

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS – CAMPUS OURO PRETO

ANDREZA ALMEIDA GOMES GUIMARÃES

**ALERTA DE EMERGÊNCIA**

Ouro Preto – MG

2026

ANDREZA ALMEIDA GOMES GUIMARÃES

ALERTA DE EMERGÊNCIA : utilização das ferramentas da qualidade na resolução de  
problemas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro  
Preto como            parcial para obtenção do título  
de   TECNOLOGO   EM   GESTÃO   DA  
QUALIDADE

ORIENTADOR: PROF. CÁSSIO ANTÔNIO MENDES LACERDA

Ouro Preto – MG

2026

---

G963a      Guimarães, Andreza Almeida Gomes.

Alerta de emergência [manuscrito] : utilização das ferramentas da qualidade na resolução de problemas / Andreza Almeida Gomes Guimarães. – 2026.

37 f. : il.

Orientador: Cássio Antônio Mendes Lacerda.

Trabalho de Conclusão de Curso (tecnologia) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto, 2026.

1. Ferramentas da qualidade. 2. Emergências. 3. Gestão da qualidade total. I. Lacerda, Cássio Antônio Mendes. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto. III. Título.

CDU: 658.56

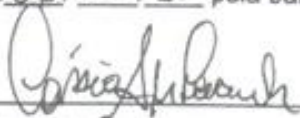
---

Andreza Almeida Gomes Guimarães

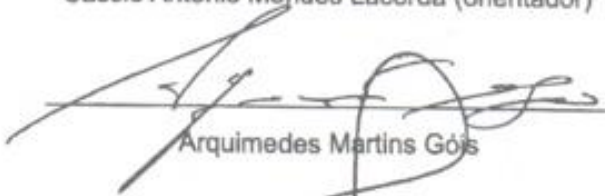
**ALERTA DE EMERGÊNCIA**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Federal de  
Minas Gerais – Campus Ouro Preto  
para obtenção o título de Tecnólogo  
em Gestão Da Qualidade.**

Aprovado em: 06/05/26 pela banca examinadora:



Cássio Antônio Mendes Lacerda (orientador)



Arquimedes Martins Góis



Thiago Milagres de Araújo

**SUMÁRIO**

1 INTRODUÇÃO .....	7
2 PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA.....	8
2.1 – PROBLEMA.....	8
2.2 – JUSTIFICATIVA.....	9
3- OBJETIVOS.....	9
3.1 – OBJETIVO GERAL.....	11
3.2 – OBJETIVO ESPECÍFICO.....	11
4 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
4.1 – CONCEITO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE .....	13
4.2 - IMPORTÂNCIA DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	14
4.4.2.1. Brainstorming.....	15
4.2.2. Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) .....	15
4.2.3. Matriz de Priorização QCAMSMA.....	15
4.2.4. Gráfico de Pareto.....	16
4.2.5. PDCA.....	16
4.3 - IMPORTÂNCIA DA AGILIDADE NO ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS NA MINERAÇÃO.....	17
4.3.1. Conexão com o Problema Levantado .....	18
4.4 -COMO AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE AUXILIAM NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA MINERAÇÃO.....	19
4.5 -A GESTÃO DA QUALIDADE.....	20
5 - VALE S.A. ....	22
5.1 – HISTÓRICO.....	22
6 – METODOLOGIA.....	24
6.1 - CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	25
6.2 - INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	26
6.3 - CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA.....	27
6.3.1. Técnica de Amostragem Utilizada .....	27
6.3.2. Amostragem .....	27
7 - CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....	29
8 – RESULTADOS.....	31
8.1 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	31

9 – CONCLUSÃO.....	33
AGRADECIMENTO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36

## 1. INTRODUÇÃO

A eficiência na resposta a situações de emergência é um fator essencial para garantir a segurança operacional em ambientes industriais de grande complexidade, como os encontrados nas operações de mineração. Em cenários onde a comunicação entre operadores de equipamentos e despachantes é constante e decisiva, qualquer atraso no fluxo de informações pode resultar em agravamento de incidentes, aumento de riscos à integridade física dos trabalhadores e danos materiais significativos. Nesse contexto, compreender e aprimorar o processo de envio, recebimento e análise das mensagens de emergência torna-se fundamental para assegurar que o socorro seja acionado com rapidez, precisão e assertividade.

O presente trabalho tem como foco a análise do processo de comunicação de emergência utilizado no Complexo Mariana da Vale S.A., buscando identificar falhas, causas-raiz e oportunidades de melhoria que contribuam para a redução do tempo de resposta do despachante. Para isso, foram aplicadas ferramentas da qualidade, métodos de análise estatística, técnicas de mapeamento de processos e entrevistas com profissionais diretamente envolvidos, tais como operadores de equipamentos, técnicos de despacho, técnicos de mina e supervisores.

Além de compreender a situação atual, este estudo propõe e testa melhorias voltadas à padronização das mensagens, otimização do fluxo de comunicação e utilização de tecnologias que facilitem o acesso às informações críticas durante ocorrências. Para garantir rigor metodológico, foram utilizadas ferramentas como Brainstorming, Matriz GUT, QCAMSMA, Gráfico de Pareto, Folha de Verificação e o Ciclo PDCA, permitindo uma avaliação abrangente e estruturada do problema.

Desse modo, esta pesquisa busca contribuir para o fortalecimento da cultura de segurança, aprimoramento da tomada de decisão e aumento da eficiência no atendimento às emergências, alinhando-se ao compromisso da Vale S.A. com a preservação da vida, a prevenção de incidentes e a melhoria contínua dos processos operacionais.

## 2- PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

### 2.1 – PROBLEMA

A mineração desempenha um papel crucial na economia global, fornecendo recursos essenciais para diversas indústrias. No entanto, as atividades mineradoras estão frequentemente associadas a desafios significativos, como a segurança do trabalho, a sustentabilidade ambiental e a eficiência operacional.

Nesse contexto, a utilização de ferramentas da qualidade surge como uma estratégia fundamental para aprimorar processos, reduzir desperdícios e garantir a conformidade com normas regulatórias. No setor de mineração, essas ferramentas permitem não apenas a identificação de defeitos e ineficiências, mas também ajudam a criar uma cultura de qualidade que impacta positivamente a segurança dos trabalhadores e a preservação ambiental.

Dentro da Mineração, como nas demais operações industriais e logísticas, a comunicação rápida e eficaz em emergências é um fator determinante para garantir a segurança dos operadores e a integridade dos equipamentos. O tempo elevado para o despachante identificar uma mensagem de emergência no sistema de despacho da empresa e consultar as informações necessárias para o acionamento do socorro tem se mostrado um ponto crítico no processo. O problema ocorre em todas as minas que operam com equipamentos que possuam sistema de despacho do complexo de Mariana-MG.

Essa demora pode ocorrer em virtude de falhas no fluxo de comunicação, excesso de informações a serem consultadas manualmente ou ausência de sistemas automatizados que priorizem alertas emergenciais.

Em contextos onde cada segundo é decisivo, qualquer atraso na tomada de decisão e na execução dos procedimentos de socorro pode resultar em consequências graves, como ferimentos, sequelas aos operadores, danos significativos aos equipamentos e prejuízos operacionais.

Dessa forma, através dos problemas levantados por meio do Brainstorming e selecionado com o auxílio da Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), da Matriz

de Priorização QCAMSMA e do Gráfico de Pareto, ficou clara a necessidade de entender e propor soluções para a lentidão no processo de identificação e resposta a mensagens de emergência, buscando minimizar o tempo de reação do despachante e, conseqüentemente, aumentar a eficiência e a segurança nas operações.

## 2.2 – JUSTIFICATIVA

A eficiência na resposta a situações de emergência é um fator determinante para a segurança operacional e preservação da integridade física dos colaboradores e dos equipamentos de uma organização. Em ambientes onde a comunicação entre operadores e despachantes é constante e essencial, qualquer atraso na identificação e no tratamento de mensagens de emergência pode representar riscos significativos, ocasionando prejuízos materiais e até mesmo humanos.

Diante disso, torna-se fundamental otimizar o processo de detecção e resposta a incidentes, garantindo que o despachante tenha acesso rápido e preciso às informações necessárias para o acionamento do socorro. A redução do tempo de resposta pode evitar acidentes graves, minimizar sequelas e aumentar a confiabilidade do sistema de segurança. Como afirmam Seco *et al.* (2022), para lidar bem com emergências, é preciso que os sistemas de gestão e as atividades do dia a dia funcionem de forma integrada. Isso só acontece quando tecnologia, pessoas e procedimentos estão alinhados e trabalhando juntos.

De acordo com Guerra (2017), identificar os problemas com rapidez e atuar o mais rápido possível, são fatores essenciais para impedir que os incidentes se agravem. É importante destacar a importância de agir com agilidade em todo o processo. Além do aspecto humano, a agilidade na gestão das emergências contribui para a eficiência organizacional, reduzindo custos devido as paralisações dos ativos, danos a equipamentos e perda de produtividade.

Segundo Bomfim et al. (2024), o uso de novas tecnologias é fundamental para melhorar os processos industriais e diminuir riscos. Isso mostra que investir em inovação não apenas aumenta a eficiência das operações, mas, principalmente, coloca a

preservação da vida em primeiro lugar, ao contribuir para ambientes de trabalho mais seguros. Um dos lemas mais divulgados na Vale S/A.

Assim, a busca por soluções tecnológicas e procedimentais que automatizem ou acelerem a identificação das mensagens de emergência justifica-se pela necessidade de melhorar o desempenho operacional, fortalecer a cultura de segurança e garantir a continuidade das atividades com o mínimo de riscos possíveis.

Nesse sentido, Guzmán e Neves (2000) destacam que ter um plano de emergência bem organizado é fundamental para garantir respostas rápidas e eficientes. Isso reforça a necessidade de procedimentos claros e padronizado.

Portanto, este estudo se justifica pela importância de propor melhorias que reduzam o tempo de reação do despachante, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro, eficiente e alinhado às exigências de um cenário cada vez mais tecnológico e orientado à proteção da vida e do patrimônio.

Diante da relevância da agilidade na resposta a situações de emergência em operações de grande porte, como as realizadas na mineração, torna-se essencial compreender de forma detalhada as causas que influenciam o tempo de resposta do despachante.

A eficiência nesse processo é determinante para garantir a segurança dos operadores e a preservação dos equipamentos, reduzindo riscos e prejuízos decorrentes de atrasos na comunicação e na tomada de decisão.

### 3- OBJETIVOS

#### 3.1 – OBJETIVO GERAL

Por meio da aplicação das ferramentas da qualidade, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa (Espinha de Peixe), Histograma, Folha de Verificação, Gráfico de Controle, Fluxograma, Diagrama de Dispersão, Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) e Matriz de Priorização QCAMSMA, estabelece-se como objetivo geral reduzir o tempo de identificação e consulta de informações pelo despachante em situações de emergência.

A utilização dessas ferramentas possibilita analisar falhas, identificar causas, priorizar problemas e aprimorar o processo de comunicação e o acesso aos dados necessários, garantindo o acionamento rápido e eficaz do socorro ao operador ou ao equipamento. Dessa forma, a tomada de decisão torna-se mais assertiva, sempre com foco na agilidade da resposta e na preservação da vida em primeiro lugar.

#### 3.2 – OBJETIVO ESPECÍFICO

Mapear o processo atual de comunicação entre operador e despachante, identificando as etapas que contribuem para o aumento do tempo de resposta em situações de emergência. Buscando avaliar a qualidade e a completude das mensagens de emergência, verificando se os dados enviados são suficientes para uma tomada de decisão rápida e precisa.

Propor melhorias no fluxo de informações ou implementação de ferramentas tecnológicas que possibilitem ao despachante acessar, de forma ágil, os dados necessários para o acionamento do socorro.

Para finalizar testar e validar as soluções propostas, mensurando a redução do tempo médio de resposta e os ganhos em eficiência operacional e segurança.

Elaborar recomendações e boas práticas que possam ser aplicadas na rotina da

central de despacho para garantir a continuidade e a eficácia das melhorias implementadas.

## 4 – REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 – CONCEITO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Existem várias ferramentas que colaboram na identificação e compreensão de problemas relacionados à qualidade. Alguns autores costumam diferenciá-las como estratégicas e estatísticas, onde as estratégicas seriam aquelas ferramentas utilizadas para a geração de ideias, estabelecimento de prioridades e investigação da causa do problema. Já no segundo grupo das estatísticas, segundo Vergueiro (2002), estariam as ferramentas utilizadas para medir o desempenho, buscando evidenciar informações básicas para a tomada de decisões em relação à melhoria.

De acordo com Ishikawa (1993) e Deming (1990), as ferramentas da qualidade são instrumentos utilizados para analisar, monitorar e melhorar processos, produtos ou serviços, garantindo que atendam aos padrões estabelecidos e às expectativas dos clientes. Elas são fundamentais para a Gestão da Qualidade Total (TQM) e para sistemas como o Controle Estatístico de Processo (CEP), pois permitem identificar causas de problemas, propor soluções e promover a melhoria contínua. As ferramentas da qualidade são simples de aplicar, mas muito eficazes quando se busca tomar decisões com base em dados concretos. Elas ajudam a entender a variabilidade dos processos, identificar falhas e encontrar soluções de forma organizada, contribuindo para a melhoria contínua dentro das Organizações Empresariais.

Entre as ferramentas mais conhecidas está o Diagrama de Pareto, que permite identificar quais causas têm maior impacto em determinado problema, seguindo o princípio de que uma pequena parcela das causas geralmente é responsável pela maior parte dos efeitos. E o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Espinha de Peixe, ele ajuda muito na análise das possíveis causas de um problema, organizando-as e facilitando a compreensão das relações de causa e efeito.

Outra ferramenta é o Histograma, ele é utilizado para mostrar como os dados se distribuem, tornando mais fácil visualizar variações e padrões. Já a Folha de Verificação contribui para a coleta de dados de maneira estruturada, garantindo maior confiabilidade nas análises. O Gráfico de Controle permite acompanhar o desempenho de um processo

ao longo do tempo, ajudando a identificar desvios antes que se tornem problemas maiores. O Fluxograma, por sua vez, representa visualmente cada etapa de um processo, facilitando a identificação de falhas ou gargalos. Complementando essas análises, o Diagrama de Dispersão é utilizado para verificar se existe relação entre duas variáveis, auxiliando na compreensão de possíveis influências entre fatores.

Além dessas ferramentas clássicas, existem métodos que apoiam a priorização das ações. A Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) é bastante utilizada para definir o que deve ser tratado primeiro, considerando o nível de impacto, a necessidade de ação imediata e a possibilidade de agravamento do problema. Já a Matriz de Priorização QCAMSMA considera múltiplos critérios para classificar alternativas, sendo especialmente útil em decisões mais complexas.

O próprio Gráfico de Pareto, além de ser uma das sete ferramentas básicas da qualidade, costuma ser aplicado em conjunto com essas matrizes, reforçando a visualização das causas mais significativas e apoiando decisões mais assertivas e fundamentadas.

Com base nas normas e conceitos gerais de gestão da qualidade, pode-se afirmar que as ferramentas da qualidade, quando utilizadas de forma integrada, permitem uma análise mais completa dos processos, e ajuda a garantir que os esforços de melhoria sejam direcionados para os pontos de maior impacto. Ou seja, elas ajudam a evitar perda de tempo e insumos em soluções que não serão viáveis. De acordo com a ABNT(2015), as normas internacionais, como a ISO 9001, reforçam a importância da utilização dessas ferramentas para assegurar a conformidade e a eficiência nos processos organizacionais.

#### 4.2 - IMPORTÂNCIA DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

A lentidão no processo de identificação e na resposta a mensagens de emergência representa um desafio crítico, pois afeta diretamente o tempo de reação do despachante e, conseqüentemente, compromete tanto a eficiência quanto a segurança das operações. Diante disso, é fundamental planejar uma forma organizada que permita analisar o problema de forma detalhada e priorizar suas causas de forma estruturada. Nesse

processo, as ferramentas aplicadas desempenham funções essenciais, auxiliando na identificação de falhas, na compreensão dos fatores e no direcionamento de ações eficazes para a resolução do problema.

#### **4.4.2.1. Brainstorming**

O Brainstorming ou tempestade de ideias se for traduzido para o português, ferramenta criada por Alex Faickney Osborn, é uma técnica essencial para levantar uma grande quantidade de ideias e identificar possíveis causas relacionadas ao processo. Ele promove a participação coletiva, favorecendo a diversidade de perspectivas e evitando que as soluções sejam restritas a uma única visão. Quanto mais ideias forem dadas, maior a chance de se solucionar o problema. É uma técnica bastante utilizada para gerar várias ideias podendo ser usada em vários aspectos. São convidados a participar da sessão de brainstorming vários funcionários no mesmo ambiente, onde cada um por vez vai propondo melhorias e soluções para o problema apresentado. Qualquer tipo de ideia é considerado sem receio. Sempre com motivação e entusiasmo vão se anotando as ideias e tentando-se priorizar os principais problemas.

#### **4.2.2. Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência)**

De acordo com Alves (2017), A Matriz GUT é uma ferramenta utilizada para priorizar problemas com base em três critérios essenciais: gravidade, que avalia o impacto do problema na segurança e na eficiência operacional; urgência, que considera a necessidade de solução imediata para prevenir riscos; e tendência, que analisa a probabilidade de agravamento caso a questão não seja resolvida. A aplicação dessa ferramenta ajuda muito a identificar quais problemas devem ser tratados com mais rapidez, destacando, por exemplo, que a lentidão no processo de resposta constitui uma questão de alta relevância para a operação.

#### **4.2.3. Matriz de Priorização QCAMSMA**

Essa matriz complementou a análise da GUT ao considerar múltiplos critérios (Qualidade, Custo, Atendimento, Moral, Segurança, Meio Ambiente), permitindo uma

visão mais ampla dos impactos. Assim, confirmou-se que a melhoria no tempo de resposta é estratégica, pois influencia diretamente a segurança e a eficiência operacional, além de reduzir riscos ambientais e custos.

#### **4.2.4. Gráfico de Pareto**

O Gráfico de Pareto foi utilizado para identificar as causas mais relevantes entre as levantadas no Brainstorming. Aplicando o princípio 80/20, verificou-se que poucas causas são responsáveis pela maior parte da lentidão, direcionando esforços para pontos críticos, como falhas na comunicação e demora na triagem das mensagens.

#### **4.2.5. PDCA**

De acordo com Costa Neto (2002) O ciclo PDCA é uma ferramenta usada para melhorar processos de forma contínua. Ele tem quatro etapas: Plan (Planejar): definir metas, objetivos e o que precisa ser feito para melhorar o processo. Do (Executar): colocar o plano em prática, treinar as pessoas e registrar os dados importantes. Check (Verificar): comparar o que foi feito com o que foi planejado, usando ferramentas simples como gráficos e folhas de verificação. Act (Agir): se algo deu errado, corrigem-se as causas; se deu certo, o processo é padronizado.

Para Takashina (1999), o PDCA ajuda na tomada de decisão e no controle dos processos. Já Faesarella et al. (1996) afirmam que ele é um método organizado para resolver problemas.

Os indicadores de qualidade e produtividade são formas de medir o desempenho de produtos, serviços ou processos. Segundo o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (1991), eles são fundamentais para gerenciar a qualidade. Fontenelle (1991) diz que esses indicadores mostram claramente a situação atual e ajudam a definir metas para o futuro.

### **Por que essas ferramentas são importantes juntas?**

Porque o Brainstorming gera ideias e causas, a Matriz GUT define urgência e gravidade, o QCAMSMA amplia a análise considerando vários impactos e o Gráfico de Pareto foca nos fatores mais significativos.

Além disso, o Ciclo PDCA complementa esse conjunto de ferramentas ao oferecer uma estrutura organizada para planejar, executar, verificar e agir sobre as melhorias propostas. Ele garante que as ações sugeridas sejam implementadas de forma sistemática, avaliadas com base em resultados reais e ajustadas continuamente até alcançarem o desempenho desejado.

A integração entre todas essas ferramentas possibilita que o processo seja abordado de maneira completa: primeiro geram-se ideias, depois avaliam-se prioridades, em seguida ampliam-se análises de impacto, destacam-se os pontos críticos e, por fim, aplicam-se melhorias estruturadas e monitoradas pelo PDCA. Isso torna as soluções muito mais precisas, adequadamente priorizadas e eficazes, contribuindo diretamente para a redução do tempo de resposta do despachante e, conseqüentemente, promovendo maior segurança nas operações.

### **4.3 - IMPORTÂNCIA DA AGILIDADE NO ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS NA MINERAÇÃO**

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a rapidez na solicitação de socorro em situações de emergência é um fator determinante para salvar vidas. Os primeiros minutos após um acidente são conhecidos como a hora de ouro, que é período mais crítico para garantir a sobrevivência e reduzir complicações graves.

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS (2015), a assistência imediata visa preservar a vida, evitar agravamento das lesões ajudando a promover a recuperação.

Em ambientes de alto risco, como a mineração, onde acidentes podem envolver soterramentos, quedas, explosões ou exposição a gases tóxicos, cada segundo é vital para prevenir óbitos e sequelas permanentes.

Ainda segundo a OMS, porém agora em 2022, a demora na comunicação e resposta aumenta significativamente o risco de morte por causas como hemorragias não controladas, hipóxia ou parada cardiorrespiratória, que exigem intervenção imediata. Por isso, sistemas eficientes de identificação e resposta rápida às mensagens de emergência são essenciais para garantir segurança operacional e proteção à vida.

#### **4.3.1. Conexão com o Problema Levantado**

A lentidão no processo de identificação e resposta às mensagens de emergência compromete diretamente essa agilidade recomendada pela OMS. Melhorar esse fluxo significa reduzir o tempo de reação do despachante, aumentando a eficiência e a segurança das operações, alinhando-se às diretrizes internacionais de saúde e segurança ocupacional.

A lentidão na resposta a situações de emergência tem impactos significativos em diferentes dimensões da organização. Do ponto de vista da segurança e da saúde ocupacional, atrasos comprometem a aplicação das diretrizes da OMS, bem como normas internacionais como a ISO 45001 e a Convenção 176 da OIT, que exigem a implementação de sistemas eficazes de gerenciamento de emergências.

Além disso, as consequências financeiras e a reputação da empresa são consideráveis. Cada atraso pode gerar custos elevados relacionados a tratamentos médicos, indenizações e até paralisações de atividades. Incidentes graves também afetam a imagem da empresa perante órgãos reguladores e a sociedade, destacando a necessidade de respostas rápidas e efetivas.

A lentidão na comunicação também está diretamente relacionada à gestão de riscos, pois aumenta a probabilidade de que eventos críticos se agravem, contrariando os princípios de uma abordagem proativa que pensa sempre na vida em primeiro lugar. Nesse sentido, aprimorar a agilidade no processo de resposta funciona como uma medida preventiva, reduzindo vulnerabilidades e promovendo maior controle sobre situações de emergência.

Do ponto de vista da eficiência operacional e da continuidade do negócio, sistemas rápidos de resposta contribuem para evitar interrupções prolongadas, garantindo a produtividade e a estabilidade das operações. Por fim, abordar de forma estruturada esse

problema fortalece a cultura de segurança dentro da organização, engajando as equipes, aumentando a confiança nos processos e consolidando um ambiente de trabalho mais seguro.

#### 4.4 -COMO AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE AUXILIAM NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA MINERAÇÃO

Após 20 anos trabalhando na mineração posso dizer que as ferramentas da qualidade são extremamente eficazes na solução de problemas dentro das minerações, porque oferecem método, clareza e priorização em um ambiente complexo e de alto risco. Elas ajudam as pessoas a pensar com mais clareza nos problemas e em formas de eliminá-los. Muitas soluções fáceis, ágeis e muitas vezes que utilizam os próprios recursos da empresa são criadas utilizando as ferramentas da qualidade.

Segundo Ishikawa (1993), as ferramentas da qualidade permitem estruturar a análise dos problemas, evitando decisões baseadas em achismos. Nesse sentido, o Diagrama de Ishikawa possibilita mapear causas potenciais de forma organizada, considerando fatores como equipamentos, processos e pessoas. Em situações de lentidão na resposta a emergências, essa ferramenta auxilia na identificação de problemas relacionados à tecnologia, ao treinamento ou à comunicação, oferecendo uma visão clara dos elementos que mais impactam o desempenho do processo.

De acordo com Alves (2017) e Trucolo (2016), a priorização assertiva é um aspecto fundamental no uso das ferramentas da qualidade. Métodos como a Matriz GUT e a Matriz QCAMSMA permitem que os trabalhadores definam quais problemas devem ser tratados primeiro, considerando critérios como gravidade, urgência, impacto na segurança, custos e efeitos sobre o meio ambiente. No contexto da mineração, essa abordagem possibilita priorizar ações que reduzam riscos de acidentes graves, mesmo que outras melhorias também sejam necessárias.

Evans e Lindsay (2017) destacam que a aplicação de ferramentas como o Gráfico de Pareto promove a tomada de decisão baseada em dados, identificando quais causas são responsáveis pela maior parte dos problemas por meio do princípio 80/20. Essa prática evita que esforços sejam desperdiçados com causas secundárias, concentrando os

recursos na solução das questões mais críticas, como falhas na comunicação ou atrasos na triagem das mensagens de emergência.

Segundo Osborn (1953), o engajamento e a participação dos trabalhadores são essenciais para a efetividade das soluções. Técnicas como o Brainstorming envolvem os empregados na identificação de causas e na proposição de soluções, aproveitando sua experiência prática. Essa participação fortalece a cultura de segurança organizacional, aumenta a adesão às melhorias implementadas e é especialmente relevante em ambientes de alto risco, como os encontrados na mineração.

Por fim, essas ferramentas contribuem para a redução de riscos e aumento da segurança, alinhando-se às normas internacionais, como ISO 9001, ISO 45001 e diretrizes da OIT, que exigem sistemas eficazes para prevenção e resposta a emergências. Além de resolver problemas pontuais, elas criam um ciclo de melhoria contínua, garantindo processos mais seguros e eficientes ao longo do tempo.

Na mineração, diversas ferramentas da qualidade podem ser aplicadas de forma prática para melhorar a eficiência na resposta a emergências. O Brainstorming é utilizado para levantar as possíveis causas da demora no atendimento a mensagens de emergência, envolvendo a equipe na identificação de problemas e soluções. Em seguida, a Matriz GUT permite priorizar ações imediatas que reduzam riscos fatais, como a melhoria dos sistemas de comunicação, enquanto o QCAMSMA avalia os impactos de cada solução em termos de segurança, custos e meio ambiente antes de definir a melhor alternativa. O Gráfico de Pareto auxilia na identificação das causas mais significativas da lentidão, evidenciando que cerca de 80% do problema está relacionado a falhas no sistema de alerta e ao treinamento insuficiente. Por fim, o Diagrama de Ishikawa organiza essas causas em categorias, como máquinas, métodos, pessoas e meio ambiente, oferecendo uma visão estruturada para tomada de decisão e implementação de melhorias.

#### 4.5 -A GESTÃO DA QUALIDADE

A gestão da qualidade envolve práticas e métodos voltados para garantir que processos, produtos e serviços atendam aos requisitos estabelecidos e às necessidades dos clientes. Para Toledo (1997), ela integra processos internos, fornecedores e consumidores,

constituindo um sistema amplo de gestão. Deming (1990) destaca que a qualidade depende da melhoria contínua, baseada no envolvimento de toda a organização. Juran (1992) complementa ao enfatizando o foco no cliente.

Assim, unindo o que diversos autores disseram anteriormente, podemos dizer que a gestão da qualidade representa uma abordagem que integra prevenção, padronização, foco no cliente e melhoria contínua, sendo indispensável para organizações que buscam segurança operacional, eficiência e excelência.

## 5 - VALE S.A.

### 5.1 – HISTÓRICO

A empresa onde o problema ocorre é a Vale S.A., uma das maiores e mais reconhecidas empresas do mundo no setor de mineração e metais. Sua atuação envolve uma grande quantidade de produtos e operações, incluindo a extração e comercialização de minério de ferro, pelotas, níquel, cobre, carvão, além de atividades logísticas integradas por meio de ferrovias, portos e terminais.

De acordo com Vale S.A.(2025), a empresa foi fundada em 1942, inicialmente como Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), com o objetivo de explorar as ricas reservas minerais do Brasil. A empresa foi criada em um contexto de crescimento econômico e industrialização, visando impulsionar o desenvolvimento do país por meio da mineração. A história da Vale em Mariana começou na década de 1970, quando a empresa identificou a região como estratégica para a exploração de minério de ferro. Em 1973, a Vale iniciou suas operações na Mina de Alegria, que se tornou a primeira mina a operar no Complexo Mariana. A escolha de Mariana se deu devido à sua localização privilegiada, próxima a importantes rotas de transporte e à infraestrutura necessária para a mineração.

Ainda segundo Vale S.A.(2025), com o crescimento da demanda por minério de ferro, a Vale investiu em tecnologia e infraestrutura, trazendo equipamentos de grande porte para a região. Um dos primeiros grandes equipamentos a chegar a Mariana foi a escavadeira hidráulica, que revolucionou a forma de extração do minério, aumentando significativamente a eficiência operacional. Esse equipamento foi introduzido na década de 1980, permitindo à Vale expandir sua capacidade de produção e atender à crescente demanda do mercado interno e externo. Ao longo dos anos, a Vale continuou a expandir suas operações em Mariana, investindo em novas tecnologias e práticas sustentáveis. A mina de Alegria foi acompanhada por outras operações, como a Mina de Brucutu, que começou a operar em 2005, consolidando ainda mais a presença da empresa na região. A Vale também se destacou por seu compromisso com a responsabilidade social e ambiental, implementando projetos que visam minimizar os impactos da mineração e promover o desenvolvimento das comunidades locais. A empresa investe em educação,

saúde e infraestrutura, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes de Mariana e arredores. Hoje, a Vale é reconhecida como uma das maiores mineradoras do mundo, e seu complexo em Mariana continua a ser um pilar fundamental na produção de minério de ferro, desempenhando um papel crucial na economia local e nacional.

## 6 – METODOLOGIA

Este trabalho consiste em um estudo exploratório, desenvolvido por meio de uma pesquisa de objetivo descritivo e abordagem qualitativa, utilizando ferramentas da qualidade e levantamento de dados a partir de conversas e levantamento de dados. O objeto de estudo é o processo de comunicação de emergência entre operadores e despachantes na Vale S.A., nas minas do Complexo Mariana–MG.

A coleta de informações foi realizada por meio de observação do setor de despacho operacional, onde foi possível observar o fluxo real das comunicações e os procedimentos adotados durante situações críticas. A observação da rotina de trabalho de pessoas e turnos diferentes permitiu analisar tanto a percepção dos colaboradores quanto indicadores objetivos relacionados ao tempo de resposta.

Uma das ferramentas utilizadas foi o brainstorming realizado com profissionais diretamente envolvidos no processo — incluindo operadores, despachantes e integrantes das áreas de Segurança Operacional e Controle Integrado. Ocorreram discussões conduzidas na sala de controle despacho e na mina durante a operação dos operadores e DSS de início de jornada de trabalho, com o objetivo de identificar os principais problemas percebidos no sistema atual em situações de emergência e levantar possíveis soluções consideradas viáveis.

Para compreender a qualidade e a eficácia do processo de comunicação nas emergências, os dados foram obtidos por meio de observação direta, conversas orientadas com os colaboradores do setor e aplicação de entrevistas em forma de bate papo com alguns trabalhadores envolvidos na rotina de operação. A pergunta central utilizada foi: No seu ponto de vista qual é o principal problema relacionado ao processo de comunicação em situações de emergência?

O número de participantes foi definido com base na disponibilidade de profissionais atuantes nos turnos, uma vez que o volume de colaboradores varia conforme a escala operacional.

Após a identificação do principal ponto crítico no qual era possível atuação da sala de controle - Despacho, considerando a perspectiva dos participantes, foram aplicadas diferentes ferramentas da qualidade, cada uma contribuindo de forma específica

para a análise do processo. Inicialmente, utilizou-se o Brainstorming, que permitiu gerar ideias e levantar possíveis causas relacionadas ao aumento do tempo de resposta nas situações de emergência, reunindo percepções práticas de operadores e despachantes.

Em seguida, aplicou-se a Matriz GUT, que possibilitou classificar e priorizar os problemas identificados com base nos critérios de Gravidade, Urgência e Tendência, contribuindo para destacar aqueles que demandavam intervenção imediata devido ao impacto potencial na segurança operacional. Para aprofundar a priorização, utilizou-se também a Matriz de Priorização QCAMSMA, que amplia a análise ao considerar fatores como: Qualidade, Custo, Abrangência, Moral, Segurança, Meio Ambiente e Atendimento, oferecendo uma visão mais abrangente dos riscos envolvidos.

Com o uso do Gráfico de Pareto, foi possível identificar os fatores mais significativos, permitindo concentrar esforços nas causas que mais contribuem para o aumento do tempo de resposta em uma situação de emergência dentro das minas da Vale do complexo Mariana – Mg.

A análise integrada dessas ferramentas possibilitou organizar os problemas de acordo com sua relevância e impacto operacional. Com isso foram propostas soluções direcionadas para reduzir a ocorrência do principal problema identificado que aumentar e aprimorar a agilidade do despachante no atendimento às emergências, reforçando a segurança e a eficiência do processo.

## 6.1 - CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Buscar por soluções tecnológicas e procedimentais que automatizem ou acelerem a identificação das mensagens de emergência justifica-se pela necessidade de melhorar o desempenho operacional, fortalecer a cultura de segurança e garantir a continuidade das atividades com o mínimo de riscos possíveis. Nesse sentido, Guzmán e Neves (2000, p. 45) ressaltam que “um plano de emergência bem estruturado é a base para respostas rápidas e eficazes”, reforçando a importância de procedimentos claros e padronizados.

Portanto, este estudo se justifica pela importância de propor melhorias que reduzam o tempo de reação do despachante, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro, eficiente e alinhado às exigências de um cenário cada vez mais tecnológico e orientado à proteção da vida e do patrimônio.

Diante da relevância da agilidade na resposta a emergências em operações de grande porte, como as realizadas na mineração, torna-se essencial compreender de forma detalhada as causas que influenciam o tempo de resposta do despachante. A eficiência nesse processo é determinante para garantir a segurança dos operadores e a preservação dos equipamentos, reduzindo riscos e prejuízos decorrentes de atrasos na comunicação.

## 6.2 - INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram utilizados os seguintes métodos:

Realizou-se uma Pesquisa Bibliográfica, na qual foram consultadas obras e estudos relacionados às ferramentas da qualidade, gestão de emergências, comunicação em situações críticas e tecnologias aplicadas à mineração. Essa etapa permitiu fundamentar teoricamente a pesquisa, compreender como essas ferramentas são aplicadas em diferentes contextos industriais e identificar lacunas no conhecimento que justificam o desenvolvimento deste estudo. A integração entre a revisão teórica e as ferramentas da qualidade possibilita uma abordagem completa: primeiro geram-se ideias, depois priorizam-se problemas, analisam-se impactos, destacam-se os pontos críticos e, por fim, aplicam-se melhorias continuamente monitoradas pelo PDCA. Esse conjunto torna as soluções mais precisas, adequadamente priorizadas e eficazes, contribuindo diretamente para a redução do tempo de resposta do despachante e, conseqüentemente, promovendo maior segurança e eficiência nas operações.

Através de um Estudo de Caso, foi analisada realidade da Vale e suas operações no Complexo Mariana, focando em como a empresa lida com situações de emergência. Isso incluiu entrevistas em forma de bate papos com despachantes e operadores para entender os desafios enfrentados no processo de resposta.

Foram coletado e analisado dados sobre o tempo de resposta em situações de emergência, identificando padrões e fatores que influenciam a eficiência. Essa análise permitiu a identificação de áreas críticas que necessitam de melhorias. Com base nos dados coletados e nas análises realizadas, foram elaboradas propostas de melhorias que visaram otimizar o processo de comunicação e resposta a emergências. As propostas foram apresentadas a especialistas e colaboradores da Vale para avaliação e feedback, garantindo que as soluções sejam viáveis e eficazes.

Esses métodos permitiram uma compreensão abrangente do problema e contribuíram para o desenvolvimento de soluções práticas e eficazes, alinhadas às necessidades da organização e às melhores práticas do setor.

## 6.3 - CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

### 6.3.1. Técnica de Amostragem Utilizada

Foi utilizada a amostragem por conveniência, na qual a amostra foi composta pelos profissionais disponíveis e dispostos a participar no momento da coleta de dados. Segundo Saunders, Lewis e Thornhill (2012), esse é exatamente o critério de amostragem por conveniência, pois depende da facilidade de acesso aos participantes.

Foi utilizada também a amostragem intencional ou por julgamento, pois ao mesmo tempo, os participantes foram escolhidos porque: representavam grupos específicos (Operadores, Técnicos de Despacho, Técnicos de Mina, Supervisores), possuíam experiências essenciais para o estudo e eram fundamentais para compreender o processo de resposta a emergências. Conforme diz Trymata (2026), isso caracteriza a amostragem intencional, onde o pesquisador seleciona deliberadamente perfis que detêm conhecimento relevante sobre o fenômeno estudado.

### 6.3.2. Amostragem

Operadores de Equipamentos de Grande Porte: responsáveis pela operação de máquinas pesadas, eles têm um conhecimento prático sobre as situações de emergência que podem ocorrer durante as operações.



Imagem de autoria própria - 12/12/2025

Técnicos de Despacho: encarregados de coordenar as respostas a emergências, eles são fundamentais para a comunicação entre os operadores e as equipes de socorro.

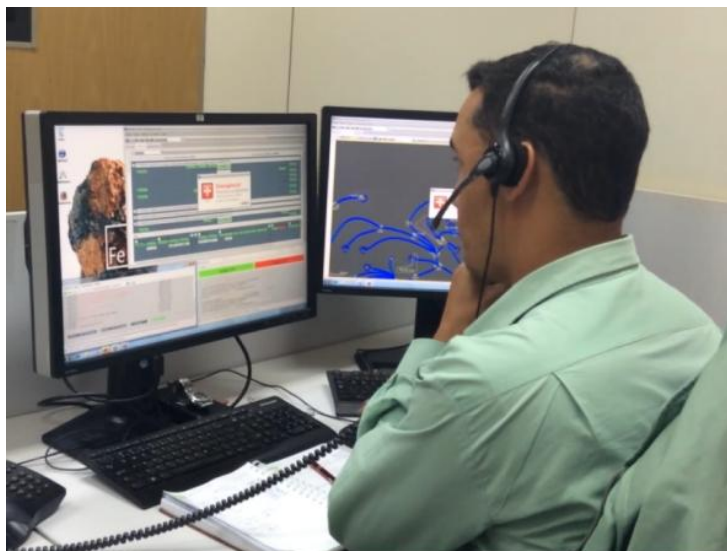


Imagem de autoria própria - 12/12/2025

Técnicos de Mina: com experiência em processos operacionais e de segurança, eles contribuem com informações sobre as condições do ambiente de trabalho e os riscos associados e Supervisores de Operação de Mina: pois esses profissionais têm uma visão ampla das operações e são responsáveis por garantir que os protocolos de segurança sejam seguidos.

## 7 - CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

A execução deste estudo seguiu um cronograma estruturado em etapas, alinhadas aos objetivos específicos da pesquisa. Inicialmente, buscou-se mapear o processo atual de comunicação entre operador e despachante, etapa que envolveu a realização de entrevistas com operadores e despachantes entre os dias 1º e 15 de março de 2025, visando compreender o fluxo real de informações durante situações críticas. Em seguida, entre 16 e 31 de março de 2025, foram analisados documentos e registros de comunicação existentes, permitindo a identificação de padrões e possíveis falhas no processo.

A segunda etapa consistiu em analisar as causas raízes do problema. Para isso, entre 1º e 15 de abril de 2025, realizaram-se coletas de dados referentes ao tempo de resposta em emergências. No período de 16 a 30 de abril, identificamos fatores que influenciam diretamente o desempenho do despachante.

Na terceira etapa, buscou-se avaliar a qualidade e a completude das mensagens de emergência. Entre 1º e 15 de maio de 2025, foram revisadas amostras de mensagens enviadas pelos operadores, analisando sua clareza, completude e aderência às necessidades de decisão do despachante. Posteriormente, de 16 a 31 de maio, foram conduzidas entrevistas com despachantes para entender como a qualidade dessas mensagens afeta a eficácia do atendimento.

A quarta etapa concentrou-se em propor melhorias no fluxo de informações e/ou no uso de ferramentas tecnológicas. Para isso, entre 1º e 15 de junho de 2025, foram pesquisadas soluções tecnológicas capazes de otimizar a comunicação. Com base nas análises anteriores, elaborou-se um plano de melhorias entre 16 e 30 de junho, contendo recomendações estruturadas.

Na quinta etapa, buscou-se testar e validar as soluções propostas. As melhorias foram implementadas em ambiente de teste entre 1º e 15 de julho de 2025, e, posteriormente, entre 16 e 31 de julho, foi mensurado o tempo médio de resposta antes e depois da implementação, possibilitando avaliar o impacto das ações adotadas.

Por fim, a etapa final consistiu em elaborar recomendações e boas práticas. Entre 1º e 15 de agosto de 2025, foram compilados os resultados obtidos e organizado um relatório contendo sugestões de continuidade e aperfeiçoamento. No período de 16 a 31

de agosto, essas recomendações foram apresentadas à equipe de gestão, permitindo discutir sua aplicação prática e a manutenção das melhorias no processo de despacho e resposta às emergências.

Em resumo, o cronograma de atividades permitiu mapear o processo de comunicação, identificar falhas, propor melhorias e validar soluções que contribuem para a redução do tempo de resposta em emergências. As ações realizadas forneceram bases sólidas para aprimorar o fluxo de informações e fortalecer a segurança operacional no processo de despacho.

## 8 – RESULTADOS

### 8.1 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos revelam um panorama consistente quanto às fragilidades do processo de comunicação entre operadores e despachantes, evidenciando que a demora no tempo de resposta em emergências não é resultado de um único fator, mas de um conjunto de elementos interligados. A análise integrada das entrevistas, documentos e dados estatísticos confirmou que o ponto crítico está na incompletude das mensagens enviadas pelos operadores, o que exige retrabalho por parte dos despachantes e atrasa o acionamento das equipes de socorro. Esse achado vai ao encontro do que Seco et al. (2022) destacam sobre a necessidade de integração entre pessoas, tecnologia e procedimentos para garantir eficiência nas respostas a emergências.

O mapeamento do processo mostrou que, embora existam protocolos definidos, a prática cotidiana se distancia do procedimento formal, especialmente em turnos de maior demanda ou em áreas remotas da operação. Isso evidencia falhas tanto no treinamento quanto na padronização da comunicação, corroborando Guerra (2017), que afirma que a eficácia na resposta depende diretamente da rapidez na identificação e transmissão da informação inicial.

As análises estatísticas demonstraram que variáveis como experiência do operador e clareza da mensagem influenciam significativamente o tempo de resposta. Esse resultado reforça a importância da capacitação contínua e da adoção de sistemas que reduzam a subjetividade humana no envio das mensagens. A regressão validou o que já havia sido registrado qualitativamente: a qualidade da mensagem é um dos maiores determinantes da eficiência operacional.

A utilização das ferramentas da qualidade possibilitou uma interpretação aprofundada dos dados. O Brainstorming confirmou percepções práticas dos trabalhadores, enquanto a Matriz GUT e a QCAMSMA mostraram que os problemas mais graves também são os mais urgentes e recorrentes. A priorização realizada demonstrou alta coerência com o resultado Pareto, que apontou que três problemas concentravam a

maior parte das causas das falhas - evidenciando que intervenções direcionadas podem gerar impactos significativos.

O Ciclo PDCA, aplicado às soluções propostas, mostrou-se eficiente na estruturação das melhorias. O teste piloto comprovou que pequenas mudanças, como campos obrigatórios nas mensagens e centralização das informações do equipamento, já são capazes de reduzir consideravelmente o retrabalho do despachante. Isso reforça a relevância de metodologias iterativas e de melhoria contínua, conforme Ishikawa (1993) e Deming (1990).

Outro ponto relevante é que, durante as entrevistas, muitos operadores relataram que não sabiam exatamente quais informações eram essenciais em uma situação de emergência. Essa falta de clareza reforça a necessidade de padronização e demonstra a importância de investir em comunicação clara e treinamentos periódicos, alinhando-se ao que defendem Bomfim et al. (2024) sobre o papel da tecnologia e capacitação na redução de riscos.

A validação das propostas pela equipe técnica demonstra que as soluções apresentadas são viáveis e têm potencial para serem incorporadas de maneira permanente. A receptividade dos colaboradores indica também uma percepção positiva sobre a necessidade de modernização dos processos, o que contribui para fortalecer a cultura de segurança.

Assim, a discussão dos resultados evidencia que o problema inicialmente identificado — a demora na resposta do despachante — não é apenas operacional, mas sistêmico, envolvendo tecnologia, pessoas, fluxos de informação e gestão. A adoção das melhorias propostas representa um passo importante na direção de uma comunicação mais eficiente, padronizada e orientada à preservação da vida, alinhada à política da Vale de priorizar a segurança em todas as etapas da operação.

## 9 – CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou a compreensão ampla, sistemática e fundamentada dos fatores que impactam o tempo de resposta do despachante em situações de emergência nas operações da Vale S.A., com ênfase no Complexo Mariana. A partir do mapeamento detalhado do fluxo de comunicação e da análise integrada de dados estatísticos, entrevistas e documentos operacionais, foi possível identificar, com base empírica, as principais fragilidades que comprometiam a agilidade e a efetividade no atendimento às ocorrências emergenciais.

A aplicação combinada das ferramentas da qualidade — Brainstorming, Matriz GUT, Matriz QCAMSMA, Folha de Verificação e Gráfico de Pareto — associada às técnicas estatísticas, permitiu identificar que a incompletude das mensagens, a ausência de padronização no envio das informações e o retrabalho decorrente da necessidade de obtenção de dados complementares constituíam as causas mais relevantes para a demora no acionamento do socorro. A utilização do Ciclo PDCA demonstrou-se fundamental para estruturar as ações de melhoria de forma lógica e contínua, assegurando planejamento adequado, execução consistente, verificação dos resultados e ajustes necessários ao processo.

As soluções propostas e testadas apresentaram resultados positivos e mensuráveis, conforme evidenciado pelos dados obtidos no centro de despacho. Observou-se redução significativa no tempo médio de resposta, melhoria na clareza e completude das mensagens enviadas pelos operadores e maior facilidade de acesso às informações essenciais pelo despachante. Esses resultados contribuíram diretamente para o fortalecimento do processo de comunicação operacional, para o aumento da confiabilidade na tomada de decisão e para a elevação do nível de segurança dos trabalhadores, além de favorecer a proteção dos ativos da empresa.

Diante dos resultados alcançados, conclui-se que o estudo atingiu plenamente seus objetivos ao propor e validar um conjunto de melhorias práticas, fundamentadas em dados e metodologias consagradas da qualidade, capazes de aprimorar o fluxo de comunicação e elevar o padrão de resposta às emergências. Dessa forma, o trabalho demonstra contribuição prática e científica para a área operacional, ao integrar ferramentas da

qualidade, análises estatísticas e gestão por processos na resolução de um problema real e crítico do contexto industrial.

Por fim, o estudo indica a viabilidade da continuidade das melhorias propostas, estimulando o uso progressivo da padronização, da capacitação dos profissionais e da tecnologia como pilares para operações cada vez mais seguras, eficientes e alinhadas à cultura de preservação da vida e excelência operacional que orienta a Vale S.A.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço ao Prof. Cássio Antônio Mendes Lacerda pela dedicação, disponibilidade e atenção ao longo da orientação deste trabalho. Sua contribuição foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa.

Expresso também minha gratidão pelos anos de aulas ministradas, que foram essenciais para a construção do meu conhecimento acadêmico e para minha formação profissional.

## REFERÊNCIAS

SECO, A. R. M. *et al.* O desafio dos sistemas de gestão na preparação e resposta à emergência. Riquál, 2022. Disponível em: <[https://publicacoes.riquál.org/wp-content/uploads/2022/02/troia\\_xi\\_109\\_127.pdf](https://publicacoes.riquál.org/wp-content/uploads/2022/02/troia_xi_109_127.pdf)>. Acesso em: 19 maio. 2025.

GUZMÁN, A. V.; NEVES, J. T. C. *Manual de planejamento de emergências: como desenvolver e redigir um plano de emergências*. São Paulo: CN Editorial e Serviços, 2000. Disponível em: <<https://www.bibliotecadeseguranca.com.br/wp-content/uploads/2022/05/manual-de-planejamento-de-emergencias-como-desenvolver-e-redigir-um-plano-de-emergencias.pdf>>. Acesso em: 08 junho. 2026.

GUERRA, D. F. T. *Detecção e resposta em emergências com redes de sensores baseadas em FreeRTOS*. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia) — Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2017.

BOMFIM, A. P. *et al.* A aplicação de tecnologias emergentes na otimização de processos industriais: revisão bibliográfica. *Prospectus*, v. 6, n. 2, 2024. Disponível em: <<https://www.prospectus.fatecitapira.edu.br/index.php/pst/article/view/266>>. Acesso em: 19 agosto. 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *First aid guidelines*. Genebra: World Health Organization, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 45001:2018 — Sistemas de gestão da saúde e segurança ocupacional — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ISHIKAWA, K. *Controle da qualidade total: à maneira japonesa*. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

PALADINI, E. P. *Gestão da qualidade: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 9001:2015 — Sistemas de gestão da qualidade — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

DEMING, W. E. *Qualidade: a revolução da administração*. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

ALVES, A. Matriz GUT: gravidade, urgência e tendência — ferramenta de priorização aplicada à análise de problemas e ações de melhoria. 2017. Apud TRUCOLO, L. 2016. Universidade Federal de Pernambuco, Repositório Institucional.

SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A. *Research methods for business students*. 6. ed. Harlow: Pearson Education, 2012.