LAGE GUERRA, Mara de Oliveira Lage Guerra. A utilização de ferramentas de gestão da qualidade no desempenho de uma usina de beneficiamento mineral. **Conexão Mineral**. 2017. Disponível em: <<https://www.conexaomineral.com.br/noticia/521/a-utilizacao-de-ferramentas-de-gestao-da-qualidade-no-desempenho-de-uma-usina-de-beneficiamento-mineral.html>>. Acesso em: 11 de Fev. de 2025.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade**: teoria e prática. Atlas, São Paulo, 2010.

PALADINI, Edson Pacheco, CARVALHO, Marly Monteiro. **Gestão da Qualidade**: Teoria e Casos. 2. Ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2012, 430 p.

PARKER, H. M. Reconciliation principles for the mining industry. In: Mineral resource and ore reserve estimation, AusIMM Monograph 30, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy. 2014. **Sage Journals**. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1179/1743286312Y.0000000007>. Acesso em: 11 de Fev. de 2025.

PEREIRA, Thais de Souza. **O uso de ferramentas da qualidade na melhoria dos processos em mineradoras**. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Minas. 2023. Disponível em: [https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/5881/12/MONOGRAFIA\\_UsoFerramentasQualidade.pdf](https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/5881/12/MONOGRAFIA_UsoFerramentasQualidade.pdf). Acesso em: 20 de Fev. de 2025.

PETERS, W.C. **Exploration mining and geology**. New York, John Wiley & Sons. 696p. 1978.

PONCIANO, K. R., SENA, J. R., PEREIRA, L. S., MOREIRA, S. Aplicação do Diagrama de Pareto e a metodologia TPM como forma de melhoria do processo produtivo e redução downtime. **South American Development Society Journal**, 7(21), 173-173. 2021. Disponível em: <http://sadsj.org/index.php/revista/article/view/448>. Acesso em: 20 de Fev. de 2025.

RAPOSO, Cláudio Filipe Lima. Sistemas erp na tomada de decisões. **Revista de Ubiquidade** 7.2 (2024): 52-61. Disponível em: <https://revistas.anchieta.br/index.php/RevistaUbiquidade/article/view/2225>. Acesso em: 20 de Fev. de 2025.

RODEN. 5. SMLTH, T. 2001. **Sampling and analysis protocols and their role in mineral exploration and new resource development**. In: Edwards. AC {editor) Mineral resource and ore reserve estimation - The AusIMM guide to good practice. Monograph 23. P. 73-78.

ROSSI, Mario E.; DEUTSCH, Clayton V. **Estimativa de recursos minerais**. Springer Science & Business Media, 2013.

SALDANHA JUNIOR, Artur Almgren. **Definição de estratégia de sondagem para aumento na conversão de recursos e reservas**. 2020. Dissertação de Mestrado apresentado a Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/210627>>. Acesso em: 11 de Mar. de 2025.

SANTOS, Elizabete. **Gestão de processos: desafios e benefícios da implantação de uma plataforma de automação para a otimização de processos**. TCC de graduação em Ciências Contábeis apresentado a Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/7274>. Acesso em 05 de Fev. de 2025.

SANTOS, Zirlene Alves da S.; SOUZA, Claudiano de Jesus de; COSTA, Adilson Rodrigues da. A metodologia BSCEQ na seleção de materiais para otimização do desgaste de coroas de perfuração de uma indústria de sondagem. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, 2013, 9.3: 212-219. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/558288?mode=full>. Acesso em: 06 de Fev. de 2025.

SCHOFIELD, N.A. 2001. The myth of mine reconciliation. In: Mineral Resources and Ore reserve Estimation – The AusIMM Guide to a Good Practice (Ed. A.C. Edwards) p. 601-610. Melbourne, **The Australasian Institute of Mining and Metallurgy**.

SILVA, Alysson Lazares; FRANÇA, Anderson Luiz da; ALVES, Davi Ferreira Queiroga; VITOR, Marcílio Abreu. **REDUÇÃO DE PERDAS PRODUTIVAS NA ÚLTIMA HORA DO TURNO – MINA DE FÁBRICA NOVA**. Contribuição técnica ao 68º Congresso Anual da ABM - Internacional, 30 de julho a 2 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil. Disponível em: [file:///C:/Users/Maria%20Silvia/Desktop/TCCS%20E%20RELATORIOS/WENER%20TCC%20ENG%20PRODU%20UFOP/5067\\_1617908778.pdf](file:///C:/Users/Maria%20Silvia/Desktop/TCCS%20E%20RELATORIOS/WENER%20TCC%20ENG%20PRODU%20UFOP/5067_1617908778.pdf). Acesso em:

TOTTI, Maria Gabriela; RUIVO, Paulo Guilherme Raineri; DONATI, Talita Costa. **Estudo das práticas de Gestão Ambiental da empresa FIAÇÃO MACUL**. 2010.

TRIVIÑOS, A.N.S. Introdução à pesquisa em ciências sociais. São Paulo: Atlas, 1992.

YAMAMOTO, Jorge Kazuo. **Avaliação e classificação de reservas minerais**. Edusp, 2001.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ª. ed. São Paulo: Bookman, 2003

## **ANEXO I – ENTREVISTAS**

### **1. Quais eram as relevâncias e principais impactos dessas horas improdutivas?**

**Respondida por: Analista da Qualidade Master**

Visando melhoria de desempenho dos equipamentos, o trabalho se dividiu em algumas frentes.

- a) Analisar melhorias no processo de execução da sondagem;
- b) Melhorar a disponibilidade física dos equipamentos para garantir mais tempo em operação;
- c) Reduzir os desperdícios – horas paradas.

Horas improdutivas são horas perdidas, sem nenhum retorno e que somente reduzem a capacidade de realização de mais atividades produtivas durante a jornada de trabalho.

Ao segmentar as horas paradas, verificamos que existia uma quantidade significativa de horas improdutivas aguardando mudança que impactavam não apenas o turno noturno, mas muitas vezes tanto o turno matutino e vespertino por questões logísticas.

Sendo assim, a resposta dada pelo analista da qualidade Master, as horas improdutivas representam um grande desafio operacional, uma vez que consistem em tempo perdido sem retorno efetivo, reduzindo a capacidade de execução de atividades produtivas. No período noturno, o impacto dessas horas se torna ainda mais significativo devido à dinâmica do trabalho e às limitações logísticas, muitas vezes influenciando também os turnos matutino e vespertino. Com o objetivo de otimizar o desempenho dos equipamentos e minimizar as perdas, foram estabelecidas algumas frentes de trabalho, como a análise de melhorias no processo de execução da sondagem, a melhoria da disponibilidade física dos equipamentos e a redução de desperdícios decorrentes das horas paradas.

A análise de melhorias no processo de execução da sondagem envolveu a identificação de gargalos operacionais, a avaliação de procedimentos para maior eficiência na execução das tarefas e o treinamento da equipe para maior agilidade e precisão. Paralelamente, a melhoria da disponibilidade física dos equipamentos passou pela implementação de manutenção preventiva e corretiva eficiente, pela redução de falhas mecânicas que impactam o tempo de operação e pela otimização na distribuição dos equipamentos para evitar sobrecarga em determinados pontos da operação. No que se refere à redução de desperdícios, houve um

trabalho focado no monitoramento e segmentação das horas improdutivas, na identificação das principais causas de paradas e na elaboração de soluções, bem como na melhoria do planejamento logístico para garantir uma transição eficiente entre turnos.

A segmentação das horas paradas revelou que uma quantidade significativa dessas horas estava relacionada ao tempo de espera por mudança, impactando não apenas o turno noturno, mas também os turnos matutino e vespertino, criando um efeito cascata que comprometia a eficiência geral do processo. A ausência de uma transição fluida entre as mudanças de equipamentos e processos resultava em atrasos e na subutilização da capacidade produtiva. Dessa forma, a implementação de melhorias nas frentes mencionadas torna-se essencial para maximizar o tempo efetivo de trabalho e aprimorar a eficiência operacional da equipe e dos equipamentos.

**2. Comparando a hora parada em relação a hora produzindo, qual a mais cara? E em porcentagem, qual era o prejuízo em relação ao todo? Respondida por: Analista da Qualidade Master**

A hora improdutiva é mais cara porque não gera nenhum dado, resultado ou informação. Simplesmente são horas perdidas, e equivalia 2,5% do total de Horas Ociosas.

A resposta fornecida pelo Analista da Qualidade Master destaca que a hora improdutiva é mais cara, pois não gera qualquer tipo de valor agregado, como dados, resultados ou informações. Isso significa que o tempo ocioso representa um custo sem retorno, impactando negativamente a produtividade e a eficiência operacional.

Além disso, é mencionado também que as horas improdutivas correspondiam a 2,5% do total de horas ociosas.

Embora esse percentual possa parecer pequeno à primeira vista, seu impacto pode ser significativo dependendo do volume total de horas trabalhadas na empresa. Pequenas ineficiências acumuladas ao longo do tempo podem resultar em perdas consideráveis, tanto financeiras quanto operacionais. Portanto, é fundamental adotar estratégias para minimizar o tempo improdutivo, como a otimização de processos, melhor planejamento das atividades e a implementação de mecanismos de monitoramento e controle da produtividade.

**3. Qual a necessidade ou em que momento que veio surgir a ideia de tornar a mudança noturna possível? Respondida por: Analista da Qualidade Master**

Foi necessário realizar uma investigação do motivo da restrição de movimentação noturna, como e por que surgiu a restrição de segurança.

A partir do entendimento do real motivo, foi possível analisar como reduzir/mitigar o risco visando viabilizar a movimentação.

A atividade é executada normalmente durante o dia e a restrição estava associada a iluminação deficiente, falta de equipe de apoio/liderança na parte da noite.

A resposta do Analista da Qualidade Master destaca a necessidade de uma investigação detalhada sobre a restrição de movimentação noturna, buscando compreender sua origem e os fatores que a tornavam inviável. A análise inicial focou em identificar os motivos da restrição de segurança, um passo essencial para avaliar a possibilidade de flexibilizar essa limitação sem comprometer a integridade dos colaboradores e das operações.

A partir desse estudo, verificou-se que a movimentação de atividades durante a noite era inviabilizada principalmente por questões estruturais, como iluminação deficiente e a ausência de equipe de apoio e liderança no período noturno. Esses fatores representam riscos operacionais e de segurança que justificaram a implementação da restrição.

Com base nesse diagnóstico, foi possível analisar formas de reduzir ou mitigar os riscos envolvidos, possibilitando a realização das atividades também no turno da noite. Soluções como melhorias na iluminação, reforço na equipe de apoio e a presença de liderança no período noturno podem ser estratégias viáveis para garantir que a movimentação ocorra de maneira segura e eficiente. A implementação dessas medidas não apenas amplia a flexibilidade operacional, mas também pode contribuir para um melhor aproveitamento dos recursos e aumento da produtividade.

#### **4. Quais os benefícios principais após a implementação da mudança noturna?**

**Respondida por: Analista de Sondagem Pleno**

Os principais benefícios:

- a) Equipamento não fica parado a noite podendo gerar produto;
- b) Garante a continuidade da operação numa transição tranquila entre os turnos. No cenário antigo, uma sonda que terminava o furo na parte da tarde tinha que avaliar se conseguiria mudar até o anoitecer ou encerrar a atividade mais cedo;
- c) Melhor aproveitamento de recursos (Munck) – Ao concentrar as mudanças para turno matutino, o mesmo recurso acaba sendo disputado por todas as sondas que precisam mudar.

A resposta fornecida pelo Analista da Sondagem Pleno destacou os benefícios operacionais com a implementação da mudança noturna, evidenciando ganhos em produtividade, eficiência e melhor utilização dos recursos disponíveis.

O primeiro benefício relatado é a eliminação do tempo ocioso dos equipamentos durante a noite, permitindo que a operação continue gerando produto. Antes da mudança, as restrições às operações noturnas resultaram em períodos improdutivo, impactando as qualidades da eficiência operacional. Com a flexibilização dessa restrição, o equipamento pode ser realocado e colocado em operação mais rapidamente, maximizando sua utilização.

Outro ponto positivo é a maior fluidez na transição entre curvas. No cenário anterior, uma sonda que concluiu um furo no período da tarde decidiria primeiro se tentaria se mover antes do anoitecer ou encerraria as atividades mais cedo para evitar riscos. Essa limitação poderia levar a decisões conservadoras que resultaram em tempo perdido. Com a mudança noturna viabilizada, essa incerteza foi eliminada, garantindo que as operações possam ocorrer sem interrupções desnecessárias.

Por fim, a otimização do uso do Munck (equipamento utilizado para entrega de cargas) é um fator relevante. Antes da implementação da mudança noturna, a disputa por esse recurso no turno matutino gerava congestionamentos e atrasos nas movimentações. Agora, ao distribuir as mudanças ao longo de mais períodos, há um melhor aproveitamento da infraestrutura disponível, simplificando gargalos e tornando a operação mais eficiente.

Esses benefícios mostram como a adaptação de processos para permitir a entrega noturna trouxe resultados positivos, promovendo maior produtividade, continuidade operacional e otimização de recursos.

**5. Essa premissa foi em prol da produtividade ou da segurança? Respondida por: Analista de Qualidade Junior**

Toda análise teve como objetivo melhorar a produtividade, melhorar desempenho e reduzir custo por ineficiências operacionais.

Entretanto, nenhuma atividade seria permitida se colocasse os colaboradores e empresa em situação de risco, contudo a maturidade de segurança na percepção dos riscos, na adequação do cenário e na prática em campo foram aumentados para mitigar qualquer tipo de evento.

A resposta do Analista de Qualidade Júnior esclarece que a implementação da mudança noturna teve como principal objetivo aumentar a produtividade, melhorar o

desempenho operacional e reduzir custos relacionados a ineficiências. Isso demonstra um foco estratégico na otimização dos processos e no melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

No entanto, o aspecto da segurança não foi negligenciado. A resposta enfatiza que nenhuma atividade seria autorizada caso representasse riscos para os colaboradores ou para a empresa. Isso reflete uma abordagem equilibrada entre ganhos operacionais e a preservação da integridade das pessoas envolvidas.

Além disso, a implementação da mudança noturna proporcionou um avanço na cultura de segurança da equipe. Houve um aumento na maturidade em relação à percepção de riscos, permitindo uma adequação mais eficaz do ambiente de trabalho e das práticas operacionais em campo. Essa evolução foi essencial para mitigar quaisquer possíveis eventos adversos, garantindo que a produtividade fosse aprimorada sem comprometer a segurança.

Dessa forma, a iniciativa não apenas trouxe benefícios operacionais, mas também fortaleceu a mentalidade de segurança dentro da empresa, criando um ambiente de trabalho mais controlado e eficiente.

**6. Ao longo dos anos, por que não se tentou essa implementação antes? Respondida por: Analista de Sondagem Pleno**

Havia um entendimento equivocado que mudanças noturnas eram proibidas na Vale. Foram feitas consulta as normais regulamentadoras, práticas e procedimentos internos Vale e foi concluído que não havia impedimentos.

A resposta do Analista de Sondagem Pleno revela que a não implementação da mudança noturna anteriormente se deu, principalmente, por um entendimento equivocado de que essa prática era proibida dentro da Vale. Esse equívoco levou a uma limitação operacional desnecessária, impedindo a exploração de alternativas que poderiam otimizar a produtividade e eficiência das operações.

A revisão dessa restrição foi possível por meio de um processo criterioso de consulta às normas regulamentadoras, bem como às práticas e procedimentos internos da empresa. Essa análise detalhada permitiu concluir que, na realidade, não havia impedimentos formais para a realização de mudanças durante a noite.

Esse cenário destaca a importância de questionar e revisar procedimentos que, muitas vezes, são seguidos sem um embasamento técnico sólido. A suposição de que algo é inviável ou proibido pode levar a perdas operacionais significativas ao longo dos anos. A experiência

também reforça a necessidade de manter uma cultura organizacional baseada na análise crítica e na busca por melhorias contínuas, garantindo que as decisões sejam tomadas com base em informações concretas e não apenas em percepções ou práticas estabelecidas sem validação.

**7. Existia outras ideias ou opções para eliminar a possibilidade de mudanças de sonda no período noturno? Respondida por: Analista de Qualidade Junior**

Não! O processo era limitado e não era realizado mudança de sonda e acessórios no período noturno.

A resposta do Analista de Qualidade Júnior indica que, antes da implementação da mudança noturna, não haviam sido consideradas alternativas para permitir ou eliminar a necessidade desse processo no período noturno. O procedimento era simplesmente limitado, e a movimentação de sondas e acessórios não era realizada nesse turno.

Isso demonstra que a operação seguia um padrão rígido, possivelmente baseado em percepções ou restrições anteriores, sem uma avaliação aprofundada sobre sua real necessidade ou viabilidade. A ausência de alternativas indica que, até então, não havia sido realizada uma análise crítica para otimizar o processo, seja por meio de ajustes operacionais ou pela mitigação dos riscos envolvidos.

A mudança desse cenário ocorreu quando se identificou que a limitação não era decorrente de uma proibição formal, mas sim de uma falta de revisão dos processos e diretrizes existentes. Esse caso reforça a importância de questionar práticas estabelecidas e buscar constantemente melhorias operacionais, equilibrando produtividade e segurança.

**8. Quais os riscos mapeados na mudança noturna? Respondida por: Eng. De Segurança**

De acordo com o Engenheiro de Segurança, para garantir a segurança e a eficiência das operações noturnas, algumas diretrizes devem ser seguidas, abrangendo iluminação, acessos, capacitação, uso de equipamentos e documentação. A seguir os Tópicos para mudança noturna:

**Iluminação**

A empresa deve fornecer no mínimo duas torres de iluminação, posicionadas na praça de desmobilização e na nova praça. Os refletores devem estar em pleno funcionamento para garantir boa visibilidade. A praça de sondagem deve estar suficientemente iluminada para que todas as movimentações sejam claramente visíveis. A disponibilização de um kit extra por site (incluindo container, sanitário, cavaletes e hastes) pode otimizar o processo de mudança.

### **Acessos**

Os acessos devem ser avaliados previamente pelo supervisor, TST, fiscalização e operador do *Munck*, identificando áreas críticas e definindo medidas de controle. Situações como aclives, declives, acessos estreitos ou passagens sob estruturas exigem autorização do Fiscal/Gestor do contrato. Em áreas de pesquisa, a sinalização com materiais fluorescentes deve ser utilizada para melhorar a visibilidade. Durante períodos de neblina ou chuva intensa, a fiscalização e supervisão devem avaliar as condições antes de autorizar a movimentação de carga.

### **Capacitação**

Os funcionários do turno noturno devem receber treinamentos específicos sobre mobilização de sondagem. Empregados em tutoria devem ser acompanhados por seus tutores. Apenas profissionais autorizados devem permanecer na praça de sondagem, seguindo protocolos rigorosos de segurança, especialmente em bermas e áreas de mata.

### **Acessórios para içamento**

Os acessórios utilizados para içamento de carga (cintas, correntes, cabos de aço, eslingas etc.) devem ser inspecionados previamente, preferencialmente durante o dia, para garantir que estejam em boas condições de uso. O cumprimento do *checklist* do RAC-05 (Içamento de Carga) é obrigatório.

### **Caminhão Munck**

O caminhão Munck deve contar com faróis auxiliares traseiros para melhorar a visibilidade em manobras. Se houver necessidade de apoio na manobra, o auxiliar deve

permanecer ao lado do equipamento, mantendo uma distância mínima de um metro, e utilizar lanterna para sinalização. Em áreas de mina, o trânsito do Munck com carga deve ser previamente autorizado pela supervisão, seguindo o plano de trânsito do site e as diretrizes do RAC-03 (Equipamentos Móveis).

### **Sonda sobre esteira**

Para deslocamentos, as sondas tripuladas devem seguir os procedimentos da empresa e obter autorização da supervisão de mina e do Fiscal/Gestor do contrato, quando em áreas de pesquisa ou minas desativadas. Para sondas não tripuladas (*joystick*), deslocamentos superiores a 200 metros necessitam de autorização do Fiscal do contrato.

### **Documentação**

Toda a documentação de SSMA deve ser elaborada e mantida disponível na frente de serviço, garantindo conformidade com o plano de trânsito do site. A comunicação com o emitente da PTS e os executantes credenciados é essencial. Qualquer alteração no processo de mudança noturna deve passar por uma nova gestão de mudança.

### **Trajetos e Delimitação da Praça**

O trajeto deve ser mapeado através de rotogramas e pontos críticos sinalizados com pontaletes refletivos. A delimitação da praça deve ser feita preferencialmente durante o dia, e qualquer exceção deve ser avaliada pela supervisão. A instalação de pontaletes em bermas e áreas de mata deve ser previamente concluída e não pode ocorrer à noite sem autorização do supervisor.

### **Abertura do Poço para Fluido**

A escavação do poço deve ser feita preferencialmente durante o dia, com exceções avaliadas pelo supervisor e fiscal.

### **Descida e Subida da Torre na Sonda**

O travamento dos parantes e o manuseio da torre devem ser acompanhados pelo sondador e contar com iluminação adequada, podendo ser auxiliados por lanternas.

### **Linha de Abastecimento de Água**

A instalação de linhas d'água para bombeamento ou queda livre deve ocorrer exclusivamente durante o dia. Os reservatórios devem estar previamente posicionados na praça, com as conexões de linha d'água já acopladas.

Essas diretrizes garantem maior segurança, eficiência e organização na execução das atividades de mudança noturna, minimizando riscos e otimizando recursos.

### **9. Sobre os testes pilotos, quais as premissas básicas para acontecer a mudança noturna? Respondida por: Eng. De Segurança**

Elaboração de uma ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) específica para essa atividade com a participação de todos os envolvidos. Organização da praça no período diurno ficando para o período noturno apenas a mobilização da sonda. (Içamento na praça de origem e descida na praça de destino). Garantindo sempre iluminação satisfatória nas duas praças.

A resposta do Engenheiro de Segurança destaca as premissas básicas necessárias para a implementação da mudança noturna, com ênfase na segurança e organização do processo. A primeira exigência mencionada é a elaboração de uma ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) específica para a atividade. A ART é um documento fundamental que garante a responsabilidade técnica de todos os envolvidos no processo, assegurando que as operações sejam realizadas de acordo com normas e critérios técnicos, com a devida supervisão e conformidade legal.

Além disso, a resposta ressalta que a organização da praça de sondagem deve ser realizada no período diurno, o que implica em preparar adequadamente o ambiente de trabalho durante o dia, com foco na segurança e eficiência. No período noturno, a mobilização da sonda seria a única atividade a ser realizada, incluindo o içamento na praça de origem e a descida na praça de destino, o que limita as operações noturnas às tarefas mais essenciais e que envolvem menor risco.

Um ponto crítico destacado pelo engenheiro é a necessidade de garantir uma iluminação satisfatória nas duas praças, tanto na de origem quanto na de destino, assegurando

que todas as movimentações sejam visíveis e seguras. A iluminação é um fator essencial para evitar acidentes e proporcionar um ambiente de trabalho adequado, especialmente durante a noite, quando a visibilidade naturalmente diminui.

Essas premissas indicam uma abordagem cuidadosa e bem planejada para a realização da mudança noturna, com foco em minimizar riscos e garantir que todas as condições de segurança sejam atendidas. A inclusão da ART e a organização prévia da praça de sondagem demonstram a seriedade e a preparação necessárias para que as atividades sejam realizadas de maneira eficiente e segura.

**10. Quais premissas surgiram após os testes pilotos identificados em campo para que a mudança noturna se tornasse realidade? Respondida por: Analista de Sondagem Pleno**

Disponibilização de kit extra (detalhar os itens) abertura de poço para fluido de perfuração e montagem da praça no período diurno, garantia de iluminação nas duas praças simultaneamente.

A resposta do Analista de Sondagem Pleno destaca algumas premissas essenciais que surgiram após a realização dos testes pilotos, permitindo que a mudança noturna fosse finalmente implementada de forma eficaz. Essas premissas surgiram a partir da análise dos resultados observados em campo, que apontaram áreas críticas a serem atendidas para garantir a segurança e a eficiência das operações durante a noite.

A primeira premissa identificada foi a disponibilização de um kit extra, o qual deve incluir itens fundamentais para a operação, como container, sanitário, cavaletes e hastes. A inclusão desse kit visa garantir que os recursos necessários para a realização das atividades noturnas estejam disponíveis e adequados, melhorando as condições de trabalho durante o turno da noite e contribuindo para a organização e a segurança no local de trabalho.

A segunda premissa está relacionada à abertura de poço para fluido de perfuração e montagem da praça no período diurno. Essas atividades devem ser realizadas durante o dia, quando a visibilidade e a segurança são mais facilmente controláveis, permitindo que o ambiente esteja pronto para a movimentação da sonda no turno noturno. Essa estratégia ajuda a minimizar o tempo de operação noturna e garante que apenas tarefas essenciais, como a movimentação da sonda, sejam realizadas à noite.

Por fim, a garantia de iluminação nas duas praças simultaneamente é outra premissa crítica que surgiu dos testes. A iluminação adequada é essencial para qualquer operação

noturna, e garantir que tanto a praça de origem quanto a de destino tenham visibilidade suficiente é um requisito fundamental para a segurança das equipes e para a eficiência do processo. A iluminação deve ser forte e eficiente para garantir que todas as movimentações sejam visíveis, evitando acidentes e permitindo que os operadores monitorem e controlem as atividades de forma eficaz.

Essas premissas surgiram como respostas diretas às necessidades observadas durante os testes, e sua implementação ajuda a transformar a mudança noturna de uma ideia em uma prática viável, segura e eficiente.

## DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE E RESPONSABILIDADE

Eu, Wener de Cássia Vitória, declaro que este Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) foi elaborado em conformidade com as exigências do Regulamento do Curso de Engenharia de Produção da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto e que não foi submetido a nenhum outro prêmio acadêmico. Exceto quando indicado por referência específica, este texto é de minha autoria, sendo as opiniões nele expressas de minha única e exclusiva responsabilidade. Recursos tecnológicos, incluindo ferramentas de inteligência artificial, caso tenham sido utilizados, tiveram único fim suporte técnico, sem comprometer a autoria e a integridade intelectual do trabalho.

Ouro Preto-MG, 25 de março de 2025

Documento assinado digitalmente  
 WENER DE CASSIA VITORIO  
Data: 25/03/2025 19:50:00-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura