



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,
ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA



CAMILA APARECIDA DE ALMEIDA SILVA

ANÁLISE DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS EM UMA
EMPRESA DE MINERAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO

OURO PRETO - MG
2026

CAMILA APARECIDA DE ALMEIDA SILVA

**ANÁLISE DE UM PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS EM UMA
EMPRESA DE MINERAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Federal de Ouro
Preto como requisito parcial para a obtenção do
título de Engenheira de Produção.

Orientadora: Dra. Bruna F. P. Guedes Flaúsino

**OURO PRETO – MG
2026**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Camila Aparecida de Almeida Silva

Análise de um Plano de Gerenciamento de Riscos em uma empresa de mineração: um estudo de caso

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 03 de março de 2026

Membros da banca

[DSc.] - Bruna de Fátima Pedrosa Guedes Flausino - Orientador(a) (Universidade Federal de Ouro Preto)

[DSc.] - Magno Silvério Campos - (Universidade Federal de Ouro Preto)

[MSc.] - Cristiano Luís Turbino de Franca - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Bruna de Fátima Pedrosa Guedes Flausino, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 03/03/2026.



Documento assinado eletronicamente por **Magno Silverio Campos, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/03/2026, às 18:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristiano Luis Turbino de Franca e Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/03/2026, às 18:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruna de Fatima Pedrosa Guedes Flausino, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/03/2026, às 18:59, 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=Q, informando o código verificador **1068829** e o código CRC **841D46EB**.

RESUMO

A gestão de riscos tornou-se essencial para garantir a sustentabilidade e a continuidade das operações, especialmente na indústria de mineração, que enfrenta desafios complexos como riscos ambientais, estruturais e regulatórios. Logo, a adoção de um Plano de Gestão de Riscos (PGR) bem estruturado é fundamental para prevenir incidentes e fortalecer a resposta organizacional. Mais do que uma exigência normativa, o PGR se mostra uma ferramenta estratégica que integra segurança, sustentabilidade e governança. Este estudo busca analisar sua aplicação prática em empresas mineradoras, contribuindo com reflexões técnicas e operacionais para o setor. Diante do exposto, este estudo tem como objetivo geral analisar a implementação do Plano de Gerenciamento de Riscos Operacionais em uma mineradora, avaliando suas práticas de prevenção e controle de riscos operacionais. A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, com abordagem qualitativa e caráter descritivo-analítico. Dentre os resultados avaliados destacam-se o fortalecimento da governança corporativa de riscos, os avanços na disseminação da cultura organizacional voltada à redução das exposições a agentes de risco e de cenários classificados como críticos, bem como a diminuição de eventos de acidentes graves e a adoção de padrões internacionais para a gestão de barragens e rejeitos. Entretanto, verificou-se que parte significativa dessas melhorias ocorreu de forma reativa, impulsionada pela materialização de eventos críticos no setor minerário, evidenciando que, embora haja avanços relevantes, ainda existem oportunidades de aprimoramento para a consolidação de uma abordagem verdadeiramente preventiva e integrada à cultura organizacional.

PALAVRAS CHAVES: Riscos; Plano de Gestão de Riscos; Segurança operacional; Mineração; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Risk management has become essential to ensure the sustainability and continuity of operations, especially in the mining industry, which faces complex challenges such as environmental, structural, and regulatory risks. Therefore, the adoption of a well-structured Risk Management Plan (RMP) is fundamental to prevent incidents and strengthen organizational response. More than a regulatory requirement, the RMP represents a strategic tool that integrates safety, sustainability, and governance. This study aims to analyze its practical application in mining companies, contributing technical and operational reflections to the sector. In this context, the general objective of this study is to analyze the implementation of the Operational Risk Management Plan in a mining company, evaluating its operational risk prevention and control practices. This research is characterized as a case study with a qualitative approach and a descriptive-analytical nature. Among the evaluated results, the strengthening of corporate risk governance stands out, as well as advances in the dissemination of an organizational culture focused on reducing exposure to risk agents and scenarios classified as critical, in addition to the reduction of serious accident events and the adoption of international standards for tailings and dam management. However, it was observed that a significant portion of these improvements occurred in a reactive manner, driven by the occurrence of critical events in the mining sector, indicating that, despite relevant progress, opportunities for improvement still remain in consolidating a truly preventive approach integrated into the organizational culture.

KEYWORDS: Risk; Risk Management Plan; Operational Safety; Mining; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Níveis típicos de custo e pessoal ao longo da estrutura genérica do ciclo de vida de um projeto	11
Figura 2 - Impacto das variáveis com base no tempo decorrido do projeto	12
Figura 3 - Matriz de probabilidade e impacto do gerenciamento de riscos.....	14
Figura 4 - Matriz de Riscos	21
Figura 5 - Exemplo de um diagrama do tipo Bowtie	25
Figura 6 - Árvore de decisão para identificação de controles críticos.....	27

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	7
1.1	Objetivo geral	8
1.2	Objetivos específicos.....	8
1.3	Justificativa.....	8
2.	METODOLOGIA.....	9
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
3.1	O ciclo de vida na gestão de projetos minerais	10
3.2	Obstáculos enfrentados na execução do Plano de Gerenciamento de Riscos	13
3.2.1	O problema da incerteza	15
3.3	Principais componentes de um plano de gestão de riscos	16
4.	ESTUDO DE CASO	17
4.1	Plano de Gerenciamento de Riscos da empresa	18
4.1.1	Política Corporativa de Gestão de Riscos	19
4.2	A estrutura de gestão de riscos da empresa	21
4.3	Mapeamento de riscos operacionais.....	23
4.4	Equipe Responsável pelo Plano de Gerenciamento de Risco.....	23
4.5	A importância do Plano de Gerenciamento de Risco da mineradora	24
4.6	Aplicação do Plano de Gerenciamento de Riscos	24
4.6.1	Identificação de Riscos.....	24
4.6.2	Análise e tratamento	25
4.6.3	Controles.....	26
4.6.4	Testes de Controle	28
4.7	Sistema de Gestão de Risco.....	28
4.8	Comunicação e Monitoramento.....	29
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35

REFERÊNCIAS	38
-------------------	----

1. INTRODUÇÃO

No contexto empresarial contemporâneo, a gestão de riscos se tornou uma prática essencial para garantir a sustentabilidade e a continuidade das operações de diversas organizações. Essa necessidade é ainda mais evidente em setores de alta complexidade e exposição a variáveis críticas, como é o caso da indústria de mineração. Trata-se de um segmento caracterizado por operações extensas, ambientes de trabalho com alto potencial de periculosidade e constante interferência de fatores externos, como oscilações nos preços das commodities, alterações em normas ambientais e pressões socioeconômicas. Nesse cenário, uma abordagem estratégica, que reúne precaução e prevenção, proporcionada pela gestão de riscos, não apenas reduz a probabilidade de eventos adversos, mas também fortalece a capacidade de resposta das empresas frente a possíveis crises.

A atividade mineradora, por sua natureza, envolve uma série de desafios que vão desde questões socioambientais até preocupações com a integridade física dos trabalhadores. Além disso, inclui também a gestão de estruturas críticas, como as de rejeito, e a necessidade de manter conformidade com legislações cada vez mais rigorosas em âmbito nacional e internacional.

Nesse sentido, a adoção de um Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR) bem estruturado não é apenas recomendada, mas fundamental. Ele permite a identificação sistemática dos perigos, a avaliação precisa dos riscos e a implementação de controles eficazes que visam mitigar ou eliminar ameaças à operação.

Diante desse contexto, torna-se evidente que o PGR deve ser compreendido não apenas como uma exigência normativa, mas como uma ferramenta estratégica integrada à governança corporativa. Empresas que investem em um gerenciamento de riscos sólido conseguem alinhar segurança operacional com sustentabilidade, proteger sua imagem institucional e garantir maior longevidade às suas operações.

Assim, compreender como esse plano é construído, aplicado e monitorado dentro de uma empresa de mineração representa um passo importante para o aperfeiçoamento dos modelos de gestão no setor.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho consiste em uma análise a respeito da implementação do Plano de Gerenciamento de Riscos Operacionais em uma mineradora, avaliando suas práticas de prevenção e controle de riscos em suas unidades operacionais.

1.2 Objetivos específicos

A fim de alcançar o objetivo geral, são traçados os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar o ciclo de vida na gestão de projetos minerais;
- Analisar os principais componentes do Plano de Gerenciamento de Riscos;
- Avaliar a eficácia da implementação do PGR da mineração escolhida, em relação à mitigação dos riscos operacionais;
- Identificar os principais obstáculos enfrentados na execução do Plano de Gerenciamento de Riscos e
- Investigar os impactos da gestão de riscos operacionais na segurança, sustentabilidade e conformidade das atividades da mineradora.

1.3 Justificativa

Este estudo justifica-se pela crescente necessidade de fortalecer práticas de gerenciamento de riscos em empresas de mineração, setor que lida diariamente com atividades de alta complexidade, impactos ambientais relevantes e riscos operacionais críticos. A adoção de um Plano de Gerenciamento de Riscos estruturado, demonstra-se fundamental para assegurar a continuidade operacional, proteger a integridade dos trabalhadores e minimizar passivos socioambientais. Considerando a relevância econômica da mineração no Brasil e os precedentes de desastres ambientais, analisar a aplicação prática de um PGR oferece subsídios valiosos para aprimorar modelos de governança, promover a sustentabilidade e contribuir para a cultura de prevenção em ambientes industriais de risco elevado. Além disso, análises desse tipo oferecem oportunidades de reflexão sobre a temática, o que pode contribuir tanto para a academia quanto para profissionais da área.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, com abordagem qualitativa e caráter descritivo-analítico. O objeto central de investigação é o processo de implementação do Plano de Gerenciamento de Riscos Operacionais (PGR) na empresa, considerada uma das maiores mineradoras do mundo. A escolha pela empresa mineradora como unidade de análise se justifica pela complexidade de suas operações e pela existência de um sistema de governança em gestão de riscos, o que oferece um campo relevante para compreensão aprofundada sobre as práticas adotadas em ambientes industriais de alta criticidade.

A metodologia empregada neste trabalho baseou-se na análise documental e na pesquisa bibliográfica. A análise documental envolveu o estudo minucioso de materiais técnicos internos da empresa, incluindo normas corporativas, diretrizes operacionais, políticas de riscos e relatórios de desempenho.

Além da análise documental, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de embasar teoricamente os conceitos e práticas de gerenciamento de riscos. Foram utilizadas como principais referências o Guia PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), um guia internacional de referência elaborado pelo *Project Management Institute* (PMI), que reúne boas práticas de gestão de projetos e tem como objetivo padronizar os processos de planejamento, execução, monitoramento e encerramento de projetos. Sua aplicação é ampla, podendo ser utilizada em diferentes setores, inclusive na indústria extrativa mineral. Também foi utilizada a norma *ISO 31000:2018*, que trata da Gestão de Riscos, fornecendo, então, princípios, estrutura e diretrizes em qualquer tipo de organização, independentemente do setor ou porte, com o objetivo de auxiliar as organizações a identificar, avaliar, tratar e monitorar riscos de maneira sistemática, promovendo decisões mais seguras e a melhoria contínua de processos.

Adicionalmente, foram incluídas produções acadêmicas recentes e artigos científicos que abordam os desafios da gestão de riscos na mineração, as implicações sociais e ambientais das operações mineradoras e os marcos regulatórios relacionados à segurança operacional.

A coleta e a análise de dados foram organizadas em três etapas: (1) levantamento e sistematização do conteúdo dos documentos corporativos da mineradora, (2) revisão da literatura técnica e acadêmica para construção do referencial teórico e (3) cruzamento entre as práticas observadas na empresa e os fundamentos teóricos identificados. A análise

dos dados seguiu uma abordagem qualitativa, com ênfase na interpretação de informações e identificação de padrões que evidenciem a eficácia, as limitações e os impactos da gestão de riscos na empresa estudada.

Por se tratar de um estudo voltado à realidade de uma única organização, os resultados obtidos não têm caráter generalizável, mas podem oferecer subsídios relevantes para outras empresas do setor mineral, órgãos reguladores e pesquisadores interessados em boas práticas de gerenciamento de riscos operacionais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O ciclo de vida na gestão de projetos minerais

De acordo como guia internacional *Project Management Body of Knowledge* - PMBOK (PMI, 2013), o ciclo de vida de um projeto é composto por diversas fases, que se estendem desde o início até a sua conclusão. Cada uma dessas fases pode ser subdividida em objetivos funcionais ou parciais, conforme a natureza e as necessidades do projeto. Ao aplicar esse conceito à indústria extrativa mineral, observa-se que o ciclo de vida também é limitado por três elementos-chave: tempo, recursos financeiros e recursos humanos.

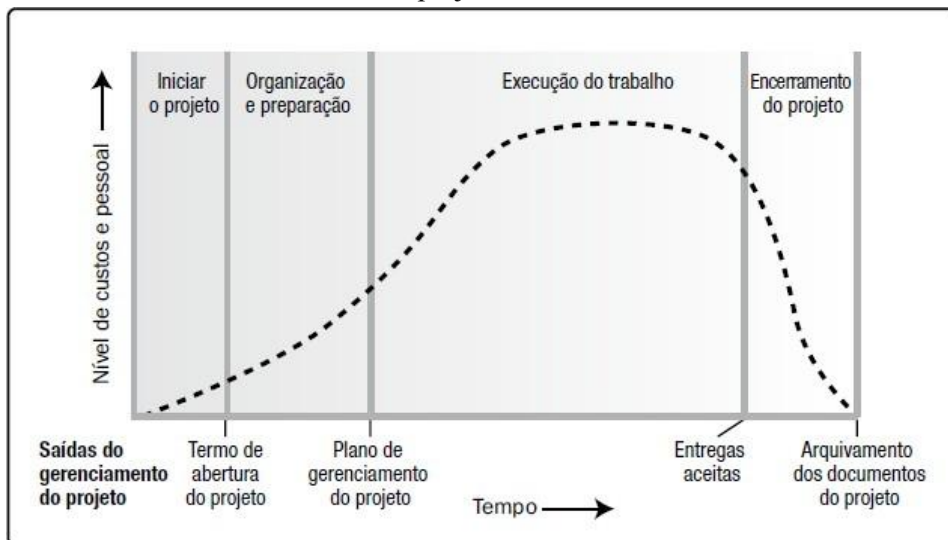
Por meio de metodologias robustas, as empresas podem otimizar esses recursos, adotando abordagens previsíveis ou adaptativas. No ciclo de vida previsível, os produtos e entregas são planejados desde o início do projeto, e as mudanças são cuidadosamente gerenciadas. Por outro lado, no ciclo de vida adaptativo, o desenvolvimento do produto ocorre por meio de interações amplas e múltiplas, que respondem às flutuações do mercado (PMI, 2013).

Na indústria da mineração, o ciclo de vida tende a ser mais previsível devido à natureza da atividade, que é intensiva em capital e produz commodities minerais de baixo valor agregado¹. É importante destacar que o ciclo de vida do projeto não está necessariamente vinculado ao ciclo de vida do produto resultante. Geralmente, o ciclo de vida de um projeto de mineração pode ser dividido em quatro estágios principais: início, organização e preparação, execução e encerramento. Esses estágios estão intrinsecamente

¹ O minério de ferro, embora tenha seu preço influenciado internacionalmente por estoques, demandas e custos de produção, é classificado como uma *commodity* de baixo valor agregado. Isso é devido ao fato de ser uma matéria-prima extraída em grande escala e com baixo grau de transformação.

ligados às restrições relacionadas a custos, recursos humanos e tempo, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Níveis típicos de custo e pessoal ao longo da estrutura genérica do ciclo de vida de um projeto



Fonte: PMI (2013, p. 39)

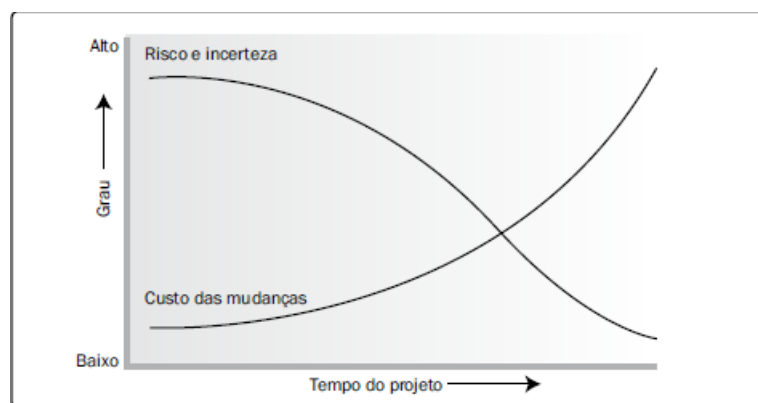
Sánchez (2001) inicia seu estudo ressaltando que as escolas de engenharia têm como foco o ensino do projeto, construção, instalação e criação de obras e objetos que atendam às necessidades humanas. Em outras palavras, as escolas de engenharia são os principais usuários dos métodos do ciclo de vida de projetos. É observado que algumas dessas obras e objetos podem se tornar elementos permanentes no ambiente, como minas antigas que se transformam em atrações turísticas, edifícios industriais que se convertem em centros culturais e até mesmo residências que são reutilizadas como hotéis ou bancos.

No entanto, Sánchez (2001) destaca que tais exemplos são exceções e não regras, pois a maioria dos objetos antigos é descartada, os edifícios são demolidos e as instalações são desmanteladas, resultando em resíduos. Isso ocorre devido à falta de consideração adequada no encerramento do ciclo de vida do projeto, que muitas vezes não prevê a perpetuação desses elementos no espaço e no tempo.

O ciclo de vida de um projeto consiste em uma série de fases que o projeto atravessa, desde sua concepção até sua conclusão. Cada projeto possui características próprias em termos de tamanho e complexidade, tornando essencial o mapeamento de todas as etapas do ciclo de vida. Cada uma dessas etapas possui relações que podem ser sequenciais ou sobrepostas. Os riscos e incertezas estão presentes em todas as fases de

qualquer projeto, e há uma relação direta entre o grau de impacto e o tempo de duração do projeto. As boas práticas de gestão de projetos consideram que os riscos e incertezas são reduzidos ao longo do tempo, enquanto os custos associados a possíveis mudanças aumentam, como ilustrado na Figura 2 (PMI, 2013).

Figura 2 - Impacto das variáveis com base no tempo decorrido do projeto



Fonte: PMI (2013, p. 40).

Contudo, os projetos na área mineral não seguem essa mesma tendência, uma vez que o grau de risco e incerteza não necessariamente diminui com o tempo. Pode-se argumentar que os riscos e incertezas financeiros são minimizados devido a um maior controle dos processos produtivos. No entanto, essa afirmação não se aplica quando consideramos a perspectiva da sociedade em risco. Dentro dessa perspectiva, existem várias estratégias que podem ampliar ou mitigar possíveis danos às populações e ao meio ambiente. Nesse contexto, entramos na complexidade da noção de estratégia, como discutido por Mintzberg *et al.* (2000). Segundo esses autores, a estratégia envolve tanto a organização quanto o ambiente, ou seja, a organização utiliza a estratégia para lidar com as mudanças no ambiente em que está inserida.

Assim, a natureza da estratégia é intrinsecamente complexa, pois não segue padrões definidos, sendo descrita como "não estruturada, não programada, não rotineira e não repetitiva" (Mintzberg et al., 2000, p. 21). Além disso, a estratégia influencia diretamente o bem-estar global da organização e da sociedade, abrangendo tanto aspectos de conteúdo quanto de processo. De fato, a estratégia não é exclusivamente deliberada, uma vez que "as estratégias pretendidas, emergentes e realizadas podem diferir entre si" (Mintzberg et al., 2000, p. 21).

Por fim, as estratégias operam em vários níveis e envolvem uma variedade de processos de pensamento. No entanto, as estratégias relacionadas à produção e às operações, bem como aos processos, são elementos-chave para compreender o ciclo de vida, mesmo diante dessa diversidade.

Nessa linha de pensamento, Slack, Chambers e Johnston (2013, p. 61) afirmam que "a estratégia de produção se refere ao padrão de decisões e ações estratégicas que definem o papel, os objetivos e as atividades de produção". Assim, há uma interação entre o processo, pois "qualquer atividade ou grupo de atividades que consome um ou mais insumos, transforma-os e fornece um ou mais resultados aos clientes", e as estratégias de produção (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2009, p. 2).

Seguindo essa abordagem, é importante compreender que, ao incorporar técnicas e estratégias adequadas, as empresas podem desenvolver processos que resultam em vantagem competitiva e comparativa no mercado. Portanto, "um processo pode ter seus próprios objetivos, envolver um fluxo de trabalho que transcende as fronteiras departamentais e exigir recursos de vários departamentos" (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2009, p. 2).

3.2 Obstáculos enfrentados na execução do Plano de Gerenciamento de Riscos

Indo além dos limites da empresa, ou seja, para fora dos portões, muitos dos processos que permeiam o ciclo de vida dos projetos se replicam dentro da sociedade de risco, promovendo objetivos questionáveis, envolvendo fluxos de trabalho exaustivos ou subempregos, e ultrapassando fronteiras que excedem a capacidade de suporte, resultando em desperdício e/ou esgotamento de recursos naturais, além de criação de passivos que acabam por gerar sofrimento social.

Sánchez (2001) enfatizou que o conceito de ciclo de vida já é conhecido há mais tempo por dois setores: a mineração e a disposição de resíduos sólidos. A mineração foi pioneira na discussão sobre a desativação de instalações. Isso ocorre porque, lidando com recursos limitados e causando um grande impacto social, ambiental e econômico, torna-se indispensável considerar todo o ciclo de vida da atividade, que vai além do término da exploração da jazida. Atualmente, percebe-se que esse tema está ganhando destaque globalmente, em função de pressões de governos e da sociedade civil para que tais empresas elaborem planos de fechamento de minas, com critérios de controle e monitoramento contínuos para os passivos ambientais porventura ocasionados.

Essas exigências se intensificam devido aos riscos inerentes às atividades minerais. Surge, então, a questão: como as empresas gerenciam esses riscos? Existem várias abordagens de gestão de riscos, mas por razões didáticas, este estudo continuará utilizando a proposta de gerenciamento de projetos. Segundo o PMBOK (PMI, 2013, p. 309), "o gerenciamento de riscos do projeto inclui os processos de planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas e controle de riscos de um projeto".

Os eventos relacionados a projetos devem ser compreendidos como ocorrências distintas em um futuro próximo que podem afetar o projeto de maneira positiva (oportunidade) ou negativa (ameaça). Portanto, o objetivo principal é aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos que representam riscos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos que representam riscos negativos, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Matriz de probabilidade e impacto do gerenciamento de riscos

Matriz de probabilidade e impacto										
Probabilidade	Ameaças					Oportunidades				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05/ Muito baixo	0,10/ Baixo	0,20/ Moderado	0,40/ Alto	0,80/ Muito alto	0,80/ Muito alto	0,40/ Alto	0,20/ Moderado	0,10/ Baixo	0,05/ Muito baixo

Impacto (escala numérica) em um objetivo (por exemplo, custo, tempo, escopo ou qualidade)
Cada risco é avaliado de acordo com a sua probabilidade de ocorrência e o impacto em um objetivo se ele realmente ocorrer. Os limites de tolerância da organização para riscos baixos, moderados ou altos são mostrados na matriz e determinam se o risco é alto, moderado ou baixo para aquele objetivo.

Fonte: PMI (2013, p. 331).

Essa observação evidencia uma desconexão nos processos decisórios, pois dependendo do sistema de ações adotado, o valor da ameaça tende a ser desconsiderado em prol do progresso. Ou seja, há que se “correr o risco” para obter mais lucro. No entanto, mesmo que a probabilidade de alguns riscos seja muito baixa, se a ameaça for significativamente alta, o projeto deve ser descartado. Não faz sentido, mesmo com a tecnologia mais avançada em termos de segurança, a sociedade aceitar projetos que representem uma ameaça substancial ao bem-estar social e ao meio ambiente. Há que se considerar, ainda, que a tomada de decisão nunca é completamente racional, independentemente da qualidade do método ou ferramenta utilizada, porque, ao

considerarmos a sociedade de risco, há diversas tensões entre os agentes envolvidos, muitas vezes refletindo relações de poder desiguais. Dentro do contexto apresentado, fica evidente que os impactados pelo projeto são frequentemente negligenciados, ignorando completamente diversas comunidades e indivíduos.

De fato, a estrutura do PMBOK (PMI, 2013), considera todas as etapas e estágios do projeto, fornecendo as principais entradas, ferramentas, técnicas e saídas, a fim de minimizar essas questões. É importante considerar os diversos tipos de riscos que podem afetar um projeto, como os riscos econômicos, ambientais, contratuais, políticos, operacionais, patrimoniais, sociais e gerenciais, para os quais existem ferramentas e técnicas amplamente reconhecidas e utilizadas.

3.2.1 O problema da incerteza

Quando estuda-se a temática do risco, certamente, haverá a questão da incerteza. Isso leva, muitas vezes, à confusão entre os dois termos, que acabam sendo confundidos como se eles tivessem o mesmo significado. Na verdade, a incerteza refere-se à inexistência de informação necessária para atribuir probabilidades para os resultados, o que dificulta a definição do problema e a identificação de soluções alternativas. Fato é que a incerteza está presente em todos os problemas ambientais, mas nem sempre se lida com ela de forma explícita. No entanto, a incerteza de conhecimentos não deveria ser usada como desculpa e, sim, incitar a mais prudência.

Para lidar com o problema uma boa resolução é amparar-se no Princípio da Precaução, que tem origem no direito alemão (década de 1970) e foi considerado dentro dos 27 princípios da Declaração do Rio, fruto da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992:

“Princípio 15: Com o fim de proteger o meio ambiente, os Estados deverão aplicar amplamente o critério de precaução conforme suas capacidades. Quando houver perigo de dano grave ou irreversível, a falta de certeza científica absoluta não deverá ser utilizada como razão para adiar a adoção de medidas eficazes em função dos custos para impedir a degradação do meio ambiente.”

Esse princípio aconselha um posicionamento em situações onde há adoção de medidas, embora não haja provas, mas sim suspeita de efeitos riscosos.

Dessa forma, o Princípio da Precaução destaca a importância da informação confiável e compartilhada, com participação das partes interessadas na tomada de decisão, especialmente quando há casos complexos, da ignorância sobre os assuntos e da necessidade de uma aprendizagem coletiva.

Ao contrário do que se pensa, não significa que para implementar o Princípio da Precaução seja necessário travar as atividades humanas, nem tampouco que a precaução impede tudo ou vê catástrofes em tudo. As medidas de precaução devem responder a um problema identificado, buscando empregar técnicas que tem como principal objetivo a garantia da qualidade de vida da população, bem como da continuidade das condições essenciais à toda vida existente no planeta.

3.3 Principais componentes de um plano de gestão de riscos

O gerenciamento de riscos é uma questão de extrema importância para o sucesso de projetos, pois permite identificar, avaliar e tratar incertezas que podem afetar os objetivos do empreendimento. Esse processo é estruturado em seis etapas principais, conforme recomendado pelo PMBOK (PMI, 2013):

- 1) Planejamento da gerência de risco: No qual busca norteadores para tomadas de decisões e como serão planejadas as atividades do gerenciamento de risco do projeto;
- 2) Identificação dos riscos: Nesta fase, busca-se identificar todos os riscos, sejam eles positivos ou negativos, que possam afetar o projeto. É realizado um detalhamento dos riscos, incluindo suas causas e consequências potenciais. Essa etapa é crucial para garantir que nenhum risco relevante seja negligenciado.
- 3) Análise qualitativa dos riscos: Na análise qualitativa dos riscos, os riscos identificados são categorizados e avaliados em termos de sua probabilidade de ocorrência e impacto potencial. Isso permite priorizar os riscos de acordo com sua gravidade, auxiliando na elaboração de estratégias de resposta apropriadas. Geralmente, os riscos são classificados em categorias, variando de muito alto a muito baixo, facilitando a compreensão de sua importância relativa para o projeto.
- 4) Análise quantitativa dos riscos: Nesta fase, realiza-se uma análise mais aprofundada dos riscos, investigando suas probabilidades e impactos em termos monetários. Isso é feito utilizando métodos estatísticos e modelos financeiros para quantificar os riscos de forma mais precisa. A análise quantitativa dos riscos fornece informações valiosas para a tomada de decisões, especialmente em projetos onde os aspectos financeiros são críticos.
- 5) Planejamento de respostas aos riscos: Durante o planejamento de respostas aos riscos, são definidas as estratégias e ações que a organização tomará para lidar com cada evento de risco identificado. Isso inclui determinar se os riscos serão evitados, mitigados, transferidos ou aceitos, e também avaliar os custos associados a cada resposta. Este estágio é crucial para garantir que o projeto seja viável financeiramente e esteja preparado para lidar eficazmente com os riscos.

- 6) Controle dos riscos: Por fim, no controle dos riscos, é realizado o acompanhamento e monitoramento contínuo das atividades planejadas de gerenciamento de riscos. Isso permite avaliar se as medidas de resposta aos riscos estão sendo implementadas conforme planejado e se estão sendo eficazes na redução do impacto dos riscos no projeto. Qualquer desvio ou mudança nas condições do projeto é identificado e tratado de acordo, garantindo que o projeto permaneça no caminho certo em relação aos seus objetivos.

Segundo o referido guia, existem quatro estratégias principais para lidar com os riscos negativos: prevenção, transferência, mitigação e aceitação. Na prevenção de riscos, a equipe do projeto busca eliminar a ameaça ou proteger o projeto contra um determinado impacto. O objetivo é eliminar completamente a ocorrência do evento de risco, garantindo a continuidade do projeto sem contratempos. Em casos extremos, a estratégia de prevenção pode envolver a suspensão total do projeto.

Além disso, é fundamental reconhecer a importância da sustentabilidade ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. Isso envolve a adoção de práticas responsáveis de extração mineral, o respeito às comunidades locais e povos indígenas, e a minimização do impacto ambiental.

Portanto, a gestão de projetos minerais requer uma abordagem integrada e multidisciplinar, que leve em consideração não apenas os objetivos comerciais, mas também os aspectos sociais, ambientais e éticos. Somente assim pode-se garantir que esses projetos contribuam de forma positiva para o desenvolvimento sustentável das regiões onde são implantados, respeitando os princípios de responsabilidade e equidade.

A fim de ilustrar quais seriam os impactos da gestão de riscos operacionais na segurança, sustentabilidade e conformidade das atividades da mineradora, o presente trabalho faz essa abordagem no próximo capítulo por meio de um estudo de caso.

4. ESTUDO DE CASO

O setor de mineração enfrenta uma série de desafios relacionados à segurança, meio ambiente, comunidades locais e volatilidade dos mercados. Não obstante, esses desafios estão presente em uma das maiores empresas de mineração do mundo, conhecida por sua operação global diversificada, principalmente no setor de mineração de ferro.

A companhia exerce papel relevante no cenário mineral brasileiro e internacional, destacando-se entre as principais empresas do país em volume de produção e exportação de minério de ferro. Em 2025, a empresa apresentou receita líquida anual de US\$ 38,4

bilhões, equivalente a mais de R\$ 200 bilhões, evidenciando a magnitude de suas operações e sua posição de destaque no mercado global de mineração (Investidor, 2026).

Como qualquer empresa desse porte, a mineradora está inserida em uma série de riscos operacionais, financeiros, ambientais e sociais. Para lidar com esses riscos de forma proativa, a empresa desenvolveu, nos últimos anos, um abrangente Plano de Gerenciamento de Riscos.

Com operações em várias regiões do mundo, incluindo Brasil, Canadá, Austrália e Moçambique, sua atividade principal envolve a extração, produção e transporte de minério de ferro, além de outros minerais e metais. No passado, enfrentou desafios significativos, incluindo desastres ambientais, questões de segurança no local de trabalho e flutuações nos preços das commodities.

Este estudo de caso investiga a implementação e os resultados do seu Plano de Gerenciamento de Riscos, destacando suas práticas de sustentabilidade e responsabilidade corporativa, focado em riscos operacionais de uma mina de minério de ferro.

4.1 Plano de Gerenciamento de Riscos da empresa

Em seu endereço eletrônico, a empresa disponibiliza um histórico de evolução significativa em sua gestão de riscos. Em seus estágios iniciais, ela mantinha procedimentos voltados à identificação e controle de riscos operacionais, ambientais e de segurança, como descrito em instruções internas datadas de 2008. Contudo, esses processos eram mais fragmentados e com menor integração entre os diferentes tipos de risco, o que se mostrou insuficiente diante de eventos críticos, como a ocorrência de graves acidentes relacionados a barragens de rejeitos, que expuseram fragilidades na governança, na cultura de prevenção e nos mecanismos de monitoramento da organização.

A partir desses acontecimentos, recentemente, a empresa promoveu uma reestruturação em seu sistema de gerenciamento de riscos. Conforme mencionado em seu relatório “Formulário 20-F”, documento regulamentar exigido pela *Securities and Exchange Commission* (SEC) dos Estados Unidos para empresas estrangeiras com ações negociadas em bolsas americanas, em 2022, foi publicada a versão atual do Plano de Gerenciamento de Riscos, emitida pela Vice-Presidência Executiva de Finanças e Relações com Investidores, composto por um conjunto integrado de normas,

procedimentos, políticas e ferramentas que, somadas, estruturam o processo de gestão de riscos na organização. O Plano abrange riscos estratégicos, operacionais, geotécnicos, ambientais, financeiros, de *compliance* e de segurança da informação.

A gestão foi fortalecida com a criação de comitês específicos e a adoção de metodologias padronizadas, além da implantação de um sistema corporativo único para o registro e acompanhamento dos riscos. Também foram ampliadas as ações de capacitação e conscientização dos colaboradores, buscando consolidar uma cultura organizacional voltada à prevenção e à melhoria contínua. Tal transformação representou uma mudança de paradigma na gestão de riscos, que passou de uma abordagem reativa e fragmentada para um modelo mais estratégico, estruturado, preventivo e alinhado às práticas internacionais.

O Plano estabelece todos os princípios, responsabilidades e processos padronizados de identificação, análise, tratamento, monitoramento e reporte de riscos. Entre os principais documentos que o compõem, destacam-se a Política Corporativa de Gestão de Riscos e a Norma de Gestão de Riscos. A primeira estabelece as diretrizes gerais, princípios e responsabilidades para o gerenciamento estruturado de riscos em todas as áreas da mineradora, enquanto a segunda consolida os procedimentos e orientações práticas para a implementação efetiva desse processo em toda a organização.

4.1.1 Política Corporativa de Gestão de Riscos

A Política Corporativa de Gestão de Riscos define as diretrizes para o gerenciamento de riscos na empresa, com o objetivo de prevenir e mitigar impactos sobre pessoas, comunidades, meio ambiente, continuidade operacional e reputação. O documento informa refletir o valor essencial da empresa: “A Vida em Primeiro Lugar”, e consolida uma cultura voltada à antecipação, avaliação e tratamento de riscos, reforçando a tomada de decisões baseadas em informações consistentes e alinhadas à estratégia corporativa.

A política adota como referência as principais normas internacionais de gestão de riscos, entre elas a *ISO 31000* (Gestão de Riscos – Diretrizes), a *ISO 55000* (Gestão de Ativos) e o *COSO-ERM* (*Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission – Enterprise Risk Management*), além do *RBPS – Risk Based Process Safety*, voltado à segurança de processos. Esses referenciais fornecem uma base conceitual e

metodológica para um sistema de gestão robusto, transparente e aderente às melhores práticas globais.

A Política Corporativa de Gestão de Riscos também prevê o uso da metodologia “Declaração de Appetite a Riscos” - instrumento que define o nível de risco que a organização está disposta a aceitar na busca de seus objetivos estratégicos. Essa declaração orienta a alocação de recursos, a priorização de ações de mitigação e a tomada de decisões corporativas, permitindo equilibrar oportunidades e ameaças de acordo com o perfil de exposição desejado pela empresa.

Além disso, o sistema de gerenciamento de riscos da empresa utiliza uma taxonomia própria, descrita em documento normativo complementar, que serve para padronizar a classificação e o monitoramento dos riscos no Mapa Integrado de Riscos.

Para supervisionar e controlar sua gestão de riscos, a empresa estabeleceu o Conselho de Administração, que assumiu a responsabilidade de monitorar periodicamente os riscos e os respectivos mecanismos de controle, assegurando uma atuação sistemática voltada à prevenção e mitigação de possíveis impactos. Esse conselho é apoiado pelo Comitê de Assessoramento de Auditoria e Riscos, responsável por avaliar e acompanhar a eficácia e a suficiência do sistema de gerenciamento de riscos. Dessa forma, ambos supervisionam a aplicação da política, aprovando o Mapa Integrado de Riscos, a Estratégia de Resposta a Riscos e a Declaração de Appetite a Riscos, além de acompanhar periodicamente os resultados e propor revisões quando necessário. A proposta da empresa é revisar sua política, no mínimo, a cada cinco anos.

4.1.2 Norma de Gestão de Riscos

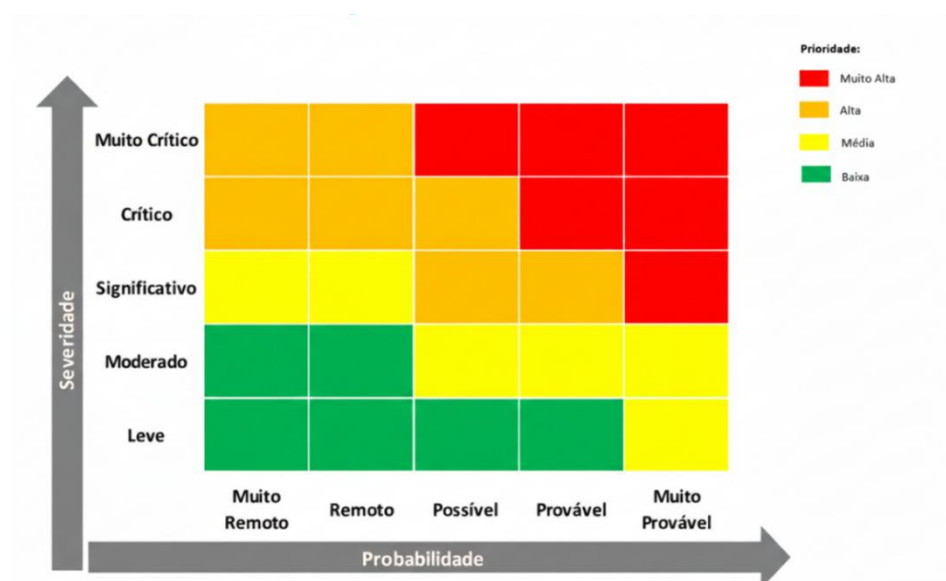
Outro documento que compõe o arcabouço institucional da gestão de riscos é a Norma de Gestão de Riscos, que tem como objetivo complementar a Política de Gestão de Riscos ao definir, de forma detalhada, a metodologia, as etapas e as responsabilidades no processo de gestão e prevenção de riscos potenciais em todas as áreas da empresa. Nesse sentido, a empresa pode garantir a aplicação padronizada das diretrizes corporativas, assegurando que todos os riscos relevantes, operacionais, estratégicos, ambientais, financeiros, geotécnicos e de integridade, sejam identificados, avaliados e tratados de maneira consistente. A norma estabelece a estrutura de gerenciamento de riscos da empresa, define critérios padronizados de classificação, como as réguas de severidade e probabilidade, a matriz de riscos e o mapa integrado de riscos, instrumentos

que permitem avaliar a criticidade e priorizar ações de tratamento conforme o apetite a risco da organização.

Além disso, a norma incorpora conceitos *do International Council on Mining and Metals* (ICMM, 2015), Conselho Internacional de Mineração e Metais, que orienta boas práticas globais de sustentabilidade e segurança no setor mineral. Essa referência é utilizada especialmente na definição de controles críticos, considerados essenciais para prevenir ou mitigar as consequências de eventos com alto potencial de impacto. A norma também prevê que a avaliação de riscos pode ocorrer de forma qualitativa ou quantitativa, considerando tanto a frequência ou probabilidade de ocorrência dos eventos quanto a gravidade dos seus impactos.

Para a presente análise, utiliza-se uma matriz de riscos que classifica os eventos em quatro níveis de prioridade: Muito Alta, Alta, Média e Baixa, conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Matriz de Riscos



Fonte: Adaptado de ABNT NR-01 (2020)

4.2 A estrutura de gestão de riscos da empresa

Conforme mencionado em seu Formulário 20-F, no âmbito do Comitê Executivo, passaram a existir cinco Comitês Executivos de Risco que auxiliam na administração dos riscos em suas áreas específicas de atuação, são eles:

- 1) Comitê de riscos geotécnicos;
- 2) Comitê de riscos estratégicos, financeiros e cibernéticos;
- 3) Comitê de riscos de conformidade, relações institucionais e de comunicação;
- 4) Comitê de riscos de sustentabilidade;
- 5) Comitê de riscos operacionais.

Os comitês, segundo a empresa explica no relatório, são de atuação preventiva e têm como missão:

- i) Promover a cultura de gestão de risco;
- ii) Apoiar o Comitê Executivo no acompanhamento dos riscos das categorias do Mapa Integrado de Risco;
- iii) Recomendar revisões nos princípios e instrumentos de gestão de riscos, visando a melhoria contínua do processo;
- iv) Avaliar e sugerir, quando necessário, alterações na estratégia de gestão de riscos para posterior aprovação do Comitê Executivo da empresa.

O fluxo integrado dessa governança, segundo a empresa esclarece, é baseado no conceito de Linhas de Defesa, que busca otimizar o fluxo de comunicação para a tomada de decisão e reforçar o alinhamento entre a estratégia, desempenho e a gestão dos riscos. A empresa possui três Linhas de Defesas, sendo elas:

- 1ª Linha de Defesa: gerencia diretamente os riscos, identificando, avaliando, tratando, prevenindo e monitorando-os de forma integrada.
- 2ª Linha de Defesa: desenvolve e auxilia na implementação das políticas, metodologias e ferramentas para o gerenciamento, bem como na promoção da comunicação integrada e disseminação da cultura de gestão de riscos da companhia.
- 3ª Linha de Defesa: são áreas com total independência da administração, isto é, auditoria interna e o canal de denúncias. São responsáveis por desenvolver e executar as verificações necessárias para assegurar a eficácia da presente Política, e dos controles envolvidos no processo de gestão de riscos, por incorporar a Matriz de Riscos na elaboração do Plano Anual de Auditoria e por trazer ao Comitê Executivo e ao Comitê de Auditoria suas considerações sobre Temas de Risco Prioritários ou Emergentes, tendo em vista o resultado dos seus trabalhos de auditoria.

4.3 Mapeamento de riscos operacionais

Para o mapeamento dos riscos operacionais, a empresa aplica o processo de Identificação de Perigos e Análise de Riscos (HIRA). Trata-se de uma metodologia amplamente utilizada na gestão de riscos ocupacionais e operacionais, especialmente em indústrias de alta complexidade, como a mineração. Seu objetivo é identificar perigos, avaliar os riscos associados a cada atividade e propor medidas de controle para prevenir incidentes e reduzir impactos à segurança, à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente. A aplicação do HIRA permite uma abordagem sistemática e proativa, contribuindo para o fortalecimento da cultura de segurança e para a melhoria contínua dos processos organizacionais.

4.4 Equipe Responsável pelo Plano de Gerenciamento de Risco

A seguir, são descritas as funções específicas dos membros-chave, ou pontos focais, que é o nome designado à equipe encarregada de desenvolver e executar o plano de gerenciamento integrado de risco operacional de cada área específica.

O diretor da equipe de Gerenciamento de Riscos não apenas assume a liderança estratégica, como também supervisiona o desenvolvimento e a implementação do plano de gerenciamento de riscos. Sua *expertise* abrange uma compreensão abrangente das tendências do setor, regulamentações governamentais e práticas recomendadas em gestão de riscos. Com essa visão ampla, ele define as diretrizes gerais do plano, alinhando-o com os objetivos corporativos e garantindo sua integração em todas as áreas de negócio da empresa.

Os gerentes de Riscos Operacionais desempenham um papel fundamental na identificação e mitigação de riscos relacionados às suas operações diárias da empresa. São responsáveis pela análise detalhada dos processos de produção, identificação de pontos vulneráveis e implementação de medidas de controle para reduzir a probabilidade de ocorrência de eventos adversos. Para isso, contam com uma *expertise* sólida em segurança industrial, normas de qualidade e procedimentos de emergência. A capacidade de antecipar e responder a potenciais ameaças é crucial para garantir a continuidade das operações com segurança e eficiência.

Já os gerentes de Riscos Ambientais concentram seus esforços na identificação e gestão dos riscos relacionados ao meio ambiente. Sua *expertise* inclui um profundo conhecimento das regulamentações ambientais, avaliação de impacto ambiental e

técnicas de remediação. Eles trabalham em estreita colaboração com as equipes de operações para garantir a conformidade com as normas ambientais, minimizar os impactos negativos das atividades da empresa no meio ambiente e promover práticas sustentáveis. A habilidade em avaliar os riscos ambientais e desenvolver estratégias de mitigação é essencial para garantir a responsabilidade ambiental da organização e manter sua licença social para operar.

4.5 A importância do Plano de Gerenciamento de Risco da mineradora

É crucial destacar que, a mineradora, pelo seu porte e atuação em um setor intrinsecamente associado a riscos significativos, envolve atividades que podem resultar em acidentes graves, impactos ambientais adversos e implicações socioeconômicas consideráveis. Diante desse contexto, o Plano de Gerenciamento Integrado de Risco se mostra como uma ferramenta imprescindível para antecipar, prevenir e mitigar tais riscos.

Além da proteção de vidas humanas, o Plano visa salvaguardar o meio ambiente, promovendo práticas sustentáveis e minimizando os impactos negativos das atividades mineradoras.

A conformidade com regulamentações é outro aspecto crucial do Plano. A empresa está sujeita a uma série de normas e leis, tanto nacionais quanto internacionais, relacionadas à segurança, meio ambiente e saúde ocupacional.

Neste sentido, o Plano de Gerenciamento de Risco não é apenas uma ferramenta de conformidade ou de mitigação de riscos imediatos, mas também um instrumento de inovação e melhoria contínua. Em suma, o Plano de Gerenciamento de Risco da mineradora é um elemento essencial da estratégia de negócios da empresa.

4.6 Aplicação do Plano de Gerenciamento de Riscos

A aplicação do plano da mineradora ocorre por meio de um processo abrangente e contínuo, envolvendo várias etapas dentro da organização. São elas:

4.6.1 Identificação de Riscos

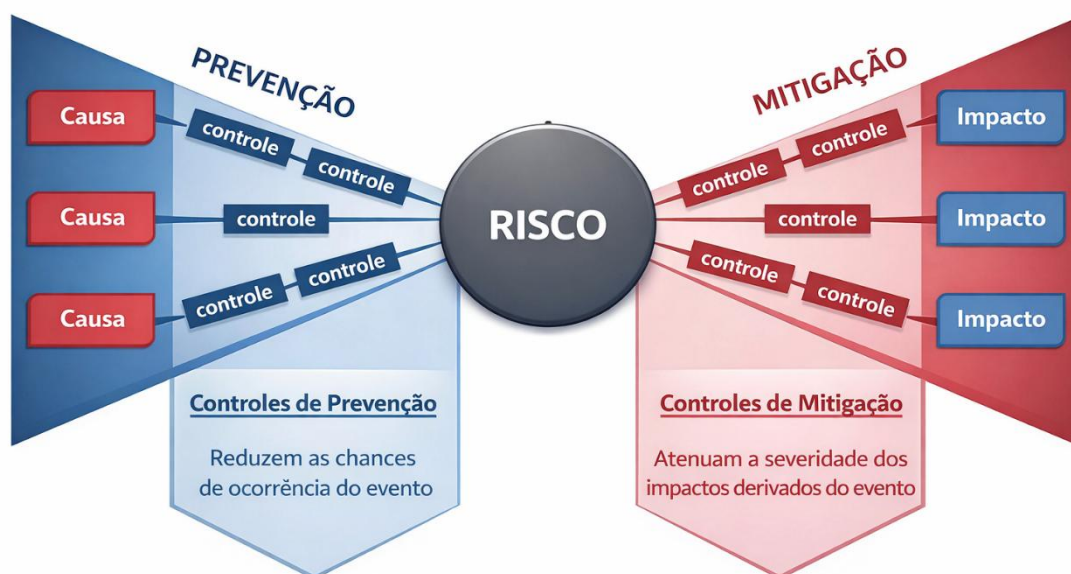
Na etapa de identificação, a empresa realiza o mapeamento dos riscos operacionais que possam vir a impactar seus negócios e objetivos, independentemente de suas fontes estarem ou não sob seu controle.

Nessa etapa, a empresa considera fontes internas, através da consulta a especialistas internos inseridos na rotina operacional, mapeamento de um determinado processo a fim de identificar os riscos relacionados, operações similares e a sua aplicabilidade nas diferentes geografias nas quais a empresa opera, análise de dados históricos, fontes externas, como por exemplo benchmarks com outras empresas e relatórios de seguradoras, instituições sem fins lucrativos e/ou de representatividade sociopolítica/estratégica, análise do mapa de risco e da descrição dos temas de risco, novas exigências legais, regulatórias e de mercado. Após a etapa de identificação, o risco deve ser analisado e devidamente registrado na ferramenta de gestão mais apropriada.

4.6.2 Análise e tratamento

Uma vez identificados, os riscos são avaliados quanto à sua probabilidade de ocorrência e ao impacto que podem ter sobre as operações, o meio ambiente, os colaboradores e as comunidades locais. Essa avaliação é realizada com base em critérios específicos definidos por diretrizes da empresa, levando em consideração fatores como severidade, frequência, vulnerabilidade e exposição. Para avaliação do risco utiliza-se a ferramenta “*Bowtie*”, um diagrama que auxilia na identificação das causas, impactos e controles de prevenção e mitigação, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Exemplo de um diagrama do tipo *Bowtie*



Fonte: Adaptado de Arruda Consult (2020)

De acordo com a Figura 5, as causas são as circunstâncias, condições ou atividades que contribuem para a ocorrência de um risco. Elas podem ser analisadas isoladamente ou em conjunto com outras, sendo também denominadas fatores de risco ou causas raiz. Após a identificação de um risco, é fundamental determinar quais causas estão associadas à sua possível materialização, considerando que uma mesma causa pode estar relacionada a diferentes riscos. Já os impactos, referem-se aos efeitos ou consequências resultantes da materialização de um risco, podendo ser de natureza tangível ou intangível.

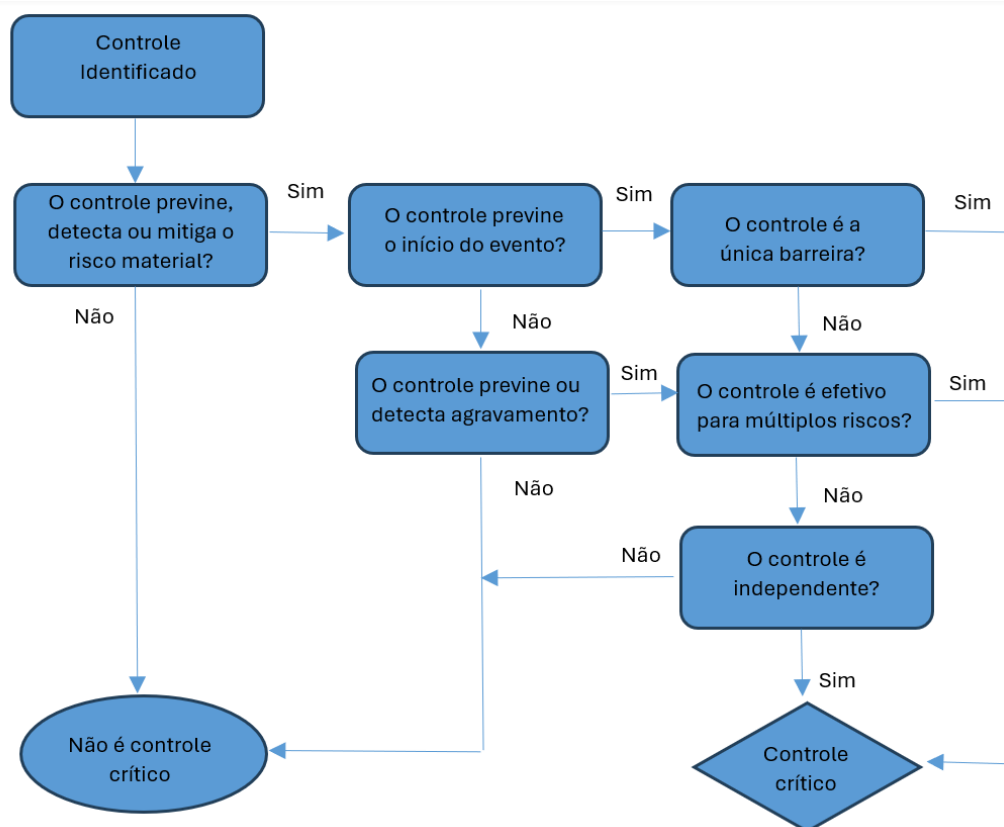
4.6.3 Controles

Trata-se de qualquer processo, dispositivo, prática ou ação que reduza positivamente o risco, sendo implementado de forma periódica e formalizada. A avaliação do controle deve considerar sua estrutura (eficácia) e seu funcionamento (eficiência), podendo ser:

- Controles de prevenção: atuam sobre as causas do evento, reduzindo a probabilidade de ocorrência do risco;
- Controles de mitigação: reduzem a severidade dos impactos que poderiam advir da ocorrência do evento.

Após a identificação dos controles relacionados a um risco, se faz necessário a identificação de quais são considerados “Controles Críticos”, ou seja, controles fundamentais para prevenir ou mitigar as consequências de um evento. A ausência ou a falha de um controle crítico aumenta significativamente o risco, apesar da existência de outros controles. Além disso, um controle que evita mais de um evento indesejado ou mitiga mais de uma consequência é geralmente classificado como crítico. Segundo o programa da empresa, é necessário a identificação e registro de pelo menos um controle crítico preventivo ou mitigatório para riscos classificados com nível de prioridade Muito Alto e Alto, sendo recomendável também para os riscos Médios e Baixos. Para essa análise, é apresentado, na Figura 6, o modelo da árvore de decisão para apoiar na identificação e decisão dos controles críticos.

Figura 6 - Árvore de decisão para identificação de controles críticos



Fonte: Elaborado pela autora (2026)

No momento da elaboração dos controles o Plano da empresa orienta levar em consideração a hierarquia das medidas de controle de riscos, baseada na ISO 45001:2018, Sistema de Gestão de Saúde e Segurança, que contempla uma hierarquia para implementação de controles eficazes, caracterizada por controles de maior efetividade em ordem decrescente:

- i) Eliminação – remover completamente o risco ou agente causador.
- ii) Substituição – trocar o agente ou processo por outro menos perigoso.
- iii) Controles de engenharia – medidas físicas que isolam o risco da pessoa.
- iv) Controles administrativos – mudanças nos procedimentos ou métodos de trabalho.
- v) EPI (Equipamento de Proteção Individual) – último recurso, quando os outros controles não são suficientes.

O ideal e o mais efetivo controle é aquele que busca a eliminação de qualquer probabilidade de ocorrência, contudo ele também é o de maior dificuldade de implementação.

4.6.4 Testes de Controle

O teste de controle é o procedimento utilizado pela empresa para avaliar a efetividade operacional dos controles na prevenção ou correção de distorções relevantes, que deve ser realizado e atualizado no sistema de gestão de risco, na frequência descrita no procedimento, e deve ter as evidências da realização do teste registradas. A frequência de execução do controle é a regularidade com a qual aquele controle é executado, e a frequência do reporte determina a regularidade com a qual o teste de controle deve ser registrado no Sistema de Gerenciamento de Riscos. O controle deve ser avaliado quanto ao seu desenho/estrutura geral (eficácia) e funcionamento (eficiência), onde existem 02 (dois) status de controle que são atribuídos:

- Funciona: todos os elementos do controle funcionam conforme o desenho / estrutura geral proposta;
- Não Funciona: o controle não funciona conforme esperado ou apresenta falhas, havendo a necessidade de elaboração de plano de ação.

Após a inclusão, para o teste de controle categorizado como Não Funciona, é necessário mapear uma ação que retome a funcionalidade do mesmo.

4.7 Sistema de Gestão de Risco

O sistema de gestão de risco adotado pela empresa é o *BWise*. Trata-se de um sistema de Governança, Risco e Compliance (GRC) desenvolvido para auxiliar organizações na gestão eficiente de riscos operacionais, financeiros e regulatórios. Sua implementação visa garantir que as empresas atendam às exigências de conformidade impostas por normas e regulamentações, como a ISO 31000:2018, SOX (*Sarbanes-Oxley Act*), também conhecida como *Sarbox*, que é uma lei federal dos Estados Unidos promulgada em 2002 em resposta a grandes escândalos de fraudes contábeis e corporativas, o GDPR, Regulamento Geral de Proteção de Dados, e outras legislações específicas do setor.

A plataforma *BWise* oferece um conjunto abrangente de funcionalidades que permitem a identificação, análise, monitoramento e mitigação de riscos, além de proporcionar maior controle sobre processos internos. Dentre seus principais recursos, destacam-se:

- Gestão de Riscos – Identificação e avaliação de riscos em diversos níveis da organização, permitindo a aplicação de medidas preventivas e corretivas;
- Conformidade Regulatória – Monitoramento contínuo do cumprimento de normas e regulamentações, reduzindo riscos legais e financeiros;
- Auditorias Internas e Externas – Planejamento, execução e acompanhamento de auditorias, garantindo transparência, rastreabilidade e confiabilidade das informações;
- Gestão de Incidentes – Registro, análise e resolução de eventos de risco que possam impactar a organização;
- Monitoramento e Relatórios Gerenciais – Criação de *dashboards* e relatórios estratégicos que fornecem uma visão global dos riscos e das ações implementadas.

A integração do *BWise* com outras ferramentas empresariais possibilita uma abordagem mais holística da gestão de riscos, otimizando processos e reduzindo custos operacionais. Além disso, seu uso melhora a tomada de decisão, pois permite que gestores tenham acesso a informações precisas e atualizadas sobre os riscos e conformidades da empresa.

Ao oferecer automação e centralização das informações de Governança, Risco e Compliance, o *BWise* torna-se um recurso essencial para empresas que buscam maior segurança, eficiência e conformidade regulatória em seus processos internos.

4.8 Comunicação e Monitoramento

É fundamental, em qualquer processo de gerenciamento de riscos, garantir que todas as medidas sejam adequadamente comunicadas, compreendidas e seguidas por todos os envolvidos. Tal medida inclui também as revisões do plano de gerenciamento de riscos ao longo do tempo. A mineradora enfatiza o aprendizado contínuo e a melhoria contínua em seu processo de gestão de riscos. Isso inclui a análise de lições aprendidas com incidentes passados, *feedback* dos *stakeholders*, *benchmarking* com outras organizações e pesquisa de melhores práticas da indústria.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme visto anteriormente, a implementação de um plano estruturado de gerenciamento de riscos constitui uma etapa estratégica para empresas que operam em setores de alta complexidade e exposição a eventos adversos. Por meio desse plano, a organização busca identificar, avaliar e tratar os riscos de forma sistemática, integrando políticas, procedimentos e ferramentas em seus processos operacionais.

No contexto analisado, os resultados observados indicaram avanços relevantes na formalização, na governança e no monitoramento dos riscos operacionais, ambientais e de segurança. Contudo, a análise crítica desses resultados exige cautela, uma vez que a existência de indicadores positivos não elimina a presença de riscos residuais nem garante, por si só, a efetividade plena do sistema de gestão adotado.

De modo geral, o gerenciamento de riscos contribui para a redução da probabilidade e do impacto de eventos adversos, para a proteção de colaboradores, ativos e comunidades, bem como para o fortalecimento da governança corporativa e da conformidade regulatória. Entretanto, conforme destacado pela *ISO 31000:2018*, a eficácia da gestão de riscos depende não apenas da existência de políticas e controles formais, mas da sua integração contínua aos processos decisórios e à cultura organizacional. Nesse sentido, os resultados apresentados, a seguir, devem ser compreendidos como avanços importantes, porém não definitivos.

i) Fortalecimento da estrutura de governança de riscos

A mineradora promoveu um fortalecimento significativo em sua estrutura de governança de riscos. A revisão da Política de Gestão de Riscos realizada em 2019, trouxe maior clareza sobre papéis e responsabilidades, ampliou a integração entre as linhas de defesa e estimulou a participação de diferentes áreas e partes interessadas nos processos decisórios, tornando a governança mais inclusiva e colaborativa. Essa evolução buscou corrigir fragilidades identificadas em anos anteriores, quando a gestão de riscos era mais voltada às necessidades internas da empresa e apresentava menor integração entre unidades e comitês. Em análise dos Formulários de Referência da empresa, disponibilizados em seu site corporativo, evidenciou-se que no ano de 2014, não eram apresentadas informações relacionadas a riscos de rompimento de barragens ou elementos que pudessem favorecer a ocorrência desse tipo de evento. Já entre 2015 e 2018, igualmente não foram identificados registros de riscos associados a novos acidentes

envolvendo barragens. Contudo, observou-se que, a partir de 2015, em decorrência do desastre ocorrido na cidade de Mariana, em Minas Gerais, o tema passou a ser mencionado nos relatórios corporativos, ainda que restrito à abordagem dos efeitos econômicos e dos impactos sobre os resultados financeiros, sem detalhamento quanto às práticas de gestão de riscos estruturais ou aos aspectos socioambientais envolvidos.

Além disso, em 2019, foram criados mecanismos e ferramentas que consolidaram o modelo de governança, como o Portal de Gestão Integrada de Riscos e a ampliação dos relatórios de riscos das vice-presidências e comitês executivos. Esses dados sugerem que o fortalecimento da governança ocorreu de forma reativa, impulsionado pela materialização de eventos de grande magnitude, e não como resultado de uma postura antecipatória, conforme defendido pela literatura especializada em gestão de riscos (Murta, 2020; Benedicto *et al.*, 2021).

ii) Desenvolvimento da cultura de gestão de riscos

No que se refere à cultura de gestão de riscos, a empresa investiu de forma significativa em capacitação, promovendo treinamentos em gestão integrada de riscos para aproximadamente 24.000 colaboradores, dos quais cerca de 3.474 receberam formação específica em riscos e controles. Esse esforço é coerente com a literatura, que reconhece o treinamento como um fator essencial para a disseminação dos princípios de prevenção e segurança organizacional (Reason, 1997).

Todavia, embora o volume de colaboradores capacitados represente um avanço relevante, a literatura e a prática observada apontam que treinamentos em larga escala não garantem, necessariamente, a internalização efetiva da cultura de risco no nível operacional. É necessário a inclusão de indicadores qualitativos que avaliem mudanças comportamentais, percepção de risco e adesão prática aos controles para mensurar o impacto real dessas capacitações no cotidiano das operações.

É imprescindível considerar que, especificamente no Brasil, a questão dos riscos envolvendo operações minerárias e suas estruturas de apoio só passou a ser considerada após os dois grandes desastres de rompimento de barragens de rejeitos (Fundão, em Mariana e Córrego do Feijão, em Brumadinho). Isso aponta para o problema da recente implantação de medidas de controle e monitoramento mais eficazes, diante de soluções ainda muito incipientes conforme vê-se na prática.

iii) Exposições a riscos

A empresa estabeleceu a meta de reduzir em 50% a quantidade de exposições aos principais agentes de risco em relação ao ano-base de 2019 até 2025. Em 2024, registrou 9,2 mil exposições, representando uma redução de cerca de 60% em relação ao ano-base, onde houveram 23 mil registros. Esse resultado sugere um avanço expressivo na identificação, no controle e na mitigação dos riscos operacionais.

Contudo, é necessário considerar que a redução no número de exposições registradas pode estar associada não apenas à mitigação efetiva dos riscos, mas também a mudanças nos critérios de registro, nos processos de reporte ou no comportamento organizacional frente à comunicação de riscos. Conforme destacado por Hopkin (2018), indicadores quantitativos de exposição devem ser interpretados com cautela, pois podem sofrer influência de fatores organizacionais que não refletem, necessariamente, a eliminação ou redução real dos perigos existentes.

iv) Cenários de risco classificados como “muito alto”

A mineradora registrou uma redução aproximada de 57% nos cenários de risco classificados como “Muito Alto” no período de 2023 a 2024, em relação ao ano de 2019. Esse resultado indica um avanço relevante na priorização e no tratamento dos riscos críticos, em consonância com as diretrizes da ISO 31000:2018, que recomenda atenção especial aos riscos de maior severidade e impacto potencial.

Entretanto, a ausência de dados históricos comparáveis anteriores a 2019 limita a análise de tendência de longo prazo. Nesse sentido, permanece a necessidade de monitoramento contínuo, uma vez que riscos de alta severidade, mesmo com baixa probabilidade, continuam representando ameaças significativas à segurança das pessoas e à continuidade operacional, especialmente no contexto da mineração.

v) Eventos de acidentes graves (N1 + N2)

Em 2024, os eventos classificados como N1 (fatalidades ou lesões que mudam a vida) + N2 (lesões registráveis de alto potencial) foram reduzidos em cerca de 60% em relação ao ano-base de 2019, de 63 para 25. Essa redução sugere avanços importantes nos controles operacionais e nas práticas de gerenciamento de riscos adotadas pela empresa.

Todavia, é relevante destacar que, houve um aumento de aproximadamente 19% nesse indicador entre 2023 e 2024, evidenciando que a evolução dos resultados não ocorre

de forma linear. Esse comportamento reforça a compreensão, amplamente discutida na literatura, de que sistemas de gestão de riscos não eliminam completamente a possibilidade de acidentes, mas reduzem sua frequência e severidade. Assim, os dados não indicam melhorias consistentes, exigindo mudanças estruturais inerentes às operações mineradoras.

vi) Gestão de barragens e rejeitos

A empresa implantou o padrão internacional *Global Industry Standard on Tailings Management* (GISTM) nas suas 50 estruturas de armazenamento de rejeitos até 2025. O GISTM é um padrão global de segurança para a gestão de rejeitos, desenvolvido em 2020 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), pelos Princípios do Investimento Responsável (PRI) e pelo Conselho Internacional de Mineração e Metais (ICMM). Seu objetivo é garantir que as barragens de rejeitos sejam projetadas, construídas, operadas, monitoradas e desativadas de forma segura, priorizando a proteção das pessoas e do meio ambiente ao longo de todo o ciclo de vida da estrutura.

Além disso, no âmbito do programa de descaracterização e descomissionamento² de barragens, a companhia declarou a inclusão de 30 estruturas construídas pelo método a montante para eliminação ou reconfiguração.

Até dezembro de 2025, 19 dessas estruturas haviam sido formalmente descaracterizadas, o que representa aproximadamente 63% do programa; permanecem 11 estruturas em diferentes fases de projeto ou obra. O Programa acumula investimentos na ordem de R\$ 12 a 12,7 bilhões e abrange intervenções de engenharia que incluem remoção do alteamento a montante, reconfiguração geométrica, reforços e medidas de drenagem, seguidas de monitoramento técnico conforme normas vigentes.

Esses avanços demonstram alinhamento com padrões internacionais de segurança e refletem investimentos significativos em engenharia, monitoramento e governança. Contudo, a literatura crítica sobre mineração destaca que a adoção de padrões internacionais, embora fundamental, não elimina por completo os riscos geotécnicos e socioambientais associados às estruturas de rejeitos (Murta, 2020; Coelho, 2022).

² A descaracterização consiste na intervenção da estrutura com o objetivo de eliminar integralmente suas características de barragem. Ao término das obras, a estrutura torna-se estável e passa a ser reincorporada ao relevo natural e ao meio ambiente. Já o descomissionamento, corresponde ao encerramento de sua operação, com a interrupção do lançamento de rejeitos, mantendo-se, contudo, a estrutura física da barragem e a necessidade de monitoramento e controles permanentes para garantir sua estabilidade e segurança. Mesmo descomissionada, a estrutura continua sendo legalmente classificada como barragem.

Ademais, o fato de o programa ainda não estar concluído evidencia que parte das estruturas permanece em condição de risco residual, exigindo acompanhamento técnico rigoroso e transparência contínua junto às comunidades potencialmente afetadas.

vii) Reconhecimento externo e impacto no perfil de risco

A S&P *Global Ratings*, uma das maiores e mais respeitadas agências de classificação de risco do mundo, elevou a nota de crédito da mineradora de “BBB-” para “BBB”, com perspectiva estável, destacando os avanços nos controles de risco e na governança corporativa. A classificação “BBB” indica que a empresa possui boa capacidade de cumprir suas obrigações financeiras, sendo considerada grau de investimento, o que significa baixo risco de inadimplência.

Segundo a agência, a empresa implementou controles de risco mais robustos e mantém políticas sólidas supervisionadas pelo conselho de administração, integradas à remuneração variável de executivos e colaboradores. A S&P destacou ainda que a companhia tem demonstrado um compromisso contínuo com a redução de riscos, destinando recursos expressivos ao gerenciamento e à reparação das comunidades afetadas. Esse reconhecimento reforça a credibilidade da empresa perante investidores e demais stakeholders.

A seguir, os resultados obtidos foram resumidos no Quadro 1.

Quadro 1 - Resultados da análise do gerenciamento de riscos da mineradora

	COMO ERA	COMO PASSOU A SER
Estrutura de Governança de Riscos	A gestão de riscos apresentava menor integração entre unidades e comitês e o tema não era evidenciado em seus relatórios anteriores a 2019.	Revisão da Política de Gestão de Riscos realizada em 2019, criação do Portal de Gestão Integrada de Riscos e ampliação dos relatórios de riscos das vice-presidências e comitês executivos.
Desenvolvimento da cultura de gestão de riscos	Dados não disponíveis.	Capacitação de aproximadamente 24.000 colaboradores em gestão integrada de riscos, dos quais cerca de 3.474 receberam treinamento específico para riscos e controles.

Exposições a riscos	23 mil registros de exposição aos agentes de riscos em suas unidades em 2019.	Redução de 60% no número de registros em 2024, com 9,2 mil registros de exposições.
Cenários de risco classificados como “muito alto”	Dados não disponíveis.	Redução aproximada de 57% nos cenários de risco com nível “muito alto” no período de 2023-2024, com relação a 2019.
Eventos de acidentes graves (N1 + N2)	63 eventos classificados como N1(fatalidades ou lesões que mudam a vida) + N2 (lesões registráveis de alto potencial), registrados em 2019.	Redução de 60%, com o registro de 25 eventos N1+N2 em 2024.
Gestão de barragens de rejeito	Barragens com baixo monitoramento e barragens construídas pelo método a montante.	Implementação do padrão internacional Global Industry Standard on Tailings Management (GISTM) em 48 de suas 50 estruturas de armazenamento de rejeitos até 2023 e descaracterização de 19 das 30 estruturas mapeadas para conclusão.
Reconhecimento externo e impacto no perfil de risco	Nota de crédito da mineradora BBB-.	Nota de crédito da mineradora elevada para BBB.

Fonte: Adaptado de website, Formulários de Referência, Relatórios Anuais, Relatórios de Sustentabilidade/ESG e comunicações institucionais divulgadas entre 2019 e 2024.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo, buscou-se analisar a implementação do Plano de Gerenciamento de Riscos Operacionais em uma empresa do setor mineral, avaliando suas práticas de prevenção e controle nas unidades operacionais. A partir da revisão bibliográfica e da análise documental, foi possível compreender como a gestão de riscos evoluiu dentro da organização, passando de um modelo fragmentado e predominantemente reativo para uma estrutura mais integrada, formalizada e alinhada às práticas internacionais.

A análise teórica evidenciou que, no contexto da mineração, os riscos não se dissipam com o avanço do tempo, sobretudo quando considerados os impactos estruturais, ambientais e sociais inerentes à atividade. Pelo contrário, eles se transformam e podem se potencializar caso não sejam continuamente monitorados e controlados. Essa característica reforça a necessidade de uma gestão sistemática, integrada e

permanentemente atualizada, capaz de antecipar cenários críticos e responder de forma estruturada às incertezas do setor.

Observa-se, ainda, que a consolidação da gestão de riscos no setor mineral brasileiro ganhou maior relevância após a materialização de eventos de grande magnitude ocorridos na última década, especialmente após o desastre da Barragem do Córrego do Feijão, em Brumadinho, Minas Gerais, ocorrido em 2019. Tais eventos deixaram um legado profundamente negativo, marcado por perdas humanas, danos ambientais irreparáveis e impactos sociais duradouros, além de um sentimento de insegurança e medo psicossocial que ainda permeia trabalhadores e comunidades. Entretanto, sob a perspectiva institucional e regulatória, esses acontecimentos também impulsionaram uma transformação significativa na forma como os riscos passaram a ser tratados pelas organizações e pelos órgãos fiscalizadores. Ainda que decorrente de tragédias, esse movimento contribuiu para a ampliação das exigências normativas, para o fortalecimento da governança e para o amadurecimento dos sistemas de gestão de riscos.

No caso da mineradora, verificou-se uma mudança relevante de postura após esse contexto setorial. O modelo adotado passou a incorporar referenciais reconhecidos internacionalmente, como a ISO 31000, o COSO-ERM e o PMBOK, estruturando-se por meio de instrumentos como matriz de riscos, metodologia Bowtie, hierarquia de controles e sistema informatizado de Governança, Riscos e Compliance. Observa-se maior padronização metodológica, definição clara de papéis e responsabilidades e fortalecimento das três linhas de defesa. Houve, portanto, avanços concretos na formalização, no monitoramento e na estrutura de controle.

Contudo, embora o sistema de gerenciamento de riscos tenha evoluído e hoje apresente maior robustez, a análise demonstra que o problema do risco não foi eliminado. Persistem desafios relacionados à consolidação da cultura preventiva, à internalização efetiva dos controles no cotidiano operacional e à integração entre as áreas estratégicas e operacionais. O gerenciamento de riscos passou a ter acompanhamento estruturado e recorrente, porém sua eficácia ainda depende da transformação comportamental e do comprometimento contínuo de todos os níveis organizacionais.

Assim, conclui-se que o Plano de Gerenciamento de Riscos analisado representa um avanço relevante na maturidade da gestão corporativa da empresa estudada, configurando-se como instrumento estratégico para a sustentabilidade e continuidade das operações. Entretanto, a permanência de vulnerabilidades demonstra que o processo de

gestão de riscos é dinâmico, inacabado e exige aprimoramento constante. A evolução observada no setor mineral, impulsionada por eventos críticos, evidencia que ainda há um longo caminho a ser percorrido para que a cultura de prevenção se consolide plenamente e para que tragédias semelhantes não voltem a se repetir.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Juliana Cristina Elias. Risco de reputação e compliance. In: OLIVEIRA, Virgínia Izabel de (Org.); PINHEIRO, Juliano Lima (Org.). Gestão de riscos no mercado financeiro. São Paulo: Saraiva Educação, p. 229-253, 2018.

ARRUDA CONSULT. Análise de risco: técnica Bow-Tie. 2020. Disponível em: <http://www.arrudaconsult.com.br/2020/03/analise-de-risco-tecnica-bow-tie.html>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR ISO 31000:2018. Gestão de Riscos – Diretrizes, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 10006: Gestão da qualidade – diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos. 2006.

BARCELOS, Tiago. GERENCIAMENTO DE RISCOS NA MINERAÇÃO E SUAS BARRAGENS: Do chão de fábrica ao mercado financeiro. Revista Administração de Empresas Unicuritiba. [Received/Recebido: Maio 30, 2021; Accepted/Aceito: Junho 06, 2021].

BENEDICTO, Samuel Carvalho et al. Direito ambiental, sustentabilidade e empresas de mineração: gestão de risco e catástrofes ambientais. Humanidades & Inovação, v. 8, n. 46, p. 318-333, 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 1 (NR-1): Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais. Brasília: MTE, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-01-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 06 out. 2025.

CALIL, Luís Fernando Peres. Metodologia para gerenciamento de risco: foco na segurança e na continuidade. Tese de doutorado em Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2009.

CALIXTO, Eduardo. Uma metodologia para gerenciamento de risco em empreendimentos: um estudo de caso na indústria de petróleo. Artigo. XVI ENEGEP – Anais... Fortaleza, p. 1-17, 2006.

CASTRO, Sabrina. Proposta de um modelo de gestão de riscos para organizações. Universidade federal de Juiz de Fora, Curso de graduação em Engenharia de Produção, Juiz de Fora, 2021. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engenhariadeproducao/wp-content/uploads/sites/322/2021/06/sabrinadeoliveiracastro.pdf>. Acesso em: 01 de Abril de 2024.

COELHO, Thiago Diniz Faria et al. Território do medo e os aspectos da gestão de risco das barragens de rejeitos na mineração: o caso da comunidade de Vargem da Lua em São Gonçalo do Rio Abaixo-MG. 2022.

FERREIRA, Renata; FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. Responsabilidade ambiental das empresas de mineração e suas obrigações em face da política nacional de segurança de barragens. *Revista Jurídica* (0103-3506), v. 4, n. 57, 2019.

INVESTIDOR10. Vale (VALE3) amarga US\$ 3,8 bi de prejuízo no 4T25, mas reduz dívida e cumpre guidances de 2025. 2026. Disponível em: <https://investidor10.com.br/noticias/vale-vale3-amarga-us-3-8-bi-de-prejuizo-mas-reduz-divida-e-cumpre-guidances-de-2025-118609/>. Acesso em: 25 fev. 2026.

KRAJEWSKI, Lee. J. Administração da produção e operações. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MURTA, Mariana Amorim. O gerenciamento de risco como alternativa para redução de desastres ambientais com mineração no Brasil. 2020.

NIOSH – NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. Hierarchy of Controls. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>. Acesso em: 05 mai. 2025.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)*. 5. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2013. p. 39.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. Edusp/Fapesp, São Paulo, 2001.

SHINYASHIKI, Roberto Tadeu.; FICHER, Rosa Maria.; SHINYASHIKI, Gilberto. A importância de um sistema integrado de ações na gestão de crises. *Organicom*, Ano 4, nº 6, p. 148-159, 2007.

SLACK, N. CHAMBERS, s. JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo, Atlas, 2013.

SOUZA, Carlos Roberto Coutinho de. Análise de gerenciamento de riscos de processos industriais. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense – UFF. Pós-Graduação em Engenharia de Segurança, 2010. Disponível em: https://www.areaseg.com/bib/12%20%20Arquivos%20Diversos/Apostila_de_Gerencia_mento_de_Riscos.pdf ... Acesso em: 08 de Abril de 2024.

VALE S.A. Formulário 20-F: Relatório Anual 2023. Rio de Janeiro: Vale, 2024. Disponível em: <https://www.vale.com>. Acesso em: 23 agosto 2025.

VALE S.A. NOR-0003-G – Norma de Gestão de Riscos. Rev. 01, 05 dez. 2022. 35 p.

VALE S.A. PNR-000044 – Classificação de Ativos e Diretrizes para Estratégia de Manutenção. Rev. 05, 16 fev. 2023. 26 p.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia; RIBEIRO, José Luis Duarte. Elaboração e aplicação de um plano diretor de manutenção em uma empresa mineradora. 2017.

VALE S.A. Our commitments – ESG Gap Action Plan. Disponível em:
<https://vale.com/pt/web/esg/nossa-estrategia-compromissos>
ou <https://vale.com/pt/esg/nossos-compromissos>

VALE S.A. GISTM – Global Industry Standard on Tailings Management. Disponível em:
<https://vale.com/en/esg/gistm>