

CENTRO DE TECNOLOGIA DA INDÚSTRIA QUÍMICA E TÊXTIL
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA SENAI: CENTRO DE TECNOLOGIA DA
INDÚSTRIA QUÍMICA E TÊXTIL

Jeferson Pina Barbosa

**UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS APR E *BOW TIE* PARA A IDENTIFICAÇÃO DE
PERIGOS E ANÁLISE DE RISCOS EM UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA DE
MINERAÇÃO**

Rio de Janeiro

2022

Jeferson Pina Barbosa

**UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS APR E *BOW TIE* PARA A IDENTIFICAÇÃO DE
PERIGOS E ANÁLISE DE RISCOS EM UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA DE
MINERAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em engenharia química, da Faculdade de Engenharia Química SENAI CETIQT, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em engenharia química.

Orientador(a): Marta Picardo

Rio de Janeiro

2022

FICHA CATALOGRAFICA

BARBOSA, JEFERSON.
UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS APR E *BOW TIE* PARA A IDENTIFICAÇÃO DE
PERIGOS E ANÁLISE DE RISCO EM UM ESTUDO DE CASO DA
INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO / Jeferson Pina Barbosa. — 2022.
f.51 ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) —
SENAI CETIQT, Rio de Janeiro, 2022.

1. Correia transportadora. 2. Análise de Risco. 3. HIRA. 4. APR. 5. *Bow Tie*.
I. PICARDO, MARTA (Orientadora). II. SENAI CETIQT. III. Título.

Jeferson Pina Barbosa

UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS APR E *BOW TIE* PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E ANÁLISE DE RISCOS EM UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA DE MINERAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em engenharia química, da Faculdade de Engenharia Química SENAI CETIQT, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em engenharia química.

Aprovada em:

Aprovado por:



Orientadora: Marta Cristina Picardo, Doutora em Engenharia Química, SENAI CETIQT

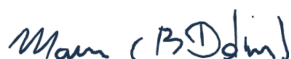
Banca Examinadora:



Gilliani Peixoto Miranda, Mestre em Engenharia Química, SENAI CETIQT



Tanise Mori Flores, Mestre em Engenharia Química, SENAI CETIQT



Mauro Cresta de Barros Dolinsky, Doutor em Química, UCP

Rio de Janeiro

2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo cuidado comigo desde minha estadia no ventre da minha mãe, assim pontuo que minha entrada na graduação e a criação deste trabalho foram possíveis por conta de sua infinita misericórdia.

Agradeço aos meus pais pela contínua colaboração em todos os seguimentos de minha vida, com minha criação tendo a educação priorizada juntamente do respeito e da honestidade, valores que me possibilitaram chegar até aqui, me consolidando como um homem em constante aprendizado. Eu amo vocês.

Ueslei, meu pai, um homem em quem posso me espelhar na paternidade, até aqui me sustentou.

Elaine, minha mãe, uma mulher com valores que eu posso me espelhar para ser melhor, até aqui me sustentou.

Agradeço a minha noiva e futura esposa Camila, acreditou nos meus sonhos e me apoiou nos piores momentos. Que nossa união seja eterna, eu amo você.

Gratidão aos meus professores, familiares e amigos, por todas as palavras de conforto, motivação e companheirismo, todos foram essenciais para que este momento fosse conquistado com primor.

Que este trabalho seja um dos muitos frutos que conquistarei ao decorrer de minha vida, com intuito de sempre aprender, crescer, mudar e evoluir.

RESUMO

O ramo mineral no Brasil é responsável por cerca de 5% do PIB nacional, este setor é causador de um legado de desenvolvimento social e tecnológico. A cadeia produtiva da mineração pode ser exemplificada com os seguintes processos: extração, transporte, processamento de minérios, transformação mineral e comercialização do produto final. Dentre estes processos citados, pontua-se o transporte como item de suma importância, pois este está incluso como necessidade para a ocorrência dos demais processos. A partir desta premissa, entende-se que a correia transportadora, que é um equipamento demandado para transportar o minério em longas distâncias, torna-se primordial para a continuidade e execução dos negócios de uma empresa inclusa no ramo mineral. Contudo, devido ao aumento considerado de falhas (76,3%) e óbitos (50%) registrados na década passada ocasionadas por atividades presentes no ramo mineral, percebe-se que há uma necessidade das empresas em gerenciar os próprios riscos operacionais para que acidentes não venham acontecer. Dito isto, o presente trabalho baseou-se em uma análise de risco realizada através da metodologia HIRA, aplicando em um estudo de caso com sistema de correias transportadoras, com abordagem das técnicas APR e diagrama *Bow Tie*, assistido pela ISO 31000 para gestão de riscos. A partir da técnica APR, 2 eventos foram registrados e analisados nas 3 dimensões, totalizando 6 cenários de riscos, no qual 3 foram caracterizados como maior nível de atenção "intolerável", e 3 foram caracterizados como segundo nível de atenção "indesejável". O cenário intolerável analisado com impacto voltado para pessoas foi diagramado com a ferramenta *Bow Tie*, resultando em uma análise com 14 controles e 14 degradadores. O presente estudo foi eficaz em demonstrar que as operações são capazes de conter riscos operacionais com consequências inigualáveis, deixando notório a extrema importância que empresas do ramo mineral realizem a identificação de perigos e análise de riscos de suas instalações.

Palavras-chave: 1. Correia transportadora, 2. Análise de risco, 3. HIRA, 4. APR, 5. *Bow tie*.

ABSTRACT

The mineral branch in Brazil is responsible for about 5% of the national PIB, this sector is the cause of a legacy of social and technological development. The mining production chain can be exemplified with the following processes: management, transport, mineral processing, mineral transformation and distribution of the final product. Among these cited processes, transport is highlighted as an extremely important item, as it is included as a necessity for the occurrence of other processes. From this premise, it is understood that the conveyor belt, which is a piece of equipment required to transport ore over long distances, becomes essential for the continuity and execution of the business of a company included in the mineral sector. However, due to the considerable increase in failures (76.3%) and deaths (50%) recorded in the past decade caused by activities present in the mineral sector, it is clear that there is a need for companies to manage their own operational processes so that accidents doesn't happen. The present work was based on a risk analysis carried out through the HIRA methodology, applying it in a case study with a conveyor belt system, with an approach of APR techniques and Bow Tie diagram, assisted by ISO 31000 for risk management. From the APR technique, 2 events were recorded and analyzed in the 3 dimensions, totaling 6 risk scenarios, in which 3 were characterized as the highest level of “intolerable” attention, and 3 were characterized as the second level of “undesirable” attention. The analyzed intolerable scenario with impact on people was diagrammed with the Bow Tie tool, generated in an analysis with 14 controls and 14 degraders. The present study was effective in demonstrating that operations are capable of containing operational risks with unparalleled consequences, highlighting the extreme importance that companies in the mineral sector carry out a hazard identification and risk analysis of their facilities.

Keywords: 1. Conveyor belt, 2. Analyze risk, 3. HIRA, 4. APR, 5. Bow tie.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 -	Fluxograma simplificado do processo no beneficiamento do minério.....	18
Figura 2.2 -	Correia transportadora de longa distância.....	20
Figura 2.3 -	Componentes de uma correia transportadora.....	20
Figura 2.4 -	Quantificação do histórico de acidentes no período de 1920 até 2019.....	22
Figura 2.5 -	Processo de gestão de risco proposto pela ISO 31000.....	24
Figura 2.6 -	Etapas da metodologia HIRA.....	25
Figura 2.7 -	Região <i>ALARP</i>	26
Figura 2.8 -	Diagrama Bow Tie.....	28
Figura 3.1 -	Sistema do estudo de caso.....	30
Figura 3.2 -	Esquematização da metodologia aplicada no estudo de caso.....	31
Figura 3.3 -	Cabeçalho APR.....	32
Figura 3.4 -	Matriz de risco.....	33
Figura 4.1 -	Severidade dos cenários.....	42
Figura 4.2 -	Frequência dos cenários.....	42
Figura 4.3 -	Avaliação de nível dos cenários.....	43
Figura 4.4 -	Diagrama bow tie do cenário de risco perda/colapso da correia transportadora (pessoas).....	46

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 2.1 -	Equipamentos utilizados no beneficiamento do minério.....	18
Quadro 2.2 -	Acidentes operacionais em correias transportadoras.....	22
Quadro 3.1 -	Categorias de frequência.....	33
Quadro 3.2 -	Categorias de severidade (Pessoas).....	33
Quadro 3.3 -	Categorias de severidade (Meio Ambiente).....	34
Quadro 3.4 -	Categorias de severidade (Perda Financeira).....	34
Quadro 3.5 -	Categorias de grau de risco.....	35
Tabela 4.1 -	Planilha APR.....	37
Tabela 4.2 -	Planilha APR preenchida com cenários de risco.....	39
Quadro 4.1 -	Ações recomendadas para o risco Perda/Colapso da Correia Transportadora (Pessoas).....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
CETIQT	Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil
HIRA	Identificação de Perigos e Análise de Riscos
APR	Análise Preliminar de Riscos
PIB	Produto Interno Bruto
TC	Transportador de Correia
RBPS	Segurança de Processo baseada em risco
MUE	Evento Material Indesejado

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	11
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	13
1.1. INTRODUÇÃO – TEMA E PROBLEMATIZAÇÃO	13
1.2. OBJETIVOS	14
1.2.1. Objetivo Geral	14
1.2.2. Objetivos Específicos	14
1.3. JUSTIFICATIVA	15
1.4. DELIMITAÇÃO.....	15
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. INDÚSTRIA MINERALÓGICA	16
2.1.1. Processo Industrial	16
2.1.1.1. Uso das correias transportadoras no processo produtivo	18
2.1.2. Impacto financeiro das atividades mineralógicas no PIB nacional	19
2.1.3. Acidentes na indústria de mineração na última década	20
2.2. METODOLOGIA HIRA E NORMA ISO 31000 PARA SEGURANÇA DE PROCESSOS 22	
2.2.1. ISO 31000 para gestão de riscos	22
2.2.2. Metodologia HIRA	23
2.3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E ANÁLISE DE RISCOS	25
2.3.1. Identificação de perigos	25
2.3.2. Técnica <i>Bow Tie</i> para análise de riscos	26
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	28
3.1. ESTUDO DE CASO	28
3.2. METODOLOGIA HIRA (ISO 31000)	29
3.2.1. Identificação de Perigos e Avaliação dos riscos a partir da técnica APR ...	30
3.2.2. Análise dos riscos e revisão das barreiras a partir do diagrama <i>Bow Tie</i> ..	34

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
4.1. PLANILHA APR.....	35
4.2. CENÁRIOS DE RISCO PREENCHIDOS NA TABELA APR	37
4.3. DIAGRAMA <i>BOW TIE</i>	44
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO.....	47
5.1 CONCLUSÃO	47
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1. INTRODUÇÃO – TEMA E PROBLEMATIZAÇÃO

O processo de mineração se perpetua no Brasil desde o período imperial, e se tornou responsável por contribuir de forma significativa ao PIB nacional, oferecendo produtos para variados tipos de indústrias, como fertilizantes, metalúrgicas e siderúrgicas (FIEG, 2021). De acordo com Tasso Mendonça, ex-diretor da Agência Nacional de Mineração (2021), “o setor é responsável por um legado de desenvolvimento social e tecnológico, além da contribuição para arrecadação tributária e empregos” (MENDONÇA, 2021 apud FIEG, 2021).

Países em desenvolvimento apresentam uma dependência de atividades primárias como a indústria da mineração por conta da contribuição no PIB que o setor oferece, porém, é entendido que historicamente a atividade minerária tem sido uma das atividades que apresentam maior risco quanto a segurança do processo produtivo (CANDIA *et al*, 2009). Devido à importância e crescimento do setor da mineração, estudos voltados para o mapeamento de riscos são realizados como medidas estratégicas com o objetivo de prevenir problemas. A atividade mineral tem distintas condições de processo e tipos de riscos, como possibilidades de quedas de barreiras, desmoronamento, quedas de materiais, e outros (SOUSA; QUEMELO, 2015).

Um trabalho publicado na Revista Educação Pública traz um levantamento que o número de acidentes e óbitos aumentaram no período de 2009 até 2019, dentre estes acidentes, pode-se citar a queda da barragem de Ferro em Brumadinho, no estado de Minas Gerais, no Brasil, com 308 óbitos registrados, com impactos irreversíveis para o meio ambiente e para a comunidade que residia em volta da barragem (LIMA; SANTOS; PENHA, 2022).

Entende-se que, para uma indústria se manter competitiva no mercado, é necessário que haja segurança em seus processos para gerar confiança e ações sustentáveis em suas operações. Torna-se fundamental identificar perigos e avaliar os riscos para que sejam toleráveis. A partir desta premissa, o uso da metodologia HIRA (*Hazard Identification and Risks Analysis* – Identificação de Perigos e Análises de Riscos), vem sendo uma abordagem competente para determinar os eventos indesejáveis acarretados por um perigo, que a partir de técnicas de análise de riscos são capazes de identificar a possibilidade de ocorrer um evento ou mitigar o dano causado, além de estimar a magnitude e probabilidade dos efeitos nocivos, melhorando a segurança das operações. As técnicas associadas ao estudo do risco podem ser qualitativas, quantitativas ou semi-quantitativas. A análise qualitativa se baseia na descrição do potencial da amplitude do dano e a probabilidade de ocorrência, utilizando o conhecimento qualificado do

profissional e documentos como fluxogramas, procedimentos, dentre outros (PUROHIT *et al*; 2018).

Dentre as técnicas qualitativas de análise de riscos, a APR – Análise Preliminar de Risco é utilizada para identificar perigos e analisar riscos, abrangendo determinação de eventos perigosos indesejáveis, causas, consequências e controles preventivos ou mitigatórios (BARROS, 2013). Também, para diagramação da análise de riscos, pontua-se o *Bow Tie* como uma ferramenta utilizada em distintas indústrias, com objetivo de reduzir acidentes indesejáveis através da análise de cenários e barreiras críticas (ALIZADEH; MOSHASHAEI, 2020).

Tendo em vista a alta dos números de acidentes na década passada, o presente trabalho busca trazer os fundamentos da metodologia HIRA adjunto da ISO 31000 com aplicação de técnicas de identificação de perigos e análise de riscos, APR e *Bow Tie*, para caracterizar um cenário presente na indústria de mineração em um estudo de caso com objetivo de diminuir o grau de alerta dos riscos.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

O presente estudo aplica a metodologia HIRA seguindo as diretrizes da norma ISO 31000 a partir da aplicação de técnicas de identificação de perigos e análise de riscos: APR e *Bow Tie*. A partir das técnicas é possível identificar, classificar e analisar os riscos, revisar as barreiras propostas entendendo os fatores de degradação e propondo controles contra estes, para cenários contidos na indústria de mineração em um estudo de caso de sistema de correia transportadora de minério.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Aplicar fundamentos da metodologia HIRA e da ISO 31000 para gerir os riscos do estudo de caso proposto;
- Identificar perigos, determinar e avaliar os cenários a partir da técnica APR com suporte de uma matriz de risco;

- Elaborar diagrama *Bow Tie*, avaliando barreiras e fatores de degradação dos controles preventivos e mitigatórios para os cenários com nível de risco não tolerável e severidade muito crítica.

1.3. JUSTIFICATIVA

A indústria da mineração apresenta uma participação interessante na arrecadação do Produto Interno Bruto brasileiro, possibilitando uma movimentação financeira positiva no país. Entende-se que um dos fatores da permanência competitiva de uma empresa no mercado é a segurança em seu processo, pois, o processo pode apresentar um risco com capacidade de causar perdas que afete uma ou todas as dimensões: pessoas, meio ambiente, direitos humanos, o próprio financeiro da empresa, e sua reputação.

Tendo em vista que os casos de acidentes no setor mineralógico aumentaram na década passada, assim como os números de óbitos (um aumento de 76,3% de falhas e 50% de óbitos), é perceptível que os riscos dos processos das empresas mineralógicas não estavam sendo gerenciados de forma eficiente, logo, vê-se a necessidade do presente estudo, em difundir assuntos referentes a segurança de processo e, como estudo de caso, aplicar a metodologia HIRA para elaborar uma gestão de riscos capaz de identificar perigos e reduzir acidentes indesejáveis.

Dito isso, o presente trabalho traz uma abordagem para as empresas que enfrentam desafios na segurança de seus processos. A gestão de riscos abrange a utilização de técnicas de análise de riscos, que favorecem a manutenção de uma produção segura que reduz a probabilidade de ocorrência de um acidente capaz de atingir as dimensões citadas anteriormente.

1.4. DELIMITAÇÃO

O presente trabalho busca utilizar uma técnica de análise de riscos qualitativa, a APR, não sendo aplicável outras técnicas. O diagrama *Bow Tie* foi aplicado facilitando a observação dos possíveis cenários com severidade crítica, identificados a partir da APR, de eventos indesejados no sistema de correia transportadora de minério.

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. INDÚSTRIA MINERALÓGICA

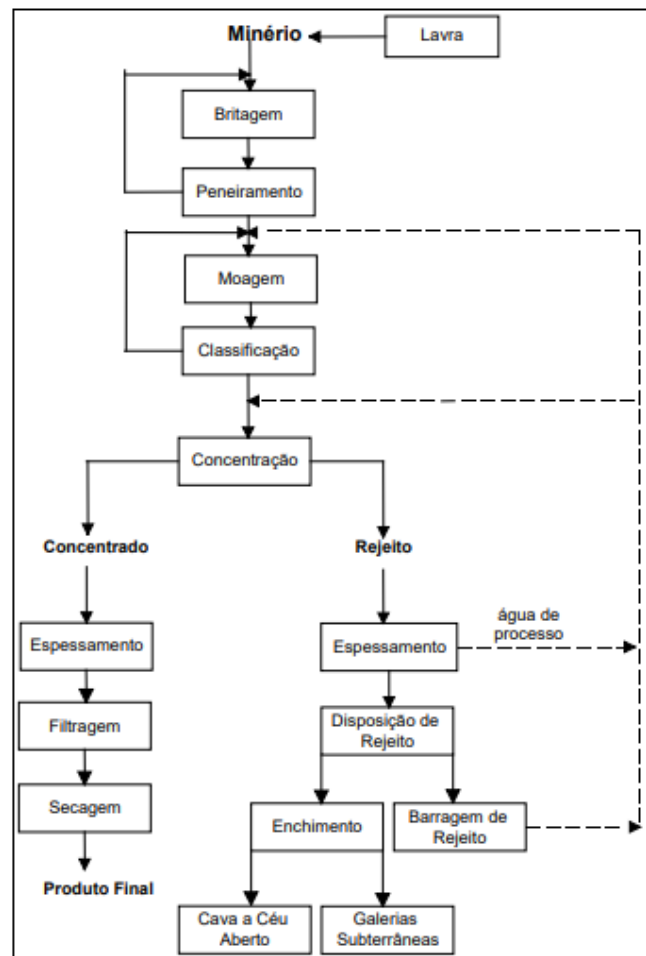
2.1.1. Processo Industrial

A indústria da mineração apresenta os seguintes processos em sua cadeia produtiva: extração, transporte, processamento de minérios, transformação mineral e comercialização do produto final (CETEM, 2012). As operações unitárias estão presentes nos processos de beneficiamento do minério, e são consideradas essenciais para o funcionamento do mesmo. A esquematização simplificada dos processos ocorrentes no beneficiamento do minério pode ter seus processos classificados a partir das seguintes operações unitárias: Cominuição – Fragmentação do minério por meio da britagem e moagem; Peneiramento e Classificação – Segmentação do minério por tamanhos; Concentração – Agrupamento de minérios de acordo com sua classificação; Desaguamento e Secagem – Remoção da água presente no minério.

Há casos em que o minério pode passar por todas as etapas descritas na Figura 2.1, ou até mesmo repetir o processo quando houver necessidade. O Quadro 2.1 traz informações sobre os equipamentos utilizados em cada operação unitária do processo de beneficiamento do minério.

Associando o Quadro 2.1 com a Figura 2.1, percebe-se a presença de diversos maquinários nos processos mineralógicos que são usados por empresas do ramo mineral, sendo assim, é fundamental gerenciar os riscos que estão associados a estes processos/maquinários que apresentam capacidade de afetar as dimensões correlatadas anteriormente.

Figura 2.1: Fluxograma simplificado do processo de beneficiamento do minério



Fonte: CETEM (2010, p. 22)

Quadro 2.1: Equipamentos utilizados no beneficiamento do minério

CLASSIFICAÇÃO	EQUIPAMENTOS
COMINUIÇÃO	Britador giratório
	Britador de mandíbulas
	Moinho de bolas
	Moinho de barras
PENEIRAMENTO E CLASSIFICAÇÃO	Ciclone
	Classificador espiral
CONCENTRAÇÃO	Calhas concentradoras
	Concentrador Reichert
	Espiral Humpherys
	Concentrador centrífugo
FILTRAÇÃO	Espessador
	Filtrador a vácuo

Fonte: Modificado VALE (2021, p. 32)

2.1.1.1. Uso das correias transportadoras no processo produtivo

Entende-se a importância das operações unitárias no processo produtivo mineralógico, e dentre estas, destaca-se o transporte do material pelas unidades da mina. Em uma mina, ou usina, surge a necessidade de transportar o minério sólido que foi extraído do processo a seco de um local para o outro, e esta ação é realizada através das correias transportadoras. O transporte é tão essencial que o mesmo está incluso em todas as etapas descritas na Figura 2.1, não sendo demonstrado como um processo a parte devido a sua importância. (VALE, 2021).

Historicamente, as correias transportadoras primárias são apresentadas na segunda metade do século XVIII, na Inglaterra, conluente dos avanços tecnológicos propostos pela revolução industrial. O acabamento era feito com lona, couro ou borracha que deslizavam sobre uma superfície plana de madeira, seu avanço foi constante com o passar dos anos, até que no início do século XX, a empresa Sandvik inventou as correias transportadoras com carcaça de cabo de aço, que passaram a ser utilizadas para transporte de carvão, areia e cana de açúcar (MERCURIO, 2022). Pontua-se que, ao longo do século XX, o sistema foi sendo aperfeiçoado progressivamente, e sua utilização foi aplicada para distintas partições industriais, atualmente a mineração, siderurgia e agronegócio são os que mais se apropriam deste equipamento. (MERCURIO, 2022).

Entende-se que sua aplicação na mineração é de extrema importância, já que usinas de beneficiamento do minério se encontram distantes das minas, logo, as viagens de caminhão se tornam custosas e demoradas, diferente das correias transportadoras, que operam continuamente e com baixo custo (VALE, 2021). Considerando valores contemporâneos, segundo o blog “Conexão Mineral”, o metro linear de uma correia custa em média US\$ 500,00, e a capacidade operacional de uma correia que opera em um carregador de navio pode chegar em até 20 mil toneladas/hora de carga operacional, e em média o custo da hora parada de um transportador é de US\$ 60.000,00. Diante destas cifras, as perdas advindas por conta de danos neste equipamento podem chegar na casa de bilhões de dólares (CONEXÃO MINERAL, 2020).

Abaixo, a Figura 2.2 traz uma representação ilustrativa de uma correia transportadora.

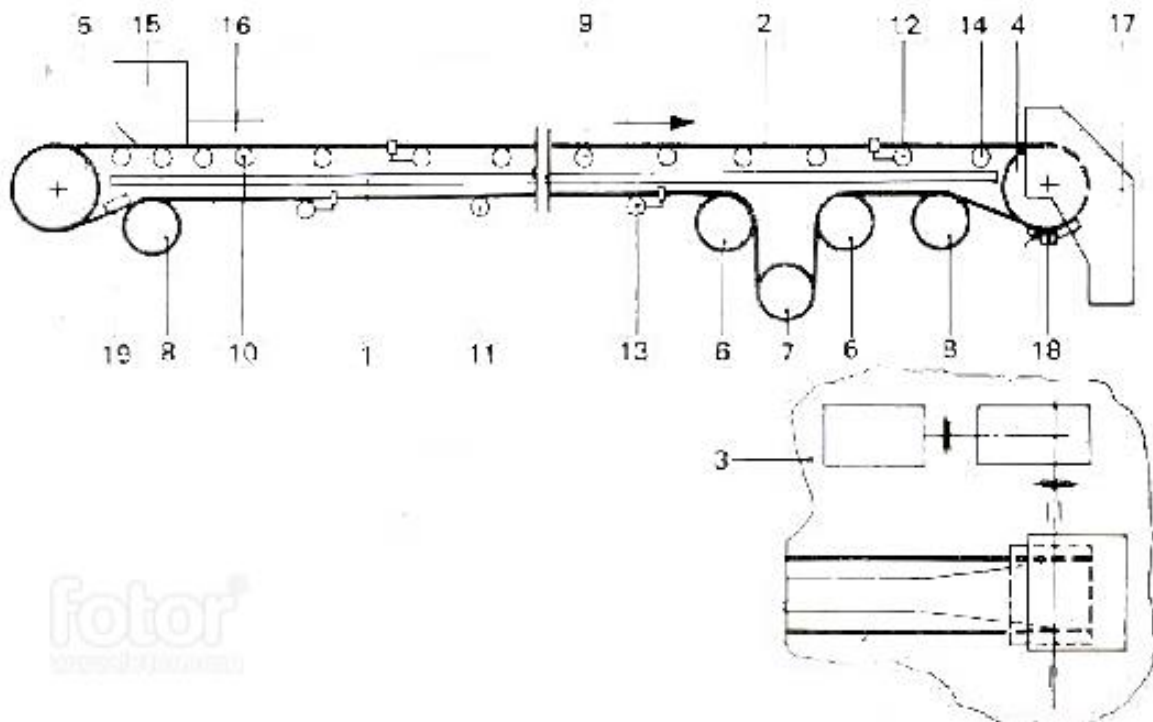
Figura 2.2: Correia transportadora de longa distância



Fonte: VALE (2021, p. 12)

Os principais componentes de um transportador de correias então demonstrados na Figura 2.3 abaixo.

Figura 2.3: Componentes de uma correia transportadora



Fonte: UFBA (S.D., p. 21)

1 – Estrutura; 2 – Correia Transportadora; 3 – Conjunto de acionamento; 4 – Tambor de acionamento; 5 – Tambor de retorno; 6 – Tambor de desvio; 7 – Tambor de esticamento, 8 – Tambor de encosto, 9 – Rolete de carga; 10 – Rolo de impacto; 11 – Rolo de retorno; 12 – Rolo auto-alinhante de carga; 13 – Rolo auto-alinhante de retorno; 14 – Rolo de transição; 15 – Chute de alimentação; 16 – Guias laterais; 17 – Chute de descarga; 18 – Raspador e 19 – Limpador.

2.1.2. Impacto financeiro das atividades mineralógicas no PIB nacional

Em 2020, o faturamento do setor mineral atingiu a casa dos R\$ 209 bilhões. A arrecadação de tributos por conta da exploração mineral traz benefícios aos estados, e consequentemente para a própria população, pois estes recursos são aplicados nas esferas que servem a sociedade, infraestrutura, saúde e educação (GOVERNO DO BRASIL, 2021).

Segundo Marisete Pereira, secretária executiva do MME, Ministro de Minas e Energia (apud GOVERNO DO BRASIL, 2022): “Em 2021, a produção de bens minerais alcançou R\$ 339 bilhões, crescimento de 62% e uma ótima contribuição para o PIB brasileiro, que deve registrar a expansão de cerca de 5%”.

Uma indústria capaz de influenciar em cerca de 5% IB no Produto Interno Bruto brasileiro necessita buscar evolução contínua, principalmente na abordagem de um processo seguro e sustentável, já que a criação de uma identidade que visa segurança em primeiro lugar possibilita um crescimento em todas as esferas da empresa e previne um problema existente na atualidade, que é o alto número de acidentes e fatalidades no ramo mineral (GOVERNO DO BRASIL, 2021).

2.1.3. Acidentes na indústria de mineração na última década

Constata-se como fato público e notório grandes desastres causados por acidentes na indústria de mineração ocorridos na década passada no Brasil. Os desastres ocorridos em Brumadinho e Mariana entre 2015 e 2019 com o colapso das barragens de rejeitos, fez com que o mundo ficasse em alerta com os riscos existentes nas operações das empresas, criando uma certa urgência no amadurecimento do tema de segurança de processos, principalmente na área de mineração. (LIMA; SANTOS; PENHA, 2022).

Pontua-se outros acidentes ocorridos na mineração com consequências mais leves, que não apresentaram impacto para pessoas, apenas perda financeira, como por exemplo o incêndio na correia transportadora da empresa Rio Tinto ltd, no terminal em Cape Lambert, na Austrália Ocidental. O incêndio ocorreu em 2019, em uma região que detinha a capacidade anual de 205 milhões de toneladas de minério de ferro (BUSINESS STANDARD, 2019). A empresa contesta na justiça que o culpado pelo incêndio era uma empresa externa contratada para realização de manutenção e inspeção, o valor cobrado pelos danos e perdas está avaliado em US\$493 milhões (S&P GLOBAL, 2022).

Cita-se também que um levantamento realizado pela norma AS/NZS 4024.3611:2015 sobre acidentes com transportadores no período de 1993 até dezembro 2012. Tal estudo foi

realizado com objetivo de identificar os eventos perigosos relacionados à segurança de processos, descritos no Quadro 2.2 abaixo:

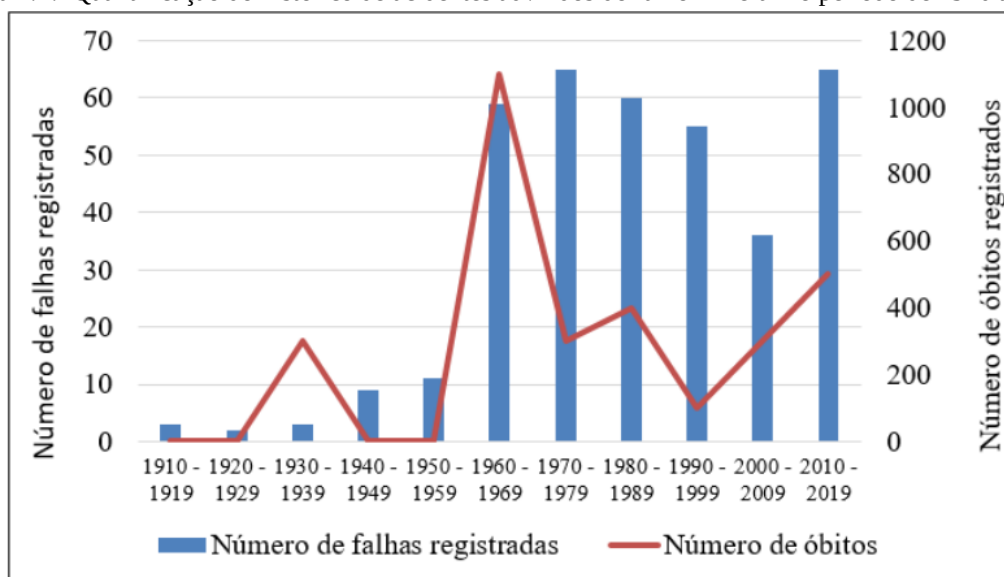
Quadro 2.2: Acidentes operacionais em correias transportadoras

%	QTD.	DESCRIÇÃO
37%	10	Liberação de energia descontrolada por perda no controle da correia
30%	8	Queda de materiais
19%	5	Falha estrutural catastrófica
7%	2	Operação de equipamento inadequada
4%	1	Queima por vapor de material aquecido derramado
4%	1	Eletrocussão

Fonte: (AS/NZS 4024.3610, 2015 apud DE SIQUEIRA *et al*, 2022).

A Figura 2.4 traz dados demonstrando como houve um aumento considerado de falhas e óbitos registrados ocorridos no ramo mineral na década passada, dados agravados principalmente por conta do desastre citado de Mariana e Brumadinho. Aproximadamente 67 falhas e 600 óbitos foram registrados na década passada, enquanto entre 2000 e 2009, 38 falhas e 400 óbitos, observando um aumento de 76,3% de falhas e 50% de óbitos na década passada (LIMA; SANTOS; PENHA, 2022).

Figura 2.4: Quantificação do histórico de acidentes advindos do ramo mineral no período de 1910 até 2019



Fonte: (LIMA; SANTOS; PENHA, 2022).

A partir da análise destes dados, vê-se a necessidade de divulgar, consolidar e aprimorar os conhecimentos referentes a segurança de processo, para que metodologias e técnicas possam

ser aplicadas nas empresas do ramo mineral com intuito de encerrar estatisticamente este avanço nos números de acidentes que resultam em fatalidades.

2.2. METODOLOGIA HIRA E NORMA ISO 31000 PARA SEGURANÇA DE PROCESSOS

2.2.1. ISO 31000 para gestão de riscos

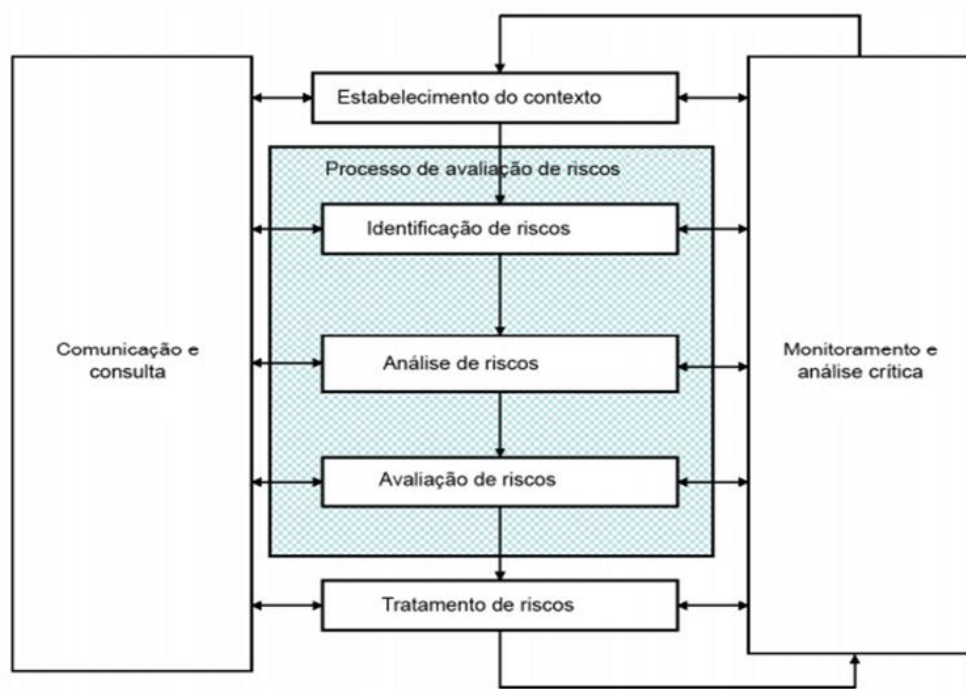
Todas as organizações de diferentes tipos e tamanhos apresentam atividades que envolvem riscos, gerando uma necessidade de gerenciá-los a partir da identificação, análise e avaliação destes riscos. A norma ISO 31000 estabelece princípios que precisam ser atendidos para uma gestão de risco competente, com objetivo de integrar o processo de gerenciamento de riscos na governança, estratégia, planejamento, políticas, valores e culturas em toda organização (ABNT, 2009).

De acordo com a norma, após a implantação da gestão de, alguns benefícios são alcançados, como por exemplo:

- Melhora na identificação de oportunidades e ameaças;
- Atendimento das normas internacionais e requisitos legais e regulatórios pertinentes;
- Melhora na eficácia e na eficiência operacional;
- Melhora na prevenção de perdas e gestão de incidentes.

Entende-se que uma gestão de risco se refere à arquitetura (princípios, estrutura e processo) para gerenciar de forma eficaz, diante disto, a Figura 2.5 traz o processo esquematizado de gestão de risco idealizado pela norma ISO 31000, e essa gestão será a base para aplicação da metodologia HIRA neste trabalho.

Figura 2.5: Processo de gestão de risco proposto pela ISO 31000



Fonte: Adaptado de (ABNT: ISO 31000, 2009).

2.2.2. Metodologia HIRA

A Identificação de Perigos e Análise de Riscos (HIRA) é uma metodologia que engloba atividades envolvidas na identificação de perigos e avaliação dos riscos em uma organização. Tal metodologia garante que os riscos aos funcionários, ao público e ao meio ambiente sejam controlados na faixa de tolerância ao risco da organização (CCPS, 2020).

De acordo com PUROHIT (2018), a metodologia pode ser simplificada através de 4 passos a serem seguidos:

1º Identificar Perigos: Através da aplicação de duas práticas: Identificação de consequências indesejáveis e Identificação de características, sejam materiais, processos ou sistemas, que poderiam produzir a consequência indesejada

2º Avaliar os Riscos: Caracteriza-se pelo estudo das possíveis causas e consequência do evento indesejado, da probabilidade do acidente acontecer, uma vez acontecendo, qual a severidade de impacto que este acidente é capaz de causar. A partir do conjunto severidade x probabilidade é possível atribuir um nível ao risco, para que a partir de uma análise, o mesmo se encontre em uma faixa desejada.

3º Analisar os Riscos: Analisa qual o grau de perigo que o risco tem para as operações de negócios da empresa: pessoas, comunidade, meio ambiente e financeiro. Uma vez que o

risco foi avaliado e nivelado, o mesmo pode receber mudanças em seu nível de acordo com a criação de barreiras preventivas e mitigatórias, visando o tratamento daquele risco.

4º Monitorar e Revisar: Buscando o aprimoramento contínuo e mais segurança nos processos, os riscos que foram caracterizados com maior nível de causar catástrofes requerem maior desenvolvimento de tratamento, para prevenir e mitigar os riscos associados.

A Figura 2.6 consolida as etapas descritas acima da metodologia HIRA, demonstrando similaridade nas etapas definidas no processo de gestão pela ISO 31000, indicando que a metodologia HIRA está embasada nos conceitos propostos pela norma.

Figura 2.6: Etapas da metodologia HIRA

Processo HIRA:



Fonte: adaptado de (PUROHIT *et al*, 2018).

Utiliza-se o termo “ALARP”, *As Low as Reasonably Practicable* que pode ser traduzido como “tão baixo quanto razoavelmente praticável”, para definir que os esforços para reduzir o risco devem ser contínuos até o momento que o sacrifício incremental (em termos de custo, tempo, gasto de recursos) seja muito desproporcional à redução incrementada. A maneira correta de demonstrar que os riscos estão sendo geridos de forma adequada é identificar todos os perigos, compreender o nível do risco, identificar todas as barreiras de prevenção e mitigação e avaliar que essas barreiras são adequadas e eficazes, para enfim o risco estar a um nível tão baixo quanto razoavelmente praticável (AICHE, 2020). A figura 2.5 abaixo ilustra o triângulo da região ALARP.

Figura 2.7: Região ALARP



Fonte: (QSP, 2022).

2.3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E ANÁLISE DE RISCOS

2.3.1. Identificação de perigos

Define-se perigo como uma condição física ou química com potencial de causar danos para pessoas, propriedades, meio ambiente, etc, uma vez que o perigo libera a energia armazenada nele, uma catástrofe ocorre. Entende-se que uma organização deve identificar os perigos em seus processos, para entender os riscos associados a eles, e assim, os riscos são analisados e tratados através de uma implantação de uma gestão de riscos. Identificar perigos requer duas tarefas primordiais: indicar consequências indesejáveis e apontar o “objeto” que poderia produzir tal consequência (CCPS, 2008). Como exemplo, um combustível que está armazenado em um galão apresenta uma energia estagnada que pode causar uma devastação se for liberada. Quais consequências indesejáveis essa energia pode causar? Cita-se como exemplo uma explosão ou incêndio, caso haja contato com uma fonte de ignição.

Os riscos são analisados a partir de técnicas que podem ser qualitativas, semi-quantitativas e/ou quantitativas, e quando abordamos técnicas qualitativas, o objetivo é determinar a significância do potencial de dano que o risco pode causar. A análise se baseia na criatividade e experiência da equipe para identificar causas e potenciais consequências ocasionados pela materialização do risco, para enfim determinar se o risco é significativo (CCPS, 2008).

A técnica APR, Análise Preliminar de Risco, é estruturada para identificar os perigos decorrentes da instalação de unidades, sistemas, ou da própria operação. Esta técnica identifica

eventos perigosos, causas, consequências, e estabelece medidas de controles, e o foco são todos os perigos do tipo evento perigoso ou indesejável, buscando examinar as maneiras pelas quais a energia ou o material pode ser liberado descontroladamente (BARROS, 2013).

Para a análise do cenário de risco, alguns conceitos precisam estar bem fundamentados, são eles (CCPS,2008):

- Causa: Erro não intencional e não planejado que pode ser proveniente de: humanos, falha mecânica de engenharia ou eventos externos.
- Controles Preventivos: Meios para trazer o processo de volta ao “normal” evitando que o impacto ocorra.
- Impacto: Efeitos ocasionados pela ocorrência do MUE: lesões, fatalidades, danos ambientais, materiais e financeiros por meio da interrupção da produção.
- Controles Mitigatórios: Meios para diminuir os danos causados pela ocorrência do MUE: Combate ao fogo, proteção contra explosão, resposta de emergência, etc.

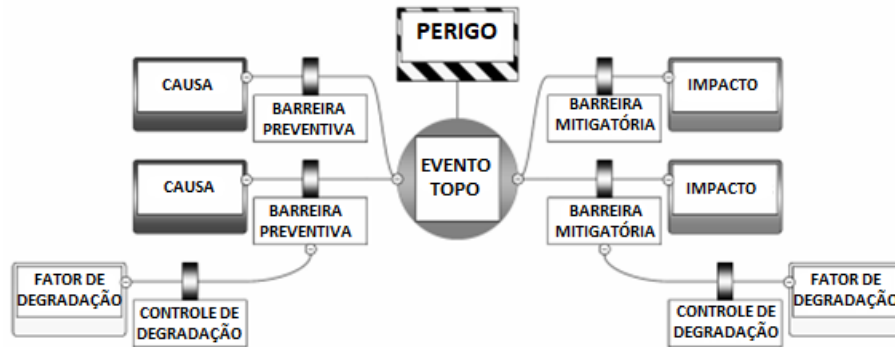
Uma vez que o cenário está criado, é possível avaliar o risco a partir dos conceitos definidos da metodologia HIRA, e com o nível de tolerância do risco estabelecido, torna-se possível analisar os cenários de tolerâncias mais catastróficos a partir da técnica *Bow Tie*, favorecendo a revisão e o aprimoramento da gestão de risco daquele cenário.

2.3.2. Técnica *Bow Tie* para análise de riscos

O *Bow Tie* é um diagrama em formato de gravata borboleta que apresenta potencial de melhorar a segurança do processo, já que sua ilustração promove uma representação clara da avaliação do risco. No diagrama é possível visualizar o perigo, o evento material indesejado, os riscos, consequências, barreiras preventivas, barreiras mitigatórias, e os controles de degradação da barreira. A Figura 2.7 exemplifica a estrutura de um *Bow Tie*, onde a análise se inicia pelo meio, no perigo, e uma vez que a energia armazenada nele foi liberada, há a ocorrência do evento topo. Do lado esquerdo do diagrama, as possíveis causas que podem tirar o perigo do estado estacionário e desencadear o evento topo são listadas, e entre as causas e o perigo, são pontuadas as barreiras preventivas. A partir do acontecimento do evento topo, no lado direito do diagrama, as consequências são indicadas, e entre as consequências e o perigo, as barreiras mitigadoras são reconhecidas. Compreende-se que qualquer barreira pode

apresentar pontos de degradação, originando uma falha na barreira, dessa forma, os mesmos são demonstrados juntamente com controles que buscam mitigar essas falhas (CCPS, 2018).

Figura 2.8: Diagrama *Bow Tie*



Fonte: adaptado de (CCPS, 2018).

Cita-se como um benefício do uso da ferramenta, o melhoramento do conhecimento organizacional frente a gestão de risco, assim como o compartilhamento deste conhecimento para os colaboradores e funcionários. A criação do diagrama deve ser entendida como o início de um processo de gestão sobre o risco, onde o cenário e as barreiras de degradação são levadas em consideração para facilitar na tomada de decisão (CCPS, 2018).

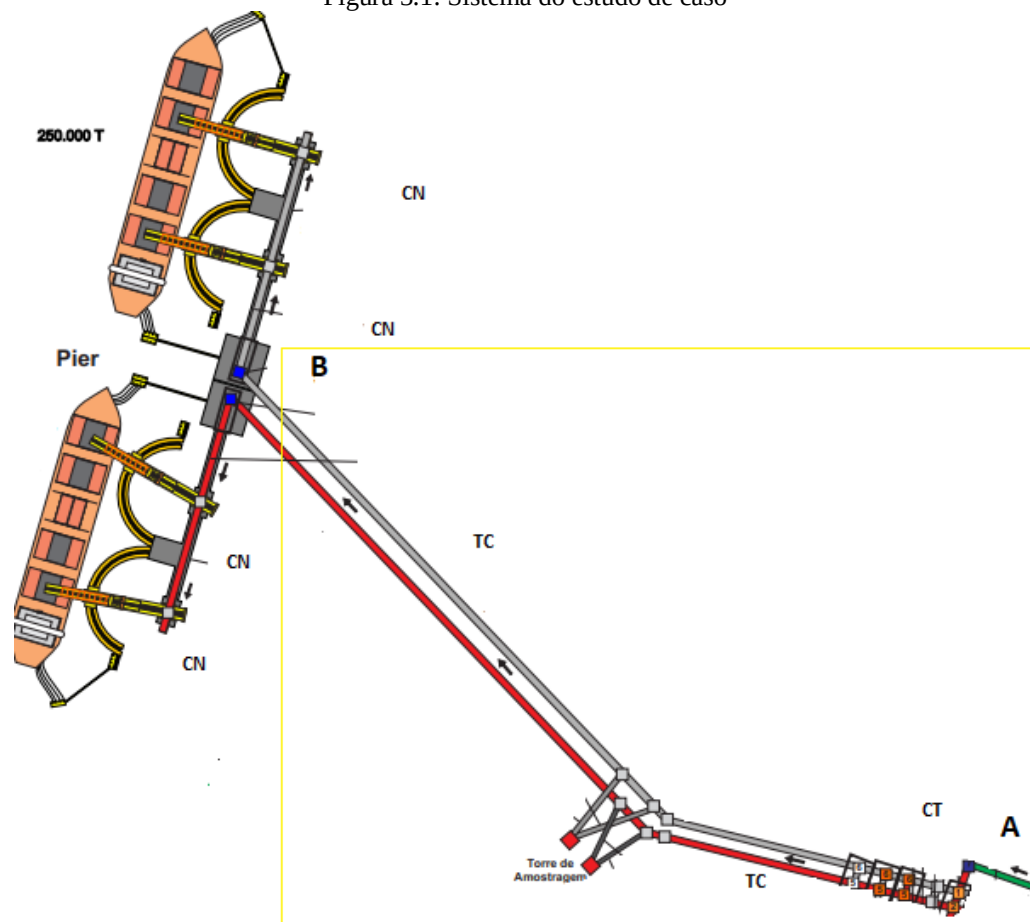
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

O presente trabalho norteia a metodologia HIRA com aplicação central em um estudo de caso presente na indústria da mineração, se embasando na norma ISO 31000 para a gestão de riscos. Os quatro passos da metodologia HIRA são abordados a partir da utilização de duas técnicas: 1 - Análise Preliminar de Risco (APR), uma técnica de avaliação de risco qualitativa que é utilizada para identificar perigos e classificar os riscos; 2 - Diagrama *Bow Tie*, técnica com objetivo de visualização de cenários e barreiras, no presente trabalho adota-se tal diagrama para os riscos não toleráveis com alta criticidade, dando possibilidade de melhora contínua na gestão do risco a partir da identificação de possíveis degradadores de barreiras e soluções dos mesmos.

3.1. ESTUDO DE CASO

Os transportadores de correia apresentam um papel fundamental na movimentação do minério ao longo de todo o processo extrativo, de beneficiamento e de logística para transporte marítimo ou ferroviário. Assim, o estudo de caso refere-se à aplicação de identificação de perigos e análise de riscos em uma correia transportadora (TC) que movimenta o minério de ferro fino a uma vazão de 16000 t/h de uma casa de transferência para o carregador de navio (CN), fazendo um percurso ao longo do píer, no qual a área de estudo foi demarcada com coloração amarela do ponto A até o ponto B, como indicado na Figura 3.1 abaixo.

Figura 3.1: Sistema do estudo de caso

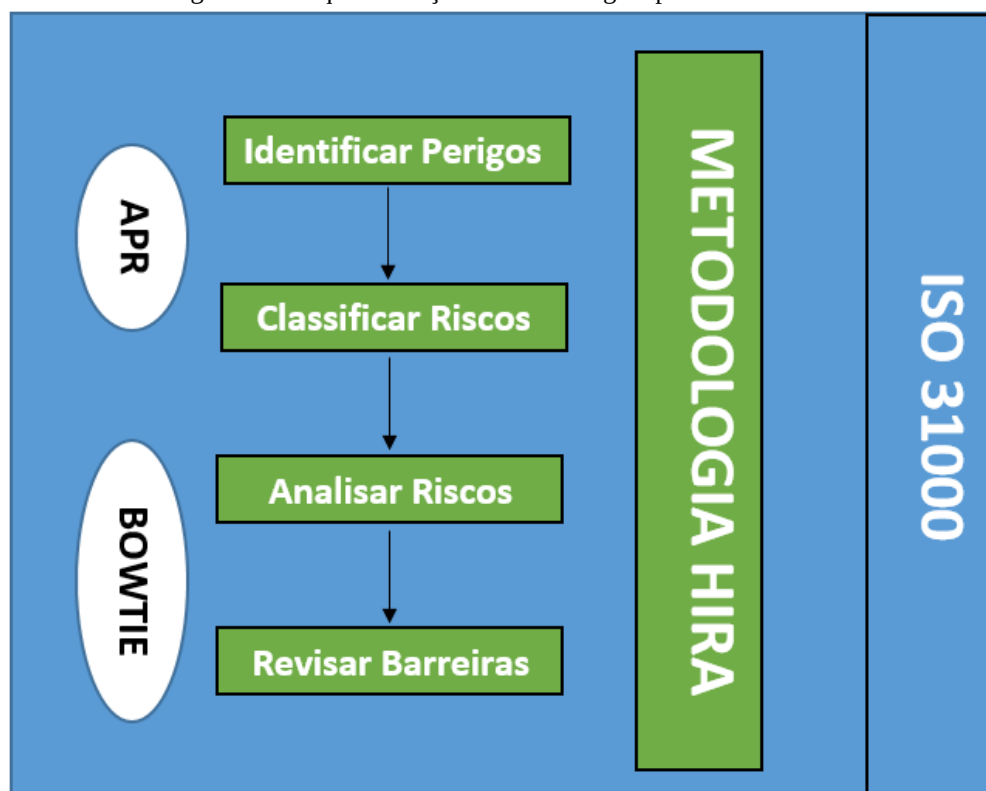


Fonte: (Próprio autor, 2022).

3.2. METODOLOGIA HIRA (ISO 31000)

Uma vez que o objeto de estudo foi escolhido, elabora-se uma esquematização para aplicar o HIRA com fundamentos presente na norma ISO 31000. A Figura 3.2 abaixo reflete a estruturação das etapas do projeto para identificar perigos e analisar os riscos presentes no sistema do estudo de caso.

Figura 3.2: Esquematização da metodologia aplicada no estudo de caso



Fonte: (Próprio autor, 2022).

3.2.1. Identificação de Perigos e Avaliação dos riscos a partir da técnica APR

A partir da esquematização da metodologia, inicia-se a identificação de perigos e avaliação dos riscos no objeto do estudo de caso. Para isto, a técnica qualitativa APR – Análise Preliminar de Risco é aplicada através da seguinte maneira:

1) Construção de uma tabela própria de APR através do software EXCEL para conter informações sobre os perigos, cenários e avaliação dos riscos identificados no objeto de estudo, com análise para três dimensões: pessoas, meio ambiente e perda financeira, baseada na APR apresentada no livro da CCPS (2008), indicado na Figura 3.3;

2) Realização de um estudo de dados a partir de palavras-chaves: “Transportador”; “Correia”; “Transportador de Correia”, em planilhas com dados de riscos nas dimensões pessoas e meio ambiente identificados durante aplicações do HIRA em sites físicos de empresas do ramo mineral, com objetivo de identificar os cenários que apresentam concordância com o objeto do estudo de caso deste trabalho, e assim preencher a tabela APR.

Figura 3.3: Cabeçalho APR

Area:		Data:		
		Equipe multidisciplinar:		
		Página: 1		
Perigo:	Causa:	Efeitos:	Categoria do Risco:	Barreiras Preventivas e Mitigatórias:

Fonte: Adaptado (CCPS, 2008).

3) Os riscos identificados também foram analisados na dimensão perda financeira, já que a planilha base do HIRA apenas apresentava riscos nas dimensões pessoas e meio ambiente, é sabido que os riscos apresentam uma possibilidade de paralisar as operações causando alto déficit monetário por perda de produto comercializado, abaixo segue a fórmula para cálculo:

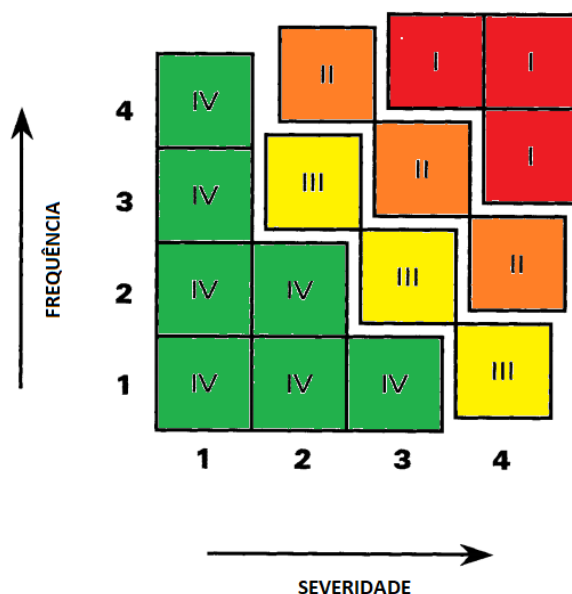
$$\text{Perda financeira (US\$)} = \text{EBITDA} * \text{Vm}(\text{op correia}) * \text{dias inoperantes} \quad (1)$$

EBITDA – valor comercial do minério por tonelada; Vm(op correia) – Vazão mássica de operação da correia transportadora, Dias inoperantes – Quantidade de dias que a correia permaneceu paralisada.

Sabe-se que, para análise de risco qualitativo, ou seja, uma construção de uma APR, necessita-se que uma equipe multidisciplinar esteja envolvida, além das informações da planta do local que sofrerá o estudo de risco. Todavia, neste trabalho, não foi possível ter acesso a informações de plantas privadas de empresas do ramo mineral para realização do estudo da correia transportadora, assim como a formalização de uma equipe multidisciplinar. Portanto, supõe-se que a planilha HIRA utilizada como base para preenchimento da APR contida neste trabalho, realizou uma análise de risco na mesma correia transportadora do estudo de caso apresentado na seção 3.1, ou seja, são sistemas idênticos, tornando assim factível o uso dos cenários de riscos listados na planilha HIRA para o preenchimento da APR neste trabalho. Vale ressaltar que a planilha HIRA foi construída por uma equipe multidisciplinar e com dados reais de um site de empresa do ramo mineral.

Uma vez que o perigo foi identificado e o cenário foi preenchido na tabela de APR, é possível avaliar o grau do risco. A avaliação é realizada a partir da análise de uma matriz de risco, e neste trabalho utiliza-se a matriz presente no livro da CCPS (2008), como demonstrado na Figura 3.4 abaixo.

Figura 3.4: Matriz de Risco



Fonte: Modificado (CCPS,2008)

Os valores de frequência, severidade e grau de risco da Matriz se referem as seguintes descrições para análise de risco (Quadros 3.1; 3.2.; 3.3; 3.4 e 3.5):

Quadro 3.1: Categorias de frequência

Frequência	Descrição
1	Espera-se que não ocorra durante a vida útil do equipamento
2	Espera-se que ocorra uma vez durante a vida útil do equipamento
3	Espera-se que ocorra várias vezes durante a vida útil do equipamento
4	Espera-se que ocorra mais de uma vez por ano

Fonte: Adaptado (CCPS, 2008).

Quadro 3.2: Categorias de severidade (Pessoas)

Severidade	Descrição
1	Sem lesões ou efeitos na saúde
2	Pequenas lesões ou efeitos na saúde
3	Lesões ou efeitos medianos na saúde
4	Morte ou efeitos severos na saúde

Fonte: Adaptado (CCPS, 2008).

Quadro 3.3: Categorias de severidade (Meio Ambiente)

Severidade	Descrição
1	Sem efeitos negativos ao ambiente
2	Pequenos efeitos negativos
3	Efeitos negativos consideráveis
4	Efeitos negativos com grande impacto

Fonte: Adaptado (CCPS, 2008).

Quadro 3.4: Categorias de severidade (Perda Financeira)

Severidade	Descrição
1	Menor que 0,1 M US\$
2	Entre 0,1 e 1 M US\$
3	Entre 1 e 10 M US\$
4	Mais de 10 M US\$

Fonte: Adaptado (CCPS, 2008).

Vale ressaltar que os riscos captados a partir de outras tabelas HIRA apresentavam uma matriz de risco diferente, a matriz de risco apresentava 6 níveis de severidade e 5 níveis de frequência, então, para manter o equilíbrio com a matriz deste presente trabalho, foi realizado o seguinte enquadramento:

1 - Os riscos captados de níveis 1 para frequência e severidade foram enquadrados como nível 1 na matriz de risco deste trabalho para frequência e severidade.

2 - Os riscos captados de níveis 2 e 3 para frequência e severidade foram enquadrados como nível 2 na matriz de risco deste trabalho para frequência e severidade.

3 - Os riscos captados de níveis 4 para frequência e 4 e 5 para severidade foram enquadrados como nível 3 na matriz de risco deste trabalho para frequência e severidade.

4 - Os riscos captados de níveis 5 para frequência e 5 e 6 para severidade foram enquadrados como nível 4 na matriz de risco deste trabalho para frequência e severidade.

Quadro 3.5: Categorias de grau de risco

Grau	Categoria	Descrição
I	Inaceitável	O grau do risco deve ser diminuído para o nível III ou menor a partir da implantação de controles de engenharia e administrativos em um período de 6 meses.
II	Indesejável	O grau do risco deve ser diminuído para o nível III ou menor a partir da implantação de controles de engenharia e administrativos em um período de 12 meses.
III	Aceitável com controles implementados	Verificar se os procedimentos e controles estão sendo aplicados para ser aceitável
IV	Aceitável	Sem ação requerida

Fonte: Adaptado (CCPS, 2008).

Com os cenários de risco preenchidos na APR e com nível avaliado, aplica-se o entendimento da região ALARP para os riscos de nível III; enquanto os riscos de nível I e II que estão fora da região, são tratados como intoleráveis, conforme indicação da Figura 2.7.

3.2.2. Análise dos riscos e revisão das barreiras a partir do diagrama *Bow Tie*

Entende-se que os riscos de nível I e II, concebidos como intoleráveis, necessitam de uma ação do que tange a gestão de riscos de uma empresa, para que sejam reduzidos para a região *ALARP*, então, no presente trabalho, os riscos que são intoleráveis e apresentam severidade muito crítica (nível 4), tem suas barreiras e cenários avaliados através do diagrama *Bow Tie*, para que o risco tenha uma visibilidade e compreensão de forma rápida, assim como a possibilidade de identificar os degradadores das barreiras. O *Bow Tie* é construído pelo software BowTieXP e exportado como imagem, semelhante ao indicado no tópico “2.3.2. Técnica *Bow Tie* para análise de riscos”.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. PLANILHA APR

A tabela APR recebeu a seguinte configuração em seu cabeçalho: Data; Equipe Multidisciplinar; Página nº; Número do cenário; Perigo; Evento; Dimensão analisada; Causa; Consequência; Controles Preventivos; Controles Mitigatórios; Frequência; Severidade e Nível do risco.

Entende-se que esta configuração do cabeçalho facilita o entendimento dos dados preenchidos na planilha, pois uma vez sendo necessário utilizar a planilha para um estudo posterior, a separação dos dados em colunas corrobora para a rápida leitura e compreensão. Abaixo, vê-se a tabela 4.1, a APR desenvolvida:

Tabela 4.1: Planilha APR

Análise Preliminar de Risco (APR)											
DATA:											
Equipe Multidisciplinar:										Nº da página:	
Número do cenário	Perigo	Evento	Dimensão analisada	Causas	Consequências	Controles Preventivos	Controles Mitigatórios	Frequência	Severidade	Nível Risco	OBS:

Fonte: Próprio autor.

4.2. CENÁRIOS DE RISCO PREENCHIDOS NA TABELA APR

Os cenários selecionados a partir do HIRA foram utilizados para preencher a planilha da APR. Inicialmente com 4 cenários de riscos avaliados nas dimensões pessoas e meio ambiente, porém, este valor foi acrescentado por conta da análise em dimensões distintas, ou seja, identificou-se apenas 2 eventos, são eles: “Perda/Colapso da correia transportadora” e “Incêndio na correia transportadora”.

A análise na dimensão perda financeira foi realizada nestes 2 eventos, para complementar o preenchimento da APR, seguindo a equação 1. A reportagem publicada no site InfoMoney, em 22 de outubro de 2021, traz informações que uma planta de uma mineradora ficou paralisada por 18 dias devido a um incêndio em correia transportadora. Essa informação serviu como input para o cálculo, já que ela abrange aos 2 eventos identificados neste trabalho. De acordo com a reportagem da UOL, publicado em 28 de julho de 2022, o EBITDA do minério de ferro apresentou valor médio de US\$113,00/tonelada, este valor foi usado como input para o cálculo.

Então, a partir dos valores expressos acima e com a vazão mássica de operação da correia em 16000 tonelada/h, o cálculo de perda financeira da não comercialização do minério de ferro ocasionada por paralisação do equipamento foi avaliado em:

$$Perda\ financeira\ (US\$) = \frac{US\$ 113,00}{tonelada} * \frac{16000\ tonelada}{h} * \left(\frac{24h}{1dia}\right) * 18\ dias$$

$$Perda\ financeira\ (US\$) = 781.056.000,00$$

Por fim, realizou-se a análise dos níveis de Frequência, Severidade e Risco para as dimensões pessoas, meio ambiente e perda financeira, através dos Quadros 3.1; 3.2, 3.3 e 3.4. Um total de 6 cenários de riscos foram preenchidos na planilha e o resultado é apresentado abaixo na Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Planilha APR preenchida com cenários de risco

Análise Preliminar de Risco (APR)											
DATA:											
Equipe Multidisciplinar:											Nº da página:
Número do cenário	Perigo	Evento	Dimensão analisada	Causas	Consequências	Controles Preventivos	Controles Mitigatórios	Frequência	Severidade	Nível Risco	OBS:
1	Transporte de Fe através da Correia Transportadora	Perda/Colapso da Correia Transportadora	Pessoas	Acumulo de material nas estruturas Colisão de máquinas, equipamentos e veículos em estruturas Perda de integridade estrutural Sobrecarga Operacional Rompimento da correia Excesso de carga no contrapeso Queda de tambor Desalinhamento de correia	Múltiplas fatalidades Incêndio/Explosão levando a fatalidades ou efeitos severos à saúde	Sinalização nas vias e bloqueio de áreas restritas Inspeção de falha estrutural Balança Sistema de detecção, alarme e intertravamento da alimentação Sistema de limpeza (Raspador) Escaneamento a laser das correias Tratamento de superfície para anti-corrosão Chave de desalinhamento	PAE - Plano de atendimento a emergência Sistema de combate e proteção a incêndio Plano de gestão de crises	3 - Espera-se que ocorra várias vezes durante a vida útil do equipamento	4 - Morte ou efeitos severos à saúde	I - Inaceitável	Realizar inspeção e limpeza da estrutura para evitar acúmulos de minério
2	Transporte de Fe através da Correia Transportadora	Perda/Colapso da Correia Transportadora	Meio ambiente	Acumulo de material nas estruturas Colisão de máquinas, equipamentos e veículos em estruturas Perda de integridade estrutural Sobrecarga Operacional Rompimento da correia Excesso de carga no contrapeso Queda de tambor Desalinhamento de correia	Contaminação ambiental de solos/recursos hídricos	Sinalização nas vias e bloqueio de áreas restritas Inspeção de falha estrutural Balança Sistema de detecção, alarme e intertravamento da alimentação Sistema de limpeza (Raspador) Escaneamento a laser das correias Tratamento de superfície para anti-corrosão Chave de desalinhamento	PAE - Plano de atendimento a emergência Sistema de combate e proteção a incêndio Plano de gestão de crises	3 - Espera-se que ocorra várias vezes durante a vida útil do equipamento	4 - Efeitos negativos com grande impacto ao ambiente	I - Inaceitável	Realizar inspeção e limpeza da estrutura para evitar acúmulos de minério

Fonte: Próprio autor.

3	Transporte de Fe através da Correia Transportadora	Perda/Colapso da Correia Transportadora	Perda Financeira	Acumulo de material nas estruturas Colisão de máquinas, equipamentos e veículos em estruturas Perda de integridade estrutural Sobrecarga Operacional Rompimento da correia Excesso de carga no contrapeso Queda de tambor Desalinhamento de correia	Paralisação da produção Incêndio/Explosão do equipamento	Sinalização nas vias e bloqueio de áreas restritas Inspeção de falha estrutural Balança Sistema de detecção, alarme e intertravamento da alimentação Sistema de limpeza (Raspador) Escaneamento a laser das correias Tratamento de superfície para anti-corrosão Chave de desalinhamento	PAE - Plano de atendimento a emergência Sistema de combate e proteção a incêndio Plano de gestão de crises	3 - Espera-se que ocorra várias vezes durante a vida útil do equipamento	4 - Perda financeira calculada para mais de 10M US\$	I - Inaceitável	Realizar inspeção e limpeza da estrutura para evitar acúmulos de minério
4	Transporte de Fe através da Correia Transportadora	Incêndio na Correia Transportadora	Pessoas	Superaquecimento/atrito nos rolos Sobrecarga de material sobre a correia Curto circuito no sistema elétrico da correia	Múltiplas fatalidades	Inspeção termográfica dos rolos Balança Sistema de detecção, alarme e intertravamento da alimentação Sistema de limpeza (Raspador) Escaneamento a laser das correias Sistema de parada de emergência	PAE - Plano de atendimento a emergência Sistema de combate e proteção a incêndio Plano de gestão de crises	2 - Espera-se que ocorra uma vez durante a vida útil do equipamento	4 - Morte ou efeitos severos à saúde	II - Indesejável	

5	Transporte de Fe através da Correia Transportadora	Incêndio na Correia Transportadora	Meio ambiente	Superaquecimento/atrito nos rolos Sobrecarga de material sobre a correia Curto circuito no sistema elétrico da correia	Contaminação ambiental de solos/recursos hídricos	Inspeção termográfica dos rolos Balança Sistema de detecção, alarme e intertravamento da alimentação Sistema de limpeza (Raspador) Escaneamento a laser das correias Sistema de parada de emergência	PAE - Plano de atendimento a emergência Sistema de combate e proteção a incêndio Plano de gestão de crises	2 - Espera-se que ocorra uma vez durante a vida útil do equipamento	4 - Efeitos negativos com grande impacto ao ambiente	II - Indesejável	
6	Transporte de Fe através da Correia Transportadora	Incêndio na Correia Transportadora	Perda Financeira	Superaquecimento/atrito nos rolos Sobrecarga de material sobre a correia Curto circuito no sistema elétrico da correia	Incêndio/Explosão do equipamento	Inspeção termográfica dos rolos Balança Sistema de detecção, alarme e intertravamento da alimentação Sistema de limpeza (Raspador) Escaneamento a laser das correias Sistema de parada de emergência	PAE - Plano de atendimento a emergência Sistema de combate e proteção a incêndio Plano de gestão de crises	2 - Espera-se que ocorra uma vez durante a vida útil do equipamento	4 - Perda financeira calculada para mais de 10M US\$	II - Indesejável	

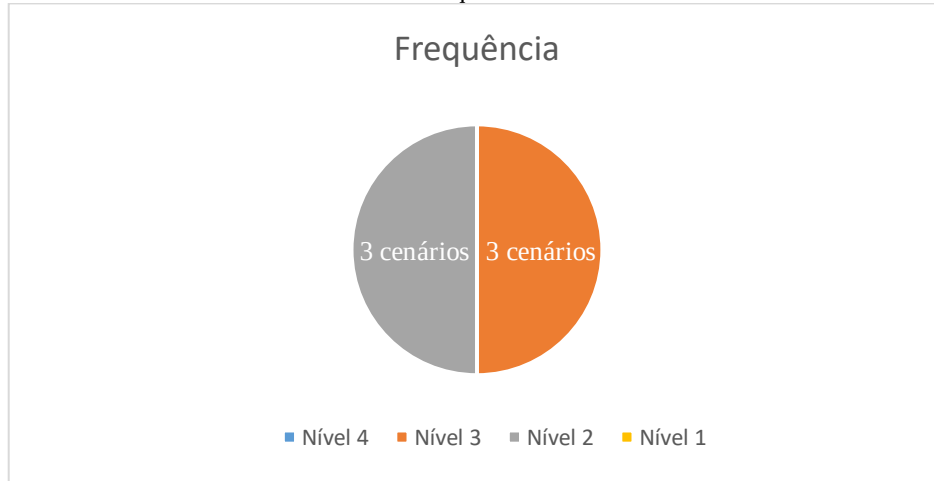
Os 6 cenários de riscos apresentaram as seguintes avaliações de severidade, frequência e nível de risco: todos os cenários apresentaram severidade nível 4, 3 riscos tiveram a frequência nível 3, e os demais nível 2. Com a avaliação da severidade x frequência, 3 riscos foram avaliados como nível I (inaceitáveis), e os demais nível II (indesejáveis). Como demonstrado nas Figuras 4.1; 4.2 e 4.3:

Gráfico 4.1: Severidade dos cenários



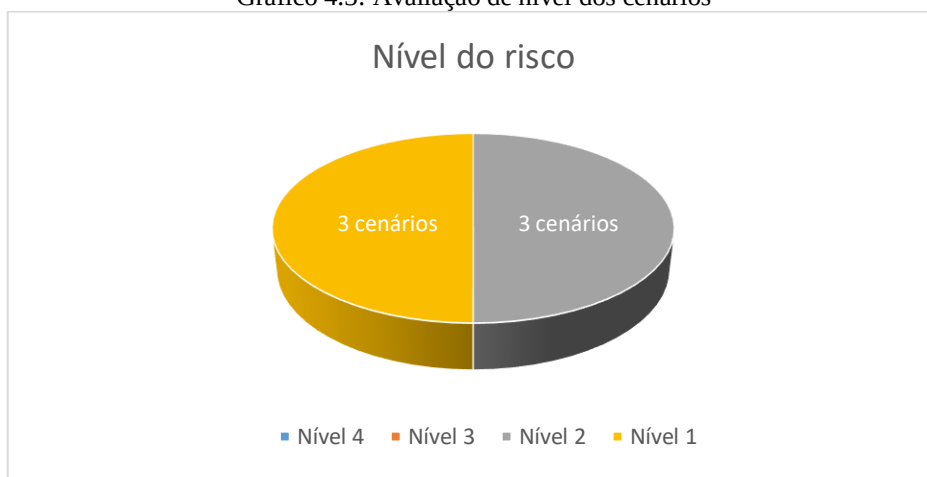
Fonte: Próprio autor.

Gráfico 4.2: Frequência dos cenários



Fonte: Próprio autor.

Gráfico 4.3: Avaliação de nível dos cenários



Fonte: Próprio autor.

Segundo um estudo realizado pela norma AS/NZS 4024.3611,2015, responsável por trazer atributos para fiscalização de correias, 19% dos acidentes ocorridos entre 1993 e 2012 relacionados com correias transportadoras referem-se a falha estrutural catastrófica do equipamento, em outras palavras, perda parcial ou total da estrutura do equipamento (AS/NZS 4024.3610, 2015 apud DE SIQUEIRA *et al*, 2022). Dito isso, o evento preenchido na planilha APR “Perda/Colapso da correia transportadora” corrobora na gestão do risco e na busca pela prevenção de um problema recorrente na indústria, e este foi tratado com “Inaceitável” no presente trabalho.

O evento “Perda/Colapso da correia transportadora” apresenta 8 possíveis causas do risco e 2 consequências em cada dimensão analisada. Dentre as causas descritas, perda de integridade estrutural, queda de tambor e colisão de máquinas, equipamentos e veículos em estruturas, são as com maior possibilidade de materializar o evento, gerando os impactos a pessoas, meio ambiente e financeiro.

Este evento por caracterizar-se com diversos tipos de causas distintas, sofre de uma probabilidade maior para a ocorrência de uma destas ao longo da vida útil do equipamento, e mesmo que controles possam estar implementados, a quantidade e a qualidade de barreiras apresentadas pode não ser o suficiente para evitar a ocorrência deste evento, já que eles podem apresentar falhas em caso de má gestão, sendo necessária uma análise aprofundada nestas barreiras, portanto destinou-se a classificação 3 para a frequência deste evento.

Quando se comenta sobre as consequências da materialização do evento descrito no parágrafo anterior, entende-se que o local onde a correia está presente é crítico para as dimensões analisadas. O equipamento segue em direção ao píer para realizar o carregamento do navio, então, ao referir “Pessoas”, o local apresenta elevada locomoção de operadores, seja

a pé ou por micro-ônibus, gerando assim um risco de vida humana com o evento sendo concretizado. A criticidade pode ser pontuada também quando o “Meio Ambiente” é analisado, já que em volta da correia transportadora existe não só o solo que pode ser poluído, mas também um corpo hídrico, e entende-se que a perda deste minério para o mar, acarretaria em danos ambientais severos, ainda mais se tratando da vazão de operação da correia. Assim como a “Perda Financeira”, dimensão não menos importante que as demais, já que as operações com transportadores apresentam um valor de parada por hora avaliado em mais de 60.000 dólares, um prejuízo em avaliações gigantescas ao se tratar de um evento como este, de perda do transportador. Dito isso, devido a estas possibilidades de impactos, a severidade foi demarcada como nível máximo (4). Juntando as avaliações de severidade e probabilidade, o evento “Perda/Colapso da correia transportadora” é caracterizado com nível mais elevado, o inaceitável.

A mesma linha de raciocínio para a severidade é aplicada para o evento “Incêndio na correia transportadora”, devido ao impacto crítico nas dimensões analisadas com a ocorrência deste risco. Por conta disso, este evento também recebeu severidade nível 4, máxima.

Entretanto, este apresenta 3 causas e apenas 1 consequência, e dentre as causas, lista-se o superaquecimento/atrito dos rolos sendo o de maior possibilidade para materializar o evento, pois as temperaturas em rolos podem passar os 100°C, sendo fonte iniciadora de um incêndio. Mas, por conta de um menor número de causas para ocorrência do evento e uma quantidade superior de controles, a possibilidade de ocorrência do risco foi avaliada em nível 2 de frequência, onde espera-se que o mesmo possa ocorrer uma vez durante a vida útil do equipamento. Então, a partir das avaliações de severidade e probabilidade, o evento “Incêndio da correia transportadora” é caracterizado com nível II, o indesejável.

Entende-se que os riscos estão fora da região ALARP e são considerados intoleráveis, portanto, é necessário aplicar ações para que o nível do risco seja diminuído. Então, foram propostas algumas ações de recomendações para o risco com nível I, Perda/Colapso da correia transportadora, por conta da necessidade de gestão imediata devido ao alto alerta referente a este risco. Abaixo, o Quadro 4.1 enumera as ações a serem executadas:

Quadro 4.1: Ações recomendadas para o cenário de risco Perda/Colapso da Correia Transportadora (Pessoas)

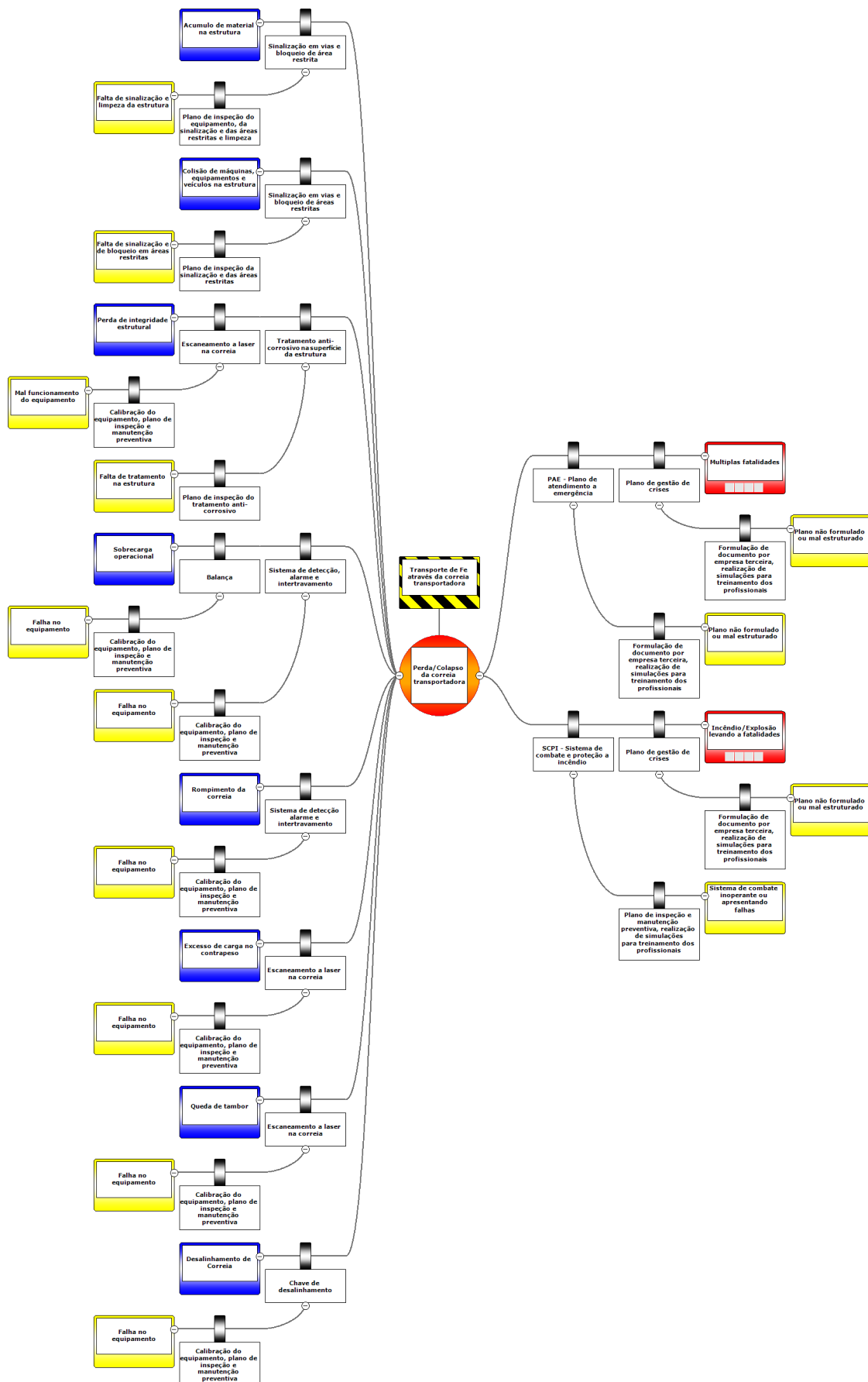
Nº Ação	Categoria	Plano de Ação
I	ADMINISTRATIVA	Criação de diagrama BOW TIE para facilitar a análise de risco deste evento e melhorar a gestão de risco
II	ENGENHARIA	Implementar novos controles preventivos e mitigatórios para que a o nível de risco seja diminuído para a faixa da região ALARP
III	ENGENHARIA	Verificar a performance dos controles para certificar o funcionamento destes.

Fonte: Próprio autor.

4.3. DIAGRAMA BOW TIE

O evento inaceitável “Perda/Colapso da correia transportadora” foi selecionado para a diagramação através do *Bow Tie* pois, além deste ter maior colocação de atenção ao nível de risco, o mesmo apresenta uma quantidade maior de controles que precisam ser gerenciados para que o evento possa ser evitado/mitigado de forma eficiente. Como possibilidade de contribuir na gestão de risco, o *Bow tie* é criado para o cenário analisado na dimensão pessoas, por se tratar do maior perigo que o processo oferece, que é retirar vidas humanas. A partir da análise dos controles no *Bow tie*, foi possível criar degradadores para cada controle, e controle para os degradadores, ao todo, 8 controles preventivos e 3 mitigatórios foram preenchidos na planilha do cenário nº 1. Todavia, no diagrama *Bow tie*, cada causa/consequência apresenta vínculo com 1 ou mais controles preenchidos na tabela APR, então alguns controles são duplicados pois se enquadram em outras causas/consequências. A partir disto, ao todo ficaram 10 controles preventivos e 4 controles mitigatórios, com um total de 14 degradadores de controles e outros 14 controles destes degradadores. A Figura 4.4 ilustra o diagrama criado deste cenário.

Figura 4.4: Diagrama *Bow tie* do cenário de risco Perda/Colapso da Correia Transportadora (Pessoas)



Fonte: Próprio autor.

Dentre os 10 controles preventivos, pontua-se os controles que estão prevenindo as causas com maior possibilidade de materializar o evento, são eles: “Escaneamento a laser das correias”, “Sinalização nas vias e bloqueio das áreas restritas” e “Tratamento anticorrosivo na superfície da estrutura”.

O escaneamento a laser das correias analisa a estrutura em busca de imperfeições que podem ocasionar a perda do equipamento. Um degradador deste controle é a falha durante uso do equipamento, o laser descalibrado remeteria uma análise errônea da estrutura, dando margem para ocorrência do evento. Logo, é imprescindível que o laser esteja calibrado, e com planos de inspeção e manutenção para que o mesmo esteja funcionando bem.

A sinalização nas vias e áreas restritas favorecem na preservação da saúde física dos operadores, já que um local bem sinalizado direciona as pessoas para as vias seguras do site operacional, assim como as áreas restritas impossibilitam a entrada deles em locais inseguros com maior exposição ao risco. Dito isso, o degradador no qual a sinalização e o bloqueio das áreas restritas não estão implementados de forma correta, cria-se um risco para os operadores presente neste local, então, um plano de inspeção com objetivo de conferir a implementação do controle é uma ação positiva para a boa gestão do controle.

Por fim, o tratamento anticorrosivo na superfície da estrutura da correia incrementa uma segurança que é um diferencial para prevenção da concretização do risco. Sabe-se que a estrutura metálica é exposta constantemente a elementos que favorecem a corrosão, como o oxigênio e a água, e por isso o tratamento se torna uma ação valiosa, aumentando a segurança e a vida útil do equipamento. Uma falta de inspeção no equipamento traz a incerteza de que o tratamento está sendo realizado, com isso, o plano de inspeção e manutenção preventiva confirma que o risco presente esteja sendo gerido corretamente.

Dentre os 4 controles mitigatórios, lista-se o controle “SPCI – Sistema de Proteção e Combate a Incêndio” que busca combater possíveis incêndios na correia transportadora. Um degradador deste controle é o sistema estar inoperante ou com falhas em seu funcionamento, dando margem para o impacto ser mais devastador. Contudo, é necessário que inspeções no sistema sejam realizadas, assim como simulações para aferir que o SPCI funciona, contribuindo ainda no treinamento dos funcionários para lidarem com a ocorrência de um evento deste.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

5.1 CONCLUSÃO

Entende-se que o ramo mineral é responsável por 5% do PIB nacional, oferecendo produtos para variados tipos de indústrias, como fertilizantes, metalúrgicas e siderúrgicas (FIEG, 2021). Países em desenvolvimento apresentam uma dependência de atividades primárias como a indústria da mineração por conta da contribuição no PIB que o setor oferece, porém, é entendido que historicamente a atividade minerária tem sido uma das atividades que apresentam maior risco quanto a segurança do processo produtivo (CANDIA *et al*, 2009). Tendo em vista que os casos de acidentes no setor mineralógico aumentaram na década passada, assim como os números de óbitos (um aumento de 76,3% de falhas e 50% de óbitos), é perceptível que os riscos dos processos das empresas mineralógicas não estavam sendo gerenciados de forma eficiente, logo, vê-se a necessidade do presente estudo, em difundir assuntos referentes a segurança de processo.

A metodologia HIRA foi aplicada em 4 passos: Identificação de perigos, Avaliação dos Riscos, Análise dos Riscos e Revisão e Manutenção. Estes passos seguiam também a diretriz de gestão de riscos operacionais que a norma ISO 31000 espera que uma organização realize. Tanto a metodologia quanto a norma foram essenciais no planejamento deste trabalho, e sabe-se que o planejamento é uma etapa importante para que os riscos de uma empresa possam ser gerenciados de forma correta. Portanto, a metodologia HIRA se mostrou eficaz para a análise de risco do estudo de caso apresentado, já que os 4 passos foram aplicados com sucesso, e com isso as ameaças foram identificadas, obtendo uma melhora na prevenção de perdas e gestão de incidentes.

A partir do HIRA, 6 cenários foram preenchidos na APR, sendo 2 eventos (Perda/Colapso da correia transportadora e Incêndio/Explosão da correia transportadora) analisados em 3 dimensões distintas (pessoas, meio ambiente e financeiro). Dentre os 6 cenários, todos apresentaram severidade nível 4, 3 apresentaram frequência nível 3 e outros 3 apresentaram frequência nível 2, totalizando 3 riscos avaliados como inaceitáveis, e 3 riscos avaliados como indesejáveis. O *Bow tie* foi criado de forma amostral para o evento inaceitável (Perda/Colapso da correia transportadora) analisado na dimensão pessoas, com um total de 8 causas, 10 controles preventivos, 2 consequências e 4 controles mitigatórios. A partir do *Bow tie* foi possível identificar 14 degradadores de controles e 14 controles de degradadores.

Percebe-se que o presente trabalho demonstrou como uma operação de transporte de um minério através de correias transportadoras apresenta riscos operacionais que podem atingir as áreas de negócios da empresa. Então, tornou-se fundamental identificar perigos e avaliar os riscos para que estes sejam toleráveis, apesar do trabalho abordar os conceitos de forma sucinta, o mesmo foi capaz de denotar a importância do tema para as operações, e assim as empresas continuarem evoluindo e tornando os processos seguros.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Entende-se que a APR é uma técnica inicial para análise de riscos, outras técnicas podem ser aplicadas para contemplar problemas e dimensões maiores dos processos. O trabalho se trata de analisar riscos de uma correia transportadora, então a técnica HAZOP, que enquadra a operabilidade do equipamento é um norte para o seguimento do trabalho. Além das técnicas qualitativas, técnicas semi-quantitativas podem ser exploradas, o LOPA que é uma destas, pode ser aplicada para consolidar o trabalho em análises numéricas sobre as barreiras aplicadas nos cenários de risco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AS/NZS 4024.3610, 2015: Safety of machinery Part 3611: **Conveyors – Belt conveyors for bulk materials handling**. Disponível em: <https://www.standards.govt.nz/shop/asnzs-4024-36112015/>. Acesso em: 24 de Novembro de 2022.

ALIZADEH, S.S; MOSHASHAEI, P. **The Bowtie method in safety management system: A literature review**. *Scientific Journal of Review*, v. 4, nº 20, 09 de agosto de 2020.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/339439384_The_Bowtie_method_in_safety_management_system_A_literature_review. Acesso em: 01 de Abril de 2022.

ABNT. **NBR 31000: Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes**. Rio de Janeiro, p. 7, 30 de Novembro de 2009. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4656830/mod_resource/content/1/ISO31000.pdf. Acesso em: 01 de Abril de 2022.

AICHE. **ALARP Demonstration: The How to Guide**. Disponível em:

<https://www.aiche.org/academy/videos/conference-presentations/alarp-demonstration-how-guide>. Acesso em: 26 de Setembro de 2022.

BARROS, S. S. **Análise de Riscos**. 1. ed. Paraná: Instituto Federal Paraná – Educação à Distância, 2013. p. 11-149.

BUSINESS STANDARD. **Blaze damages Rio Tinto's Cape Lambert iron-ore export facility**. Disponível em: https://www.business-standard.com/article/reuters/blaze-damages-rio-tinto-s-cape-lambert-iron-ore-export-facility-119011000623_1.html. Acesso em: 20 de Novembro de 2022.

CANDIA, R. C. *et al.* **Análise de acidentes fatais na mineração – o caso da mineração no Peru**. *Revista Escola de Minas*, v. 62, nº 4, dezembro de 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250037284_Analise_de_acidentes_fatais_na_mineracao_o_caso_da_mineracao_no_Peru#:~:text=Esse%20artigo%20analisa%20os%20acidentes%20fatais%20na%20minera%C3%A7%C3%A3o,provocados%20por%20queda%20de%20rochas%20em%20minas%20subterr%C3%A2neas. Acesso em: 01 de Abril de 2022.

CCPS. **Bow ties in risk management: A Concept Book for Process Safety**. 1. ed. New York: WILEY, 2018. p. 4-178.

CCPS. **Guidelines for Hazard Evaluation Procedures**. 3. ed. New York: WILEY, 2008. p. 15-460.

CCPS. **Introduction to Hazard Identification and Risk Analysis**. Disponível em:

<https://www.aiche.org/ccps/introduction-hazard-identification-and-risk-analysis>. Acesso em: 31 mar. 2022.

CETEM. **Tratamento de minérios**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. p. 3-927.

CETEM. **CBRO Ciclo de vida**. *Centro de Tecnologia Mineral*, 2012. Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/antigo/images/congressos/2012/CAC00220012.pdf>. Acesso em: 01 de Abril de 2022.

CONEXÃO MINERAL. **Sistemas de proteção em correias transportadoras otimizam custos de produção de minério de ferro**. Disponível em: <https://www.conexaomineral.com.br/noticia/1679/sistemas-de-protecao-em-correias-transportadoras-otimizam-custos-de-producao-de-minerio-de-ferro.html#:~:text=A%20capacidade%20operacional%20de%20um,uma%20opera%C3%A7%C3%A3o%20cont%C3%ADnua%2C%20sem%20ocorr%C3%A2ncias>. Acesso em: 20 de Novembro de 2022.

DE SIQUEIRA, F. G. *et al.* **NÍVEL DE INTEGRIDADE DE SEGURANÇA (SIL) EM PROJETO DE TRANSPORTADOR DE CORREIA**. *SENAI CETIQT*, 2022.

FIEG. **A importância da mineração na economia brasileira**. Disponível em: <https://fiege.com.br/noticia-a-importancia-da-mineracao-na-economia-brasileira>. Acesso em: 31 mar. 2022.

GOVERNO DO BRASIL. **Desempenho do setor mineral em 2020 supera expectativas**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2021/02/desempenho-do-setor-mineral-em-2020-supera-expectativas>. Acesso em: 31 mar. 2022.

INFOMONEY. **Vale retoma operações em mina do Salobo após paralisação por 18 dias**. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/mercados/vale-retoma-operacoes-em-mina-do-salobo-apos-paralisacao-por-18-dias/>. Acesso em: 21 nov. 2022.

LIMA, Augusto Elias; SANTOS, Gilmar Teixeira dos; PENHA, Pedro Xavier da. **Os acidentes de mineração contados por dados estatísticos**. *Revista Educação Pública*, v. 20, nº 37, 29 de setembro de 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/37/os-acidentes-de-mineracao-contados-por-dados-estatisticos>. Acesso em: 01 de Abril de 2022.

MERCURIO. **O que é uma correia transportadora? Quais são os tipos e funções?**. Acesso em: <https://www.correiasmercurio.com.br/correias-transportadoras-o-que-sao/>. Acesso em: 20 de Novembro de 2022.

PUROHIT, D. P. *et al.* **Hazard Identification and Risk Assessment in Construction Industry**. *International Journal of Applied Engineering Research*, v. 13, nº 10, 2018. Disponível em: https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n10_56.pdf. Acesso em: 01 de Abril de 2022.

SOUSA, Milena Nunes Alves de; QUEMELO, Paulo Roberto Veiga. **Saúde do Trabalhador e riscos ocupacionais na mineração**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde*, v. 17, nº 2, junho de 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318457008_Saude_do_trabalhador_e_riscos_ocupacionais_na_mineracao. Acesso em: 01 de Abril de 2022.

S&P GLOBAL. **Rio Tinto sues contractor for A\$493M over 2019 fire at Cape Lambert facility.** Disponível em: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/blog/global-clean-action-energy-forum>. Acesso em: 20 de Novembro de 2022.

UFBA. **Capítulo 5: TRANSPORTADOR DE CORREIA (TC).** Disponível em: http://www.transportedegraneis.ufba.br/apostila/cap5_tc.pdf. Acesso em: 26 de Setembro de 2022.

UOL. **Lucro da Vale recua a US\$6,2 bi no 2º tri com queda do minério de ferro.** Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/reuters/2022/07/28/vale-tem-lucro-liquido-de-us62-bi-no-2-tri-supera-previsoes.htm>. Acesso em: 20 de Novembro de 2022.

VALE. **Curso de mineração básico – Módulo III: Beneficiamento do mineral.** 1. ed. IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração, 2021. p. 7-68.

Página de assinaturas

Tanise Flores
802.701.400-00
Signatário

Marta Picardo
084.224.917-61
Aprovar

Mauro Dolinsky
043.011.567-98
Signatário

Gilliani Miranda
124.206.337-41
Signatário

HISTÓRICO

06 dez 2022 11:56:44		Jeferson Pina Barbosa criou este documento. (E-mail: jefersoncostapina@gmail.com)
06 dez 2022 12:37:26		Tanise Mori Flores (E-mail: tmflores@cetiqt.senai.br, CPF: 802.701.400-00) visualizou este documento por meio do IP 177.38.98.94 localizado em Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brazil.
06 dez 2022 12:38:31		Tanise Mori Flores (E-mail: tmflores@cetiqt.senai.br, CPF: 802.701.400-00) assinou este documento por meio do IP 177.38.98.94 localizado em Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brazil.
06 dez 2022 12:37:59		Marta Cristina Picardo (E-mail: mcpicardo@cetiqt.senai.br, CPF: 084.224.917-61) visualizou este documento por meio do IP 177.38.98.94 localizado em Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brazil.
06 dez 2022 12:39:00		Marta Cristina Picardo (E-mail: mcpicardo@cetiqt.senai.br, CPF: 084.224.917-61) aprovou este documento por meio do IP 177.38.98.94 localizado em Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brazil.
07 dez 2022 13:10:14		Mauro Cresta De Barros Dolinsky (E-mail: mauro.dolinsky@ucp.br, CPF: 043.011.567-98) visualizou este documento por meio do IP 189.92.239.81 localizado em Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brazil.
07 dez 2022 13:10:31		Mauro Cresta De Barros Dolinsky (E-mail: mauro.dolinsky@ucp.br, CPF: 043.011.567-98) assinou este documento por meio do IP 189.92.239.81 localizado em Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brazil.
07 dez 2022 12:00:13		Gilliani Peixoto Miranda (E-mail: gpmiranda@cetiqt.senai.br, CPF: 124.206.337-41) visualizou este documento por meio do IP 177.38.98.94 localizado em Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brazil.



07 dez 2022

12:02:01



Gilliani Peixoto Miranda (E-mail: gpmiranda@cetiqt.senai.br, CPF: 124.206.337-41) assinou este documento por meio do IP 177.38.98.94 localizado em Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brazil.

