



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA EM AMBIENTE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENERGIA E AMBIENTE

PEDRO COSTA LEITE JÚNIOR

**GESTÃO DE RISCO APLICADA A CONTROLES CRÍTICOS EM SUBESTAÇÃO
DE ENERGIA DE UMA MINERADORA**

Março

2021

PEDRO COSTA LEITE JÚNIOR

**GESTÃO DE RISCO APLICADA A CONTROLES CRÍTICOS EM SUBESTAÇÃO
DE ENERGIA DE UMA MINERADORA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Energia e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Sampaio
Cutrim

Coorientador: Prof. Dr. Wener Miranda
Teixeira dos Santos

Março
2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Junior, Pedro Costa Leite.

GESTÃO DE RISCO APLICADA A CONTROLES CRÍTICOS EM
SUBESTAÇÃO DE ENERGIA DE UMA MINERADORA / Pedro Costa
Leite Junior. - 2021.

97 p.

Coorientador(a): Prof. Dr. Wener Miranda Teixeira
Santos.

Orientador(a): Prof. Dr. Sergio Sampaio Cutrim.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Energia e Ambiente/ccet, Universidade Federal do Maranhão,
São Luis, 2021.

1. Controles críticos. 2. Gestão de riscos. 3.
Subestação de energia. I. Cutrim, Prof. Dr. Sergio
Sampaio. II. Santos, Prof. Dr. Wener Miranda Teixeira.
III. Título.

PEDRO COSTA LEITE JÚNIOR

**GESTÃO DE RISCOS APLICADA A CONTROLES
CRÍTICOS EM SUBESTAÇÃO DE ENERGIA DE UMA
MINERADORA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente.

Aprovada em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Sampaio Cutrim
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof^a. Dra. Darliane Ribeiro Cunha
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof. Dr. Leo Tadeu Robles
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Dedico este trabalho a Deus; sem ele eu não teria capacidade para desenvolver este estudo, e também à minha querida família, que tanto admiro, dedico o resultado do esforço realizado ao longo deste percurso.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação de mestrado decorre de uma experiência única e reúne a contribuição de várias pessoas. Como tal, agradeço a disponibilidade, acompanhamento atento a cada um a quem direciono os meu sincero muito obrigado, sendo:

Aos meus pais Pedro Leite e Maria Madalena pela paciência, apoio, amizade e por serem meus grandes incentivadores durante este árdua caminhada.

Em especial a minha avó Maria Campos, que mesmo enferma e com seus 95 anos sempre me enviava muitas bençãos.

Aos meus irmãos Poliana, Patrícia, Paulo e aos demais familiares que sempre me incentivaram.

À minha esposa Keila e à minha filha Tayane que estiveram ao meu lado em cada momento desta jornada.

Aos Professores Sergio Cutrim e Wener Santos, orientador e coorientador, obrigado pelo apoio, incentivo, confiança e pelo estímulo do meu interesse pelo conhecimento e pela vida académica.

A todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente da UFMA pelos momentos de partilha, incentivo e desabafos no decorrer deste estudo.

A todos os meus amigos, que de forma direta ou indireta contribuíram para o sucesso deste trabalho.

“Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência”.

(Henry Ford).

RESUMO

A abordagem da gestão de riscos nas organizações está em constante evolução, com o objetivo de reforçar ainda mais a segurança das pessoas e das operações. Nessa perspectiva neste trabalho buscamos identificar um evento material indesejado, caracterizar o modelo de gestão de riscos, promover um padrão de investigação e apresentar melhoria na gestão do risco incêndio e/ou explosão do ativo crítico subestação de energia de uma grande mineradora da região Nordeste do Brasil. As metodologias utilizadas neste trabalho foram: descritiva, exploratória e qualitativa, fundamentando o estudo de caso que foi alicerce para esta pesquisa. Um guia de boas práticas, procedimentos operacionais e padrão voltados para gestão de risco complementaram a base deste estudo. A técnica de avaliação de riscos *Bowtie* foi utilizada no mapeamento dos controles críticos e foram identificados: sete causas, 20 controles preventivos, 14 controles mitigatórios e 11 consequências, dos quais dez controles são críticos. A maior incidência de controle crítico está na atividade de manutenção preventiva em dispositivos e subsistemas da subestação. Testes e verificações deste controle crítico estão estabelecidos com regras claras e bem definidas em documentos internos da organização com validação da alta liderança. A manutenção preventiva do ativo crítico subestação de energia teve um incremento na divulgação de desvios de segurança e operação. Embora observe-se que houve mudança no comportamento dos colaboradores quanto à execução das manutenções, e que os objetivos propostos neste trabalho tenham sido atingidos, existem fragilidades nos controles já que as barreiras físicas e automatizadas não foram identificadas. O processo de teste e verificação tem sido feito pelos donos do risco, pela engenharia e pela coordenação da gestão de risco corporativa onde têm atestado os desempenhos estabelecidos e proposto recomendações de melhoria.

Palavras-chave: Gestão de riscos. Controles críticos. Subestação de energia.

ABSTRACT

The approach of risk management in organizations is in constant evolution, with the goal of reinforcing the safety of people and operations even more. This work identifies an undesirable material event, characterizes the models of risk management, promotes an investigation pattern, and presents an improvement on risk management of fires, and/or explosions of the critical assets from one of the biggest mining factory's energy substations in northeast Brazil. For that, the methodologies used in this work, exploiter and qualitative based on in this case study, had as a foundation for this research a guide of good practices, operational procedures, and patterns towards risk management to complement the study. The Bowtie technique of risk evaluation was used on the critical control mapping, and there were identified: 7 causes, 20 preventive controls, 14 mitigatories controls and 11 consequences, which 10 of them are critical. The biggest critical control incidence it's on the preventive maintenance activity in devices on the power substation's subsystems. Tests and verifications of this critical control are established with clear and well-defined rules on the organization's internal documents, which were evaluated by high scale liders. Although the preventive maintenance of the power substation's critical asset had an increase in the disclosure of safety and operation deviations, its shows a behavior change of the employees regarding the execution of maintenance, and that the goals that were set in this work were achieved, there are still weaknesses in the control, since the physical and automated barriers were not identified. The verification and testing process have been done by the risk managers, by the engineering, and the coordination of corporate risk management, which have attested the established performances and improvement recommendations.

Keywords: Risk management. Critical controls. Power substation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Contribuição do Processo de Avaliação de Risco para o Processo de Gestão de Risco	21
Figura 2 - Ferramenta Bowtie.....	27
Figura 3 - Árvore de Decisão para Identificação de Controles	28
Figura 4 - Árvore de Decisão para Identificação de Controles Críticos	30
Figura 5 - Modelo Formulário One Page	31
Figura 6 - Processo de Gestão de Controle Crítico	42
Figura 7 - Ilustração dos níveis hierárquicos da mineradora.....	47
Figura 8 - Estrutura SSMA gestão de riscos e comunidades	48
Figura 9 - Estrutura de Logística Operações Ferrovia.....	49
Figura 10 - <i>Bowtie</i> do EMI - Incêndio e/ou Explosão em Subestação de Energia.....	64
Figura 13 - Hierarquia de Controles de Riscos.....	74
Figura 14 - Árvore de tomada de decisão para ações.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Histórico de acidentes industriais ocorridos no mundo	13
Tabela 2 - Tipos e quantitativos das subestações em operação no Brasil	35
Tabela 3 - incêndio de estrutura em propriedades de fabricação, por equipamento envolvido na ignição - médias anuais de 2011-2015.....	38
Tabela 4 - resultado dos itens da análise Bowtie	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMI – Evento Material Indesejado

ICMM – *International Council on Mining and Metal*

HIRA - *Hazard Identification and Risk Analysis*

COSO - *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*

PHA - Análise de Perigo de Processo

ICA – *International Copper Association*

APR - Avaliação Preliminar dos Riscos

GCC – Gestão de Controle Crítico

MOC – Gerenciamento de Mudanças

MTPA – Milhões de Toneladas por Ano

EPI – Equipamento de proteção Individual

DOC.INT – Procedimento Operacional Padrão Interno

HAZOP - *Hazard and Operability Study*

FTA – Fault Tree Analysis

LOPA – Análise de Camadas de Proteção

UPS - *Uninterruptible Power Supply*

CFTV – Circuito Fechado de TV

SDCI – Sistema de Detecção e Combate a Incêndio

ECC – Elementos Críticos de Controle

SAP – Software de Gestão da Manutenção

NR10 - Equipamento de Proteção Individual

OM – Ordem de Manutenção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1	GESTÃO DE RISCOS.....	18
2.1.1	Estudo do HIRA, ferramenta Bow Tie, controles críticos e One Page.....	26
2.2	GESTÃO DE ATIVOS.....	32
2.3	SÁUDE E SEGURANÇA NO MEIO AMBIENTE DO TRABALHO.....	33
2.4	SUBESTAÇÕES DE ENERGIA NO BRASIL.....	34
2.5	ACIDENTES EM SUBESTAÇÕES NO MUNDO E BRASIL.....	36
3	ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	41
4	ESTUDO DE CASO: FERROVIA DE UMA EMPRESA MINERADORA..	46
4.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA MINERADORA.....	46
4.1.1	Estrutura de Gestão Global.....	47
4.1.2	Estrutura SSMA Gestão de riscos e comunidades.....	48
4.1.3	Estrutura de logística operações ferroviária.....	49
4.1.4	Políticas, Normas e Procedimentos Específicos para Gestão de Riscos.....	50
4.2	DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DO ESTUDO.....	55
4.2.1	Etapa macro 1: identificação de perigos e análise de riscos (HIRA) para EMIs.....	55
4.2.1.1	<i>Planejamento.....</i>	<i>56</i>
4.2.1.2	<i>Identificar EMIs que precisam ser gerenciados.....</i>	<i>57</i>
4.2.1.3	<i>Preparar um diagrama de Bowtie e identificar controles para EMIs.....</i>	<i>57</i>
4.2.1.4	<i>Selecionar os controles críticos para o EMI.....</i>	<i>59</i>
4.2.1.5	<i>Definir desempenho e reporte para controles críticos.....</i>	<i>60</i>
4.2.1.6	<i>Atribuir responsabilidades (uma lista dos donos de cada EMI, controle crítico, atividade de verificação).....</i>	<i>60</i>
4.2.1.7	<i>Verificação e reporte de controles críticos.....</i>	<i>61</i>
5	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA REALIDADE OBSERVADA NAS SUBESTAÇÕES DE ENERGIA – FERROVIA.....	62
5.1	RESULTADOS DO ESTUDO HIRA.....	72
5.2	FREQUÊNCIA DE REVISÃO DO HIRA.....	73
6	PROPOSTA DE SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA.....	74

7	PROPOSTA DE MELHORIA PARA A REALIDADE ESTUDADA.....	76
7.1	RESPOSTA AO BAIXO DESEMPENHO DO CONTROLE CRÍTICO.....	77
7.2	IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO E MELHORIA DE RISCOS DIRECIONADOS.....	77
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
	REFERÊNCIAS.....	84
	APÊNDICE A – MATRIZ DESTACANDO RISCOS COM PRIORIDADE MUITO ALTA	87
	APÊNDICE B – MATRIZ DE RISCO INCÊNDIO E/OU EXPLOSÃO EM SUBESTAÇÃO DE ENERGIA DE UMA MINERADORA	88
	APÊNDICE C – SEVERIDADE DA MATRIZ DE RISCO	89
	APÊNDICE D – PROBABILIDADE DA MATRIZ DE RISCO.....	90
	ANEXO A – ONE PAGE: MANUTENÇÃO PREVENTIVA SDCI.....	91
	ANEXO B – ONE PAGE: MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM SUBESTAÇÃO DE ENERGIA	92

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional e as demandas para atender a sociedade moderna, a indústria e os serviços passaram por mudanças comportamentais para continuar atendendo a sociedade. Mesmo com estas alterações se observou que os acidentes no mundo têm ocorrido em grandes proporções e com impactos significativos às pessoas, ao meio ambiente natural e do trabalho, onde se degrada a natureza e se perdem vidas dentro de processos industriais.

Podemos destacar alguns acidentes que impactaram a sociedade, conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Histórico de acidentes industriais ocorridos no mundo

Ano	Local	Negócio	Número de Vítimas
1906	Courrières (FRA)	Mineração	1099
1908	Minamata (JPN)	Fertilizantes	3000*
1911	Nova Iorque (EUA)	Textil	100
1919	Boston (EUA)	Armazém Melaço	171
1921	Oppau (GER)	Fertilizantes	2600
1976	Seveso (ITA)	Prod. Químico	193*
1984	Cubatão (BRA)	Petroquímico	100*
1984	San Juan (MEX)	Petróleo	600
1984	Bhopal (IND)	Prod. Químico	7000*
1986	Chernobyl	Usina Nuclear	4056*
1991	Carolina do Norte (EUA)	Agropecuário	25
2010	Golfo do México	Plataforma Petróleo	11*
2013	Texas (EUA)	Fertilizantes	215
2013	Bangladesh (IND)	Centro Comercial	1127
2015	Tianjin (CHI)	Prod. Químico	173
2015	Mariana (BRA)	Mineração	19*
2019	Brumadinho (BRA)	Mineração	281*

* Houve impacto ambiental após evento

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após a ocorrência desses eventos de grande proporção ao longo da história, programas para melhorar os controles gerenciais na busca da eliminação de suas reincidências envolvem o desenvolvimento de ideias e programas que já existem e que de certa forma não são utilizados. Segundo o International Council on Mining and Metals (ICMM), na Europa, o incidente de Seveso, em 1976, trouxe mudanças normativas no continente europeu, influenciando sistemas que regulamentam a gestão de riscos em todo o mundo. Os desastres de Alexander Kielland e Piper Alpha no Mar do Norte na década de 1980 tiveram impactos similares, porém mais limitados, relativos às indústrias de petróleo na gestão de eventos materiais. Destacamos também que, o desastre da BP Texas City nos Estados Unidos, em 2005, e a explosão do terminal de petróleo de Buncefield na Grã-Bretanha, no mesmo ano, estimularam maiores pontos de atenção nos eventos materiais indesejados (INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS, 2015).

No Brasil, eventos como o rompimento das barragens de Mariana e Brumadinho, ocorridos em 2015 e 2019, com causas similares e que tiveram como consequência vítimas fatais, impactos financeiros, a reputação e ao meio ambiente, com números expressivos, têm levado grandes mineradoras a uma mudança drástica de postura com relação à gestão de ativos e ao gerenciamento de riscos em seus processos industriais.

Fazer a gestão de riscos nas organizações de todos os tipos e tamanhos que enfrentam influências e fatores internos e externos que tornam incerto se elas atingirão seus objetivos, se faz cada vez mais necessária. Todas as atividades de uma organização envolvem risco. As organizações gerenciam o risco, identificando-o, analisando-o e, em seguida, avaliando se o risco deve ser modificado pelo tratamento do risco, a fim de atender a seus critérios de risco (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

Nesse contexto, e definindo ativo como sendo um item, algo ou entidade que tem valor real ou potencial para uma organização, sendo estes ativos referenciados a equipamentos, estoques e propriedades de posse da organização, requerem um controle eficaz e uma governança feita pelas organizações como ponto essencial para obtenção de valor por meio do gerenciamento de riscos e gestão de ativos, com a finalidade de atingir o equilíbrio desejado entre custo, risco e desempenho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014).

Atualmente uma grande organização que está há 79 anos no mercado, nascendo como uma empresa estatal que atualmente é privada, possuindo cerca de 120 mil empregados e que figura entre as maiores mineradoras globais, tem suas operações extrapolando fronteiras e estando presente em cerca de 30 países, além da mineração, atua em logística com ferrovias, portos, terminais e infraestrutura de última geração em energia e em siderurgia, mudou sua percepção e atuação com relação à gestão de risco.

No que tange à saúde e segurança defende um ambiente livre de incidentes com a máxima de “zero dano” e um olhar mais cauteloso e criterioso para continuidade do negócio e para garantir tudo isso, tem como proposta o gerenciamento de risco baseado na gestão de controles críticos de ativos críticos. No tocante ao meio ambiente, compartilha sua missão de transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável (EMPRESA DO ESTUDO DE CASO, 2021).

Nessa perspectiva, este trabalho tem como proposta a gestão de risco com base na gestão de controles críticos e seus impactos ao meio ambiente do trabalho aplicada ao ativo crítico subestação de energia de uma mineradora no nordeste do Brasil. Entendemos que esses ativos fornecem o insumo básico para as operações da companhia e sua indisponibilidade pode comprometer os objetivos voltados para segurança das pessoas e continuidade do negócio estabelecidos em seu planejamento estratégico. Nesse sentido, Brenner (2013) destaca que os acidentes de origem elétrica normalmente provocam danos pessoais aos trabalhadores, causando lesões graves, fatalidades, perdas produtivas, gastos com processos judiciais e com multas aplicadas por órgãos fiscalizadores que refletem negativamente na saúde financeira das empresas.

Na visão de Siqueira e Souza (2010), a complexidade em se realizar a avaliação de riscos tem sido o grande desafio para as empresas. A ausência de dados estatísticos e históricos obrigam os profissionais a adotarem métodos de tomada de decisão intuitivos e empíricos fazendo uso de julgamentos pessoais.

Nesse contexto, indicadores de saúde e segurança e meio ambiente dessa grande mineradora têm sido acompanhados para as devidas tratativas, sendo que dentre esses relatos, entre 2015 e 2020, foram evidenciados 103 perigos de incêndio em suas instalações, dos quais 30 tiveram como local de ocorrência as salas elétricas ou as subestações, motivando a abordagem do tema escolhido pelo pesquisador que

também está inserido no contexto por formação, na especialidade elétrica, e por atribuições voltados a papéis e responsabilidades que assegurem as subestações de energia no contexto de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica nos processos que precisam continuar operando.

A aplicação de técnicas de tomada de decisão multicritério em grupo permite que vários aspectos complexos e conflitantes sejam resolvidos ou, pelo menos, parcialmente superados. Decisões em grupo normalmente são divergentes, sendo necessário aplicar técnicas adequadas para obter uma solução satisfatória. Ou seja, aquela que for aceitável para todos os membros do grupo, devido à raridade de se encontrar uma solução unânime. A aplicação de técnicas de análise de riscos pode ser de interesse para diversos órgãos e profissionais do setor elétrico: equipes técnicas de planejamento, manutenção e operação, segurança do trabalho, agências reguladoras e órgãos fiscalizadores (EKEL; PARREIRAS, 2008).

Assim sendo, este trabalho busca estabelecer e investigar um método de gestão de riscos que colabore com o setor elétrico dando um enfoque na dimensão dos impactos que acidentes de grandes proporções podem trazer às organizações nas subestações de energia de uma empresa mineradora, prevendo os potenciais riscos que possam impactar vidas, o meio ambiente, a sociedade, a segurança dos processos e as perdas financeiras. Tendo em vista o que abordamos até este momento, pretendemos responder ao seguinte questionamento: De que forma a gestão de riscos aplicada à manutenção de ativos críticos – neste caso subestação de energia – pode impedir que o evento material indesejado incêndio e/ou explosão ocorra em suas instalações, e caso ocorra, tenha seus impactos minimizados ao meio ambiente do trabalho?

Com o intuito de responder a esse questionamento, o presente trabalho tem como objetivo geral demonstrar como a gestão de riscos aplicada à manutenção de ativos críticos, por meio da gestão de controles críticos, pode minimizar os impactos ao meio ambiente do trabalho. Para auxiliar a resolver o objetivo geral foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- a) Caracterizar o modelo de gestão de riscos em uma corporação baseada na gestão de controles críticos na área de mineração;
- b) Investigar riscos de incêndio e/ou explosão aplicados a subestações de energia;

- c) Apresentar diretrizes para melhoria na gestão de riscos das subestações de energia com base na identificação de riscos e gestão de controles críticos.

Visando alcançar o que propõe este estudo de caso o trabalho apresentado contemplará oito seções. A primeira seção é formada por esta introdução com definição da problemática, justificativa e pelos objetivos geral e específico. Na segunda seção são apresentadas as etapas de revisão bibliográfica, enfocando alguns conceitos da estrutura do trabalho. Na terceira seção são apresentados os procedimentos metodológicos do trabalho. Na quarta seção iniciamos com o estudo de caso e com o planejamento de execução da gestão de riscos. Na quinta seção apresentamos a continuação do estudo de caso com a apresentação e análise da realidade observada nas subestações de energia da mineradora e, na sexta seção trazemos as propostas para solução dos problemas encontrados.

Por sua vez, a etapa final deste estudo é composta pelo desenvolvimento da pesquisa, formada pelas seções 7 e 8, que apresentam respectivamente as sugestões de melhoria para a realidade observada, e as considerações finais. Em seguida são apresentadas as referências utilizadas para este estudo. Vale ressaltar que este estudo de caso não tem a intenção de ser um trabalho acabado. Ele é fruto de recorte e diagnóstico de um problema, seguido da apresentação de uma possível solução, não da melhor ou única, mas de uma alternativa de melhorias sobre o objeto de estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção são abordados os principais conceitos com referencial teórico da presente pesquisa estruturados em subseções, quais sejam: gestão de risco; estudo do HIRA, ferramenta Bowtie, controles críticos e One Page; gestão de ativos; saúde, segurança e meio ambiente do trabalho; subestação de energia no Brasil; acidentes em subestações no mundo e Brasil.

2.1 GESTÃO DE RISCOS

A gestão de riscos se torna cada vez mais necessária para assegurar que as empresas evitem tomar decisões que podem comprometer seus recursos humanos, materiais e financeiros. Essa é uma área dentro do negócio das organizações cada vez mais imprescindível.

Conforme Gomes, (2015), fica cada vez mais evidente a necessidade de quebra de paradigma, no tocante aos modelos de gerenciamento de riscos atuais, ou seja, uma revisão nas abordagens dos modelos de organização dos riscos em torno da gestão das incertezas. Ao mesmo tempo em que é cada vez mais essencial a qualidade da gestão, também a desoneração da grande carga burocrática, imposta por diversos programas praticados atualmente com o mesmo objetivo.

Segundo ABNT/ISO 31000 (2009), os empreendimentos de todos os tipos e tamanhos enfrentam influências e fatores internos e externos que tornam incerto se e quando elas atingirão seus objetivos. O efeito que essa incerteza tem sobre os objetivos e atividades de uma organização é chamado de “risco”. Na prática, a utilização dos conceitos de perigos e riscos, estão difundidos em um único, no entanto, o perigo é um dos elementos que precedem o risco.

Assim sendo, segundo Douglas e Wildavsky, (2002), perigo é tudo aquilo capaz de liberar e transformar energia, por tanto, o conceito é diferente do risco. Já para a norma ABNT/ISO 31000 (2009), risco é o efeito da incerteza nos objetivos estabelecidos por uma organização, sejam eles positivo e/ou negativo. Já a incerteza é o estado, mesmo que parcial, da deficiência das informações relacionadas a um evento, sua compreensão, seu conhecimento, sua consequência ou sua severidade, assim como sua probabilidade.

Numa visão voltada para saúde e segurança de pessoas a OSHAS 18001, (2007), define perigo como sendo uma fonte, situação ou ato com um potencial para o dano em termos de lesões, ferimentos ou danos para a saúde, ou uma combinação destes. Já o risco, como sendo, a combinação da probabilidade da ocorrência de um acontecimento perigoso ou exposição e, da severidade das lesões com consequência significativa, ferimentos ou danos para a saúde, que pode ser causada pelo acontecimento ou pela exposição. Como risco possui um enfoque central deste trabalho e assim merece ser mais bem explorado, temos também que na visão do Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO), risco é uma possibilidade de ocorrência dentro de evento, pois segundo este comitê:

Um evento é um incidente ou uma ocorrência gerada com base em fontes internas ou externas, que afeta a realização dos objetivos. Os eventos podem causar impacto negativo, positivo ou ambos. Os eventos que geram impacto negativo representam riscos. Da mesma forma, o risco é definido como segue: O risco é representado pela possibilidade de que um evento ocorrerá e afetará negativamente a realização dos objetivos. (COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMMISSION, 2007).

A ocorrência de eventos com impacto negativo, que podem ser junto a empregados, comunidades nas áreas de influência, ao meio ambiente, aos ativos e à reputação das organizações, são obstáculos à criação de valor ou desgastam o valor existente de uma organização. Exemplos comuns à existência destes eventos incluem paradas no maquinário da fábrica, incêndio, perdas de créditos, dentre outros.

Em contraponto, existem eventos com impacto positivo, que não será foco desta dissertação, mas merece destaque com a visão de que risco pode também ter cunho positivo. Segundo o COSO (2007):

Os eventos cujo impacto é positivo podem contrabalançar os impactos negativos ou representar oportunidades. A oportunidade é definida da seguinte forma: Oportunidade é a possibilidade de que um evento ocorra e influencie favoravelmente a realização dos objetivos. As oportunidades favorecem a criação ou a preservação de valor. A direção da organização canaliza as oportunidades para seus processos de fixação de estratégias ou objetivos, formulando planos que visam ao seu aproveitamento. (COMMITTEE OF SPONSORING ORGANIZATIONS OF THE TREADWAY COMMISSION, 2007).

Tendo em vista o que foi citado até agora, compreendemos que uma gestão de riscos precisa ser estabelecida dentro de uma organização por meio da caracterização de cenários de riscos, suas causas e os respectivos controles, preventivos e

mitigatórios, visando à minimização de eventos indesejados e dos respectivos impactos.

Nesse contexto, e conforme Vila (2003), gestão de risco deve ser entendida como uma abordagem sistemática no estabelecimento do curso de ação frente às incertezas, pela identificação, avaliação, compreensão, ação e comunicação dos itens de risco.

A ABNT/ISO 31000 (2009) complementa a definição acima, entendendo que a Gestão de Risco precisa ser vista como a aplicação sistemática de políticas, procedimentos e práticas de gestão para as atividades de comunicação, consulta, estabelecimento do contexto, e na identificação, análise, avaliação, tratamento, monitoramento e análise crítica dos riscos.

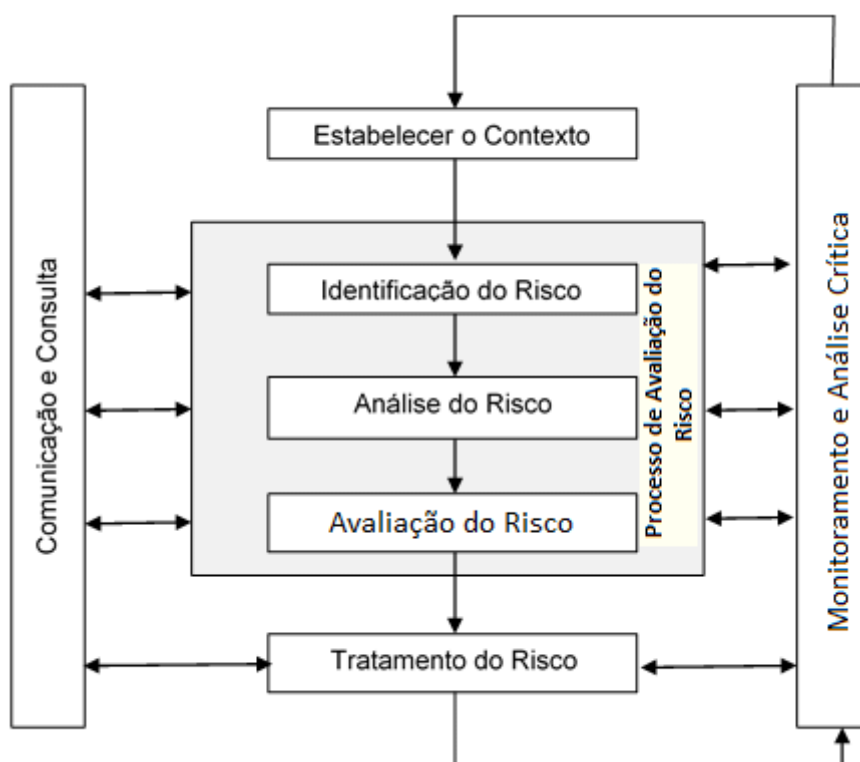
Ainda segundo a ABNT/ISO 31000 (2009), gestão de risco, pode ser definida como atividades coordenadas que suportam um melhor processo de tomada de decisões relativas a risco. Ressaltamos que esse processo segue uma estrutura que inclui o diagnóstico, tratamento, monitoramento e comunicação dos riscos possibilitando à organização principalmente o cumprimento de seu planejamento estratégico dando uma maior previsibilidade no atendimento de seus indicadores operacionais que geralmente são acompanhados dentro de rotinas estabelecidas. Destacamos alguns aspectos que uma boa gestão de riscos pode assegurar, dentre eles:

- a) Aumentar a probabilidade de atingir os objetivos;
- b) Encorajar uma gestão proativa;
- c) Estar atento para a necessidade de identificar e tratar os riscos de toda a organização, melhorando a identificação de oportunidades e ameaças;
- d) Melhorar a governança;
- e) Melhorar a confiança das partes interessadas;
- f) Melhorar os controles;
- g) Alocar e utilizar eficazmente os recursos para o tratamento de riscos;
- h) Melhorar a eficácia e a eficiência operacional;
- i) Melhorar o desempenho em saúde e segurança, bem como a proteção do meio ambiente;
- j) Melhorar a prevenção de perdas e a gestão de incidentes.

Para um melhor entendimento de como é estruturada a gestão de risco, métodos e técnicas são utilizados para maior assertividade nesse processo. Segundo a ABNT ISO/IEC 31010:2012 – Gestão de riscos – Técnicas para o processo de avaliação de riscos — atualmente em revisão —, o processo de avaliação de risco estabelece aos tomadores de decisão e às partes responsáveis, um entendimento aprimorado dos riscos que poderiam afetar o alcance dos objetivos, bem como adequação e a eficácia dos controles em uso. Isto fornece uma base para decisões sobre a abordagem mais aprimorada a ser utilizada para tratar os riscos.

A tomada de decisão dentro de uma organização pautada na gestão de riscos em seus processos tem como uma de suas entradas a avaliação de riscos de seus processos. Desse modo, ainda conforme a ABNT ISO/IEC 31010 (2012), o processo de avaliação de riscos é o processo global de identificação, análise e avaliação de risco conforme demonstrado na Figura 1. A maneira como este processo é realizado depende não somente do contexto do processo de gestão de risco, mas também dos métodos e técnicas utilizados para conduzir o processo de riscos.

Figura 1 - Contribuição do Processo de Avaliação de Risco para o Processo de Gestão de Risco



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012).

Para um melhor entendimento, e ainda segundo a ABNT ISO/IEC 31010 (2012), apresentamos uma definição breve das etapas do processo de avaliação de risco, no qual: a identificação de risco é o processo de encontrar, reconhecer e registrar os riscos; a análise de risco diz respeito ao entendimento do risco e fornece uma entrada para o processo de tomada de decisões sobre se estes riscos necessitam ser tratados e quais estratégias e métodos de tratamentos mais aprimorados; a avaliação de riscos consiste em comparar os níveis estimados de risco com critérios bem definidos quanto ao contexto estabelecido, a fim de determinar a significância do nível e tipo de risco.

Cada organização pode construir sua própria matriz de classificação de risco, baseando-se na sua própria árvore gerencial, iniciando do topo da estrutura até a sua menor unidade.

A Matriz de Risco que geralmente é uma relação de Severidade *versus* Probabilidade, segundo Deutsch (2018), busca evidenciar a relevância do risco envolvido em cada um dos cenários transientes. Para isso, a magnitude dos impactos e probabilidades são convertidos em expressões verbais únicas e distribuídos para cada cenário nas respectivas áreas: verde, indicando risco tolerável, amarela, para riscos graves e vermelha, para riscos inaceitáveis. Os riscos inaceitáveis devem obrigatoriamente ser reduzidos a um nível mais baixo, ou na impossibilidade, a atividade sob risco descontinuada. As organizações costumam tratar os riscos graves, e mesmo os toleráveis, como sendo rigorosamente monitorados para que suas condições não evoluam para uma situação de maior gravidade.

Nesse caso, se faz necessária a avaliação do risco que se inicia, geralmente a partir da matriz, com a definição de prioridade dos riscos através de análises com classificação na maioria das vezes pautadas em análises qualitativas (baixo, médio e alto) e quantitativas, que podem ser pautadas pelo Número de Prioridade de Risco (NPR), dentre outros. Portanto, temos a necessidade de estabelecer qual a melhor método e técnica para tratativa de suas causas e consequências na busca por mitigar ou eliminar esses riscos potenciais.

No Quadro 1, adaptado da ABNT ISO/IEC 31010:2012, são mostrados alguns conceitos e amplas categorias de técnicas para o processo de avaliação de riscos e os fatores presentes numa determinada situação de risco. Esta também nos traz um guia para a tomada de decisão quando temos a possibilidade de comparar as diversas

técnicas demonstradas para o processo de avaliação de riscos. Neste trabalho, adotaremos a técnica de avaliação de riscos conhecida como Bowtie, com breve apresentado no Quadro 1 e que será mais bem compreendida na subseção 2.1.1 deste estudo de caso.

Quadro 1 - Atributos de uma seleção de ferramentas de avaliação de riscos

Tipo de técnica para o processo de avaliação de riscos	Descrição	Pertinência da influência de fatores			Pode fornecer resultados quantitativos?
		Recursos e capacidade	Natureza e grau de incerteza	Complexidade	
Análise de Cenário					
Análise de causa raiz (análise de perda simples) (RCA)	Uma única perda que ocorreu é analisada a fim de entender as causas contributivas e como o sistema ou processo pode ser melhorado para evitar perdas futuras. A análise deve considerar quais controles estavam em prática no momento da perda ocorrida e como os controles podem ser melhorados.	Médio	Baixo	Médio	Não
Análise de Cenário	Possíveis cenários futuros são identificados através da imaginação ou extrapolação dos riscos atuais e diferentes considerados, presumindo que cada um desses cenários pode ocorrer. Isto pode ser formal ou informalmente, qualitativa ou quantitativamente.	Médio	Alto	Médio	Não
Análise de impacto nos negócios	Provê uma análise de como os principais riscos de quebra podem afetar as operações de uma organização e identifica e quantifica as capacidades que seriam requeridas para gerenciá-los.	Médio	Médio	Média	Não
Análise de árvore de falhas (FTA)	Uma técnica que se inicia com o evento indesejado (evento de topo) e determina todas as formas em que ele poderia ocorrer. Estes são apresentados graficamente em um diagrama de árvore lógica. Uma vez que a árvore de falhas foi desenvolvida, consideração deve ser dada às formas de reduzir ou eliminar as causas/fontes potenciais.				
Análise Funcional					
FMEA e FMECA	A FMEA pode ser seguida por uma análise de criticidade que define a significância de cada modo de falha, qualitativamente, semiquantitativamente ou	Médio	Médio	Médio	Sim

	quantitativamente (FMECA). A análise de criticidade pode ser baseada na probabilidade de que o modo de falha resultará em falha do sistema, ou o nível de risco associado com o modo de falha, ou um número prioritário do risco.				
Manutenção centrada em confiabilidade	Um método para identificar as políticas que devem ser implementadas para gerenciar as falhas de modo a atingir com eficiência e eficácia a segurança, disponibilidade e economia de operação requeridas para todos os tipos de equipamento.	Alto	Alto	Média	Sim
HAZOP - Estudo de perigos e operabilidade	Um processo geral de identificação de riscos para definir possíveis desvios do desempenho esperado ou pretendido. Ela utiliza um sistema baseado em palavras-guia. As criticidades dos desvios são avaliadas.	Médio	Alta	Alta	Não
APPCC - Análise de perigos e pontos críticos de controle	Um sistema proativo, preventivo e sistemático para assegurar a qualidade do produto, confiabilidade e segurança de processos através da medição e monitoramento das características específicas que são requeridas para estarem dentro dos limites definidos.	Médio	Médio	Média	Não
Avaliação de Controles					
LOPA - Análise de camadas de proteção	Ela permite que os controles e a sua eficácia sejam avaliados.	Médio	Médio	Média	Sim
Análise da gravata borboleta (Bow tie)	Uma forma esquemática simples de descrever e analisar os caminhos de um risco dos perigos até os resultados e a revisão de controles. Ela pode ser considerada uma combinação da lógica de uma árvore de falhas analisando a causa de um evento (representada pelo nó de uma gravata borboleta) e uma árvore de eventos analisando as consequências.	Médio	Alto	Média	Sim
Métodos Estatísticos					

Análise de Markov	A análise de Markov, algumas vezes chamada de análise de Estado espacial, é comumente utilizada na análise de sistemas complexos reparáveis que podem existir em múltiplos estados, incluindo vários estados degradados.	Alto	Baixo	Alta	Sim
Análise de Monte Carlo	A simulação de Monte Carlo é utilizada para estabelecer a variação agregada em um sistema resultante das variações no sistema, para um número de entradas, onde cada entrada tem uma distribuição definida e as entradas são relativas aos relacionamentos definidos nos resultados. A análise pode ser utilizada para um modelo específico onde as interações de várias entradas podem ser definidas matematicamente. As entradas podem ser baseadas sob uma variedade de tipos de distribuição de acordo com a natureza da incerteza que são destinadas a representar. Para avaliação de riscos, distribuições triangulares ou distribuições betas são comumente utilizadas.	Alto	Baixo	Alta	Sim
Métodos de Apoio					
Entrevista estruturada e brainstorming	Um meio de coletar um amplo conjunto de ideias e avaliação, classificando-o por uma equipe. O brainstorming pode ser estimulado através de instruções ou por técnicas de entrevista	Baixo	Baixo	Baixa	Não
Técnica Delphi	Um meio de combinar opiniões de especialistas que possam apoiar a fonte e influenciar a estimativa de identificação, probabilidade e consequência e a avaliação de riscos. É uma técnica colaborativa para a construção de um consenso entre os especialistas. Envolve a análise independente e voto dos especialistas	Médio	Médio	Média	Não

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ABNT ISO/IEC 31010 (2012).

2.1.1 Estudo do HIRA, ferramenta Bow Tie, controles críticos e One Page

Identificação de perigos e análise de risco (HIRA) inclui todas as atividades envolvidas na identificação de perigos em seu processo o conhecimento de potenciais cenários de acidentes, a identificação de salvaguardas e avaliação de risco para pessoas, meio ambiente, propriedade e para o negócio. Esse estudo é bastante conhecido também como Análise de Perigos de Processo (PHA). (CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY, 2014).

O HIRA é geralmente direcionado para eventos classificados como Eventos Materiais Indesejados (EMI) que são incidentes de alta consequência que requerem o mais alto nível de atenção, ou seja, um critério de materialidade é definido pela organização. O HIRA auxilia na identificação dos riscos prioritários na empresa e na implementação de controles críticos que podem impedir que um EMI ocorra em primeiro lugar ou minimizar as consequências se um EMI vier a ocorrer (DOC.INT 0033¹).

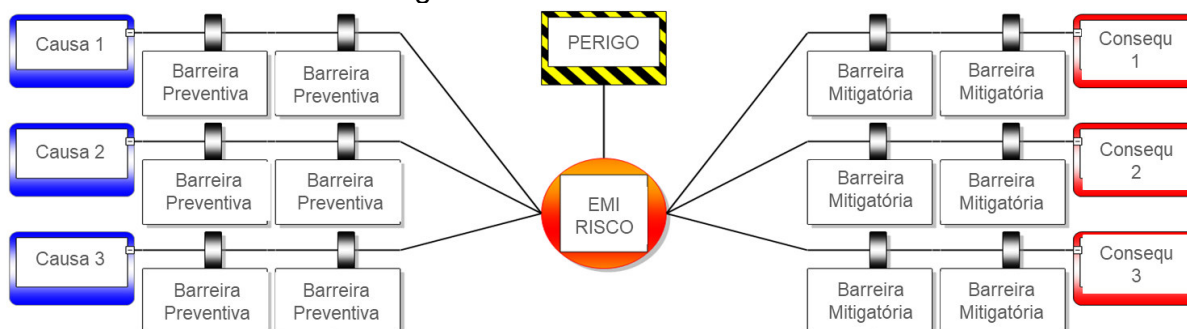
Uma vez identificado o EMI, a avaliação de risco é feita utilizando a técnica Bowtie, que é um diagrama onde se resume na identificação de causa, controles e consequências entorno do risco cujo controles críticos são monitorados para evitar a materialidade do risco. Segundo o ICMM (2015), os diagramas Bowtie são um método conhecido de ilustrar as ligações entre a possível causa de um incidente ou risco e os controles que podem ser implementados.

O Bowtie é um método de avaliação qualitativa de risco usado para avaliar como os cenários de alto risco se desenvolvem. A essência do Bowtie consiste em cenários de riscos plausíveis em torno de um certo perigo, e maneiras pelas quais a organização impede que esses cenários aconteçam. O método leva seu nome da forma do diagrama que você cria, que parece uma gravata borboleta masculina. (BOELTER; ZUTIN, 2021).

As análises Bowtie fornecem uma maneira gráfica simples, conforme apresentado na Figura 2, de mostrar e descrever os caminhos de um risco e os controles e planos de ação existentes para prevenir e mitigar um evento indesejado específico. É importante estabelecer a correlação entre os controles de prevenção e mitigação às causas/impactos, bem como os planos de ação.

¹ Documento interno da Instituição estudada.

Figura 2 - Ferramenta Bowtie



Fonte: DOC.INT 0078 (2020)².

Com o objetivo de entender melhor cada segmento do método de avaliação de risco Bowtie aplicada ao procedimento padrão, segue descrito o detalhamento de sua aplicação, onde:

Causa:

Circunstâncias ou atividades que contribuem para a materialização dos riscos nas operações da empresa, podendo ser analisados de forma individual ou combinados a outras atividades. Também são chamados de “fatores” da ocorrência do risco ou “causa raiz”. Posteriormente à identificação de um Risco é importante estabelecer quais ocorrências poderiam ocasionar a sua materialização. A identificação das causas independe de haver controle existente ou não. Podem estar associadas a mais de um risco e devem ser associadas a controles de prevenção.

Impacto:

Efeito ou consequência causada pela materialização do risco na organização, podendo ser tangível ou intangível. O impacto independe dos controles executados para mitigar o risco ou suas consequências, uma vez que está relacionado à severidade de sua ocorrência. Todo impacto deve ter um controle mitigatório associado.

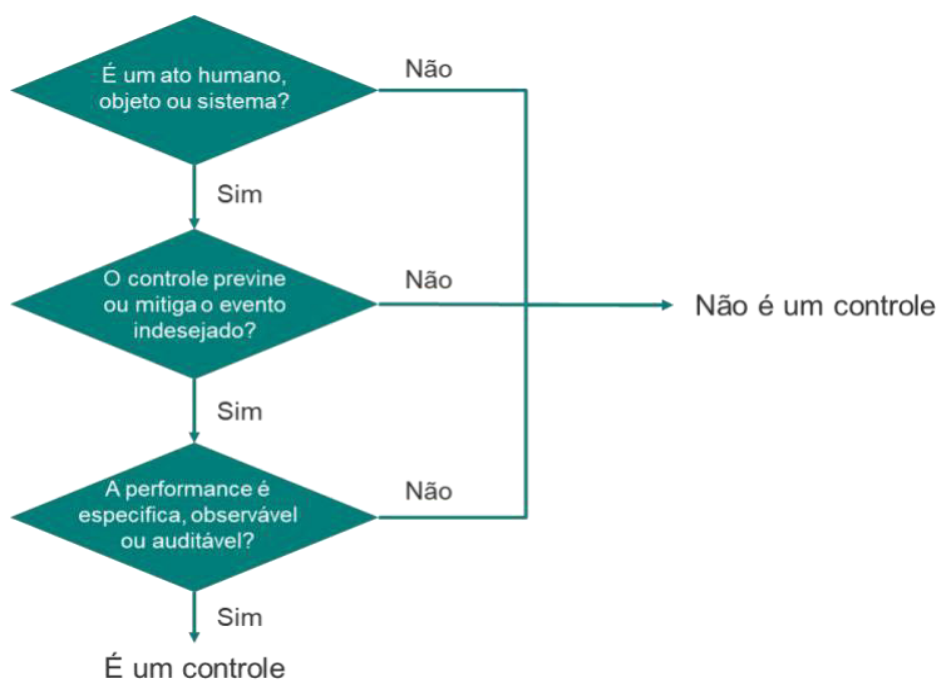
Controle:

Atividades executadas, com periodicidade e formalização, que têm por

² Documento interno da instituição estudada.

finalidade a prevenção e/ou mitigação de um risco. O controle deve ser avaliado quanto ao seu desenho (eficácia) e funcionamento (eficiência). A seguir, na Figura 3, apresentamos uma árvore de decisão com um direcionamento para identificação do que é ou não um controle.

Figura 3 - Árvore de Decisão para Identificação de Controles



Fonte: DOC.INT 00078

Uma vez identificado se é um controle ou não, precisaremos da compreensão dos diversos tipos de controles existente, cuja breve definição está listada a seguir, e que serão mapeados dentro do estudo do HIRA para que possamos adotar a tratativa mais assertiva, pois o foco precisa ser a identificação e gestão dos controles críticos.

Controles de Prevenção:

Diminuem, ou podem diminuir, a probabilidade de ocorrência de uma ou mais causas e, por consequência, do evento de risco.

Controle de Mitigação:

Diminuem, ou podem diminuir, a magnitude dos impactos e consequências decorrentes da ocorrência do evento de risco.

Controle de Mitigação/Prevenção:

Diminuem, ou podem diminuir a probabilidade de ocorrência de uma ou mais causas e, portanto, do evento de risco, ao mesmo tempo em que atuam para minimizar os impactos caso o evento venha a ocorrer.

É importante identificar entre os controles preventivos e de mitigação, quais são classificados como “controles críticos”:

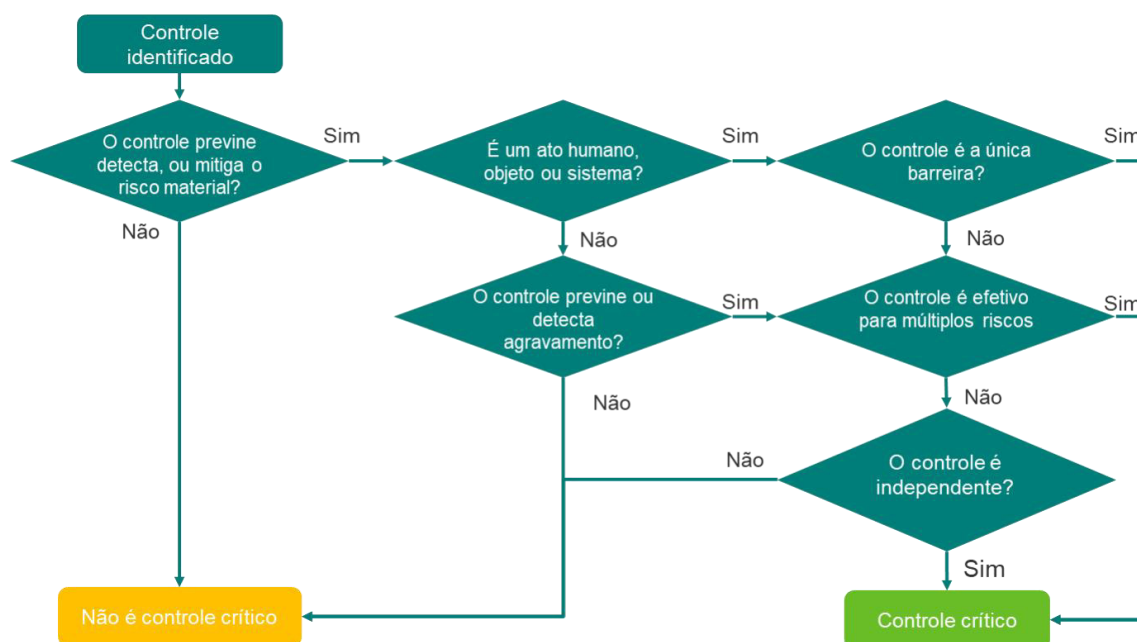
Controle Crítico:

Controles críticos são definidos como aqueles que “i) são cruciais na prevenção ou mitigação dos eventos; ii) sejam controles únicos ou redundância de outro controle; iii) sua ausência ou falha aumente significativamente o risco; iv) endereça múltiplas causas ou impactos” (INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS, 2015). Um controle que previne mais de um evento indesejado ou atenua mais de uma consequência é normalmente classificado como crítico.

É necessária identificação e registro de pelo menos um controle crítico preventivo ou mitigatório para riscos classificados como muito alto e alto, sendo recomendável também para os riscos médios e baixos quando da definição dos donos dos riscos.

Na Figura 4 apresentamos um fluxo de decisão para identificação de controles críticos ou não.

Figura 4 - Árvore de Decisão para Identificação de Controles Críticos



O objetivo maior do estudo do HIRA, que geralmente é feito por uma equipe multidisciplinar composta por especialistas de diversos segmentos do negócio, suportada pela ferramenta de avaliação de risco, o Bowtie, é o mapeamento dos controles que asseguram que o risco não se materialize.

Segundo o ICMM (2015), um controle é definido como um ato, objeto (projetado) ou sistema (combinação de ato e objeto) voltado para a prevenção ou mitigação de um evento indesejado. Uma vez identificado esse controle e este definido como o que é crítico do não crítico, o próximo passo definir desempenhos para os controles críticos e assim estabelecer critérios para que este possam ser testados e verificados. A eficácia destes controles é que impedirá que os eventos materiais ocorram, ou seja, uma gestão desses controles críticos irá reduzir significativamente a probabilidade que os riscos se materializem.

Tendo em vista a necessidade de teste e verificação, o ICMM (2015) define uma atividade de verificação como aquela que serve para averiguar até que ponto as exigências de desempenho estabelecidas para um controle crítico estão sendo cumpridas na prática. Sistemas empresariais de gestão de SSMA podem usar uma variedade de termos para denominar atividades de verificação, no nosso caso método One Page.

O One Page tem como objetivo mostrar tudo o que deve ser exibido para

destacar um negócio, um produto ou informações pessoais/profissionais, em uma única página (normalmente, com apelo visual bem forte) e com rolagem unidirecional. Ou seja, somente rolagem vertical ou somente rolagem horizontal. A vertical é melhor. (CARVALHO, [2013?]).

Assim sendo, o método One Page, adotado neste trabalho e demonstrado na Figura 5 é um rápido informativo de apenas uma página para cada controle crítico contendo as seguintes informações:

- Objetivos do controle crítico relacionado;
- Requisitos de desempenho do controle crítico para atender aos objetivos;
- Atividades ou ações que podem habilitar ou fortalecer o controle crítico;
- Atividades ou ações que podem ser verificadas para atestar o desempenho de um controle crítico;
- Desempenho-alvo para o controle crítico;
- Gatilho para parada da unidade ou da frente da obra, revisão ou investigação em função do desempenho do controle;

Figura 5 - Modelo Formulário One Page

Site:	Área:	MUE #:	CC #
MUE:	Nome do controle crítico:		One Pager Code: ...
Objetivos do controle crítico relacionado:		Status do Controle Crítico: Not Implemented Tipo de Controle Crítico: Preventive Classificação do Controle Crítico: Procedure O Controle Crítico está relacionado a um equipamento (ou seja, válvula, instrumento, sistema de frenagem)? Se sim, inclua o número do TAG do equipamento ou local e a descrição do equipamento. Atenção: O equipamento precisa ser o de posição mais baixa na hierarquia do ativo. Comentários:	
Descrição do funcionamento do controle crítico para atender os objetivos:	Atividades que podem habilitar ou fortalecer um controle crítico Se os planos de manutenção forem incluídos para manter o controle crítico, indique a tarefa específica a ser realizada no ativo (ou seja, teste, calibração, inspeção, monitoramento de vibrações etc.), o profissional que realizaria a tarefa (se conhecido) e a frequência da tarefa (se conhecida).	Atividades que podem ser verificadas para atestar o desempenho de um controle crítico	
Desempenho-alvo para o controle crítico			
Gatilho para parada de unidade, revisão ou investigação em função do desempenho do controle crítico:			

Fonte: DOC.INT 0033 (2020).

2.2 GESTÃO DE ATIVOS

Segundo a ABNT NBR ISO 55000:2014, um ativo é algo que tem valor real ou potencial para uma organização. O valor vai variar entre diferentes organizações e suas partes interessadas e pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não-financeiro. Um ativo pode fornecer um valor real ou potencial para uma ou mais organizações ao longo da vida do ativo e o valor de um ativo de uma organização pode mudar ao longo da vida do ativo.

Ainda referenciando a ABNT NBR ISO 55000:2014, gestão de ativos é a atividade coordenada de uma organização para obter valor a partir dos ativos, o que envolve um equilíbrio entre custos, riscos e desempenho. Conforme explicado por Xavier (2015), a gestão de ativos de uma organização é um grupo de atividades alinhadas, de forma a proporcionar que seus ativos alcancem resultados e metas previamente definidas, de forma sustentável.

Xavier (2015) também explica que essa expressão é mais bem entendida com a definição de gestão da manutenção: gerenciamento adequado dos ativos físicos de uma organização, de modo a maximizar o seu valor tanto direto como indiretamente, mediante o aumento da produção, a melhoria dos serviços ou o atendimento à missão da organização.

Classificar os ativos em críticos e não críticos é uma tarefa importante para a gestão de ativos, pois os críticos serão necessariamente monitorados com mais detalhes, em função da importância deste elemento e das consequências de sua ausência ou falha. Podemos afirmar que a característica de um ativo ser ou não crítico é diretamente proporcional à função que este exerce no negócio da empresa (INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION, 2015).

A gestão de ativos envolve o equilíbrio de custos, oportunidades e riscos contra o desempenho desejado dos ativos, para alcançar os objetivos organizacionais. Pode ser necessário considerar este equilíbrio em diferentes escalas de tempo.

Um guia básico para implantação da gestão de ativos em empresa de energia criado pela International Copper Association (2012), tem como proposta desenhar um caminho ou trilha que possibilite a visão básica para uma empresa implantar um sistema de gestão de ativos através de etapas ou “passos” descritos a seguir:

- a) Passo 1: Atender requisitos gerais para as melhores práticas de gerenciamento de ativos;
- b) Passo 2: Gerenciar riscos e seus impactos;
- c) Passo 3: Monitorar as condições e desempenho dos ativos críticos no ciclo de vida;
- d) Passo 4: Investigar falhas, incidentes e não conformidades relacionadas aos ativos críticos;
- e) Passo 5: Efetuar análises econômica e dos custos do ciclo de vida de ativos críticos;
- f) Passo 6: Tomar decisões e buscar a melhoria contínua.

Nesse contexto, a gestão de riscos é parte integrante de todo o processo de gestão de ativos. No entanto, há necessidade específica de ter processos para identificar e monitorar os riscos, não somente atendendo a legislação vigente, mas como prática que possibilite otimizar e priorizar ações com base em custos, riscos e desempenhos (ICA, 2012).

Dessa forma, fazer uma abordagem no gerenciamento de risco e seus impactos voltados para os ativos físicos, subestações de energia, que alimentam um parque industrial de uma mineradora para assegurar que os seus processos sejam seguros e confiáveis através de um controle efetivo e uma boa governança desses ativos são essenciais para perceber o valor através da gestão de riscos.

2.3 SAÚDE E SEGURANÇA NO MEIO AMBIENTE DO TRABALHO

Segundo Splinder (2013), no Brasil as ações referentes à segurança e à saúde nos ambientes do trabalho são estabelecidas atualmente pelas Normas Regulamentadoras oriundas do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), órgão da administração federal direta ao qual compete a regulamentação do tema em consonância com o teor previsto e delimitado no capítulo V da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

Atualmente, estão em vigor 35 normas, que são de cumprimento obrigatório para todos os locais de trabalho que possuem empregados regidos pela CLT.

Resumidamente, pode-se dizer que elas estabelecem regras genéricas e regras dirigidas para atividades e perigos específicos. A proposta fundamental das

mesmas é reduzir as chances de ocorrerem lesões ou doenças conexas ao labor através da implementação de medidas que visam à identificação, à avaliação e ao controle dos riscos ocupacionais (SPLINDER, 2013).

O gerenciamento de riscos é estabelecido por meio da caracterização de cenários de riscos, suas causas e os respectivos controles, preventivos e mitigatórios, visando a minimização de eventos indesejados e dos respectivos impactos junto aos empregados, próprios e terceiros, comunidades nas áreas de influência das organizações, ao meio ambiente, aos ativos e à reputação (POL0009, 2020)³.

Tendo em vista a necessidade de aplicação dessas leis e normas as organizações buscam por um ambiente livre de incidentes, estabelecendo dentro de seus valores, a exemplo, “a vida em primeiro lugar” como sendo um valor primordial que norteia as atividades (POL0009, 2020).

Buscando como referência as melhores práticas de mercado a fim de evitar que vidas sejam perdidas ou transformadas negativamente. Essas organizações primam pela Excelência Operacional, com base na conformidade com as políticas, normas e diretrizes internas, bem como requisitos legais, a exemplo as normas regulamentadoras citadas até o momento, associada à prontidão na gestão de perigos e riscos, com o intuito de permitir e buscar continuamente a melhoria em todas as suas operações (POL0009, 2020)

A alta liderança dessas corporações estabelece política e regras com responsabilidades direcionadas ao gerenciamento e controle de riscos, com o foco em evitar a todo custo a ocorrência de acidentes indesejados nos seus ambientes laborais (POL0009, 2020)

2.4 SUBESTAÇÕES DE ENERGIA NO BRASIL

Para Mamede (2010), subestação é um conjunto de condutores, aparelhos e equipamentos destinados a modificar as características da energia elétrica, permitindo sua distribuição aos consumidores em níveis estabelecidos em normas técnicas para uma melhor utilização, e podem ser classificadas das seguintes formas:

- a) Subestação central de transmissão: são construídas ao lado de usinas geradoras de energia elétrica, e tem a finalidade de elevar as tensões

³ Documento interno da instituição estudada.

fornecidas pelos geradores possibilitando a transmissão da potência gerada aos grandes centros consumidores;

- b) Subestação receptora de transmissão: são construídas próximas aos grandes blocos de carga e são conectadas a subestações centrais de transmissão;
- c) Subestação de subtransmissão: são construídas no centro de um grande bloco de carga, possibilitando a conexão com as subestações receptoras e de onde se originam os alimentadores primários de distribuição;
- d) Subestações de consumidores: são de propriedade particular, supridas por alimentadores primários de distribuição e tem como objetivo suprir os pontos finais de consumo.

O padrão construtivo das subestações pode ser dividido em: Convencionais - são subestações construídas ao ar livre, onde, pórticos e equipamentos são instalados a céu aberto; Abrigadas - são subestações construídas no interior de edificações destinadas para este fim.

No Brasil, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que classifica as subestações em: de transmissão, geração e distribuição, informou em pesquisa efetuada no ano de 2018 os quantitativos (Tabela 2) que se encontravam em operação no referido ano. Destacamos que são números expressivos e que requerem atenção especial principalmente no que tange à confiabilidade e disponibilidade operacional.

Tabela 2 - Tipos e quantitativos das subestações em operação no Brasil

Tipos de Subestações	Quantidades
Transmissão	576
Distribuição	5775
Geração	4095*

**valor estimado levando em conta o número de centrais geradoras em operação no país*
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ANEEL (2018).

De acordo com Mamede (2010), as concessionárias de serviço público de energia elétrica normalmente possuem normas próprias que disciplinam a construção das subestações de consumidor, estabelecendo critérios, condições gerais de projeto, proteção, aterramento etc. Todas as companhias concessionárias de distribuição de energia elétrica distribuem aos interessados as normas de fornecimento em tensão

primária e secundária que, no seu todo, estão compatíveis com a ABNT NBR 14039:2005 – Instalações elétricas de alta tensão.

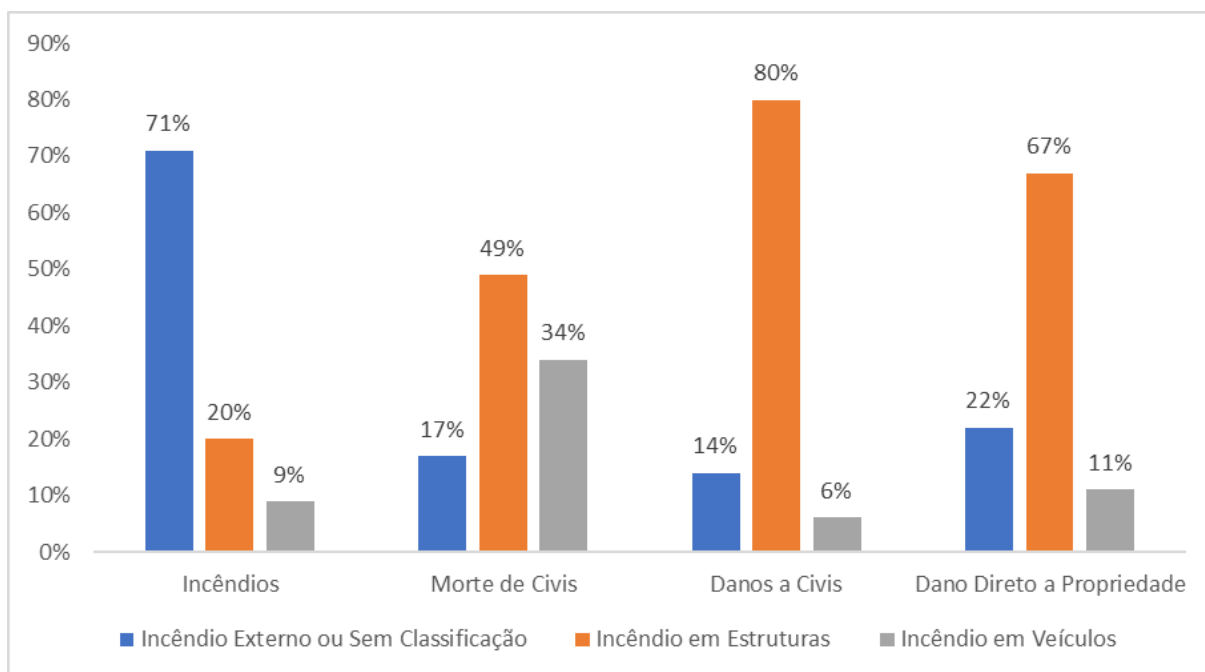
Nesse contexto, ainda segundo Mamede (2010), além da utilização das normas técnicas vigentes, a escolha do número de subestações dentro de uma planta industrial depende da localização e concentração das cargas, bem como do fator econômico que envolve essa decisão, cujas linhas de orientação são em seguida delineadas:

- a) Quanto menor a capacidade da subestação, maior o custo por kVA;
- b) Quanto maior o número de subestações unitárias, maior será o emprego de cabos de média tensão;
- c) Desde que convenientemente localizadas, quanto maior o número de subestações unitárias, menor será o emprego de cabos de baixa tensão;
- d) Quanto menor o número de subestações unitárias de capacidade elevada, menor será o emprego de cabos de média tensão e maior o uso de cabos de baixa tensão.

2.5 ACIDENTES EM SUBESTAÇÕES NO MUNDO E BRASIL

No cenário mundial, segundo Campbell (2018), entre os anos de 2011 e 2015, houve cerca de 37.910 incêndios em indústrias ou propriedades de manufaturas (incluindo utilidade, defesa, agricultura e mineração) relatadas ao corpo de bombeiros dos EUA a cada ano, com perdas anuais associadas de 16 mortes de civis, 273 civis feridos e US \$ 1,2 bilhão em danos diretos à propriedade. A grande maioria desses incêndios (71%) ocorreu em locais externos ou não classificados, com outros 20% ocorrendo em estruturas e 9% dos incêndios em veículos conforme a Gráfico 1. Os 20% dos incêndios ocorrendo em estruturas representaram a maior parcela de perdas em todas as categorias – 49% das mortes de civis, 80% dos civis ferimentos e 67% dos danos diretos à propriedade. Quase dois terços (65%) do total Incêndios em instalações industriais ocorreram especificamente na manufatura propriedades (artesaniais) em oposição a propriedades de utilidade, industriais, de defesa, agricultura e mineração.

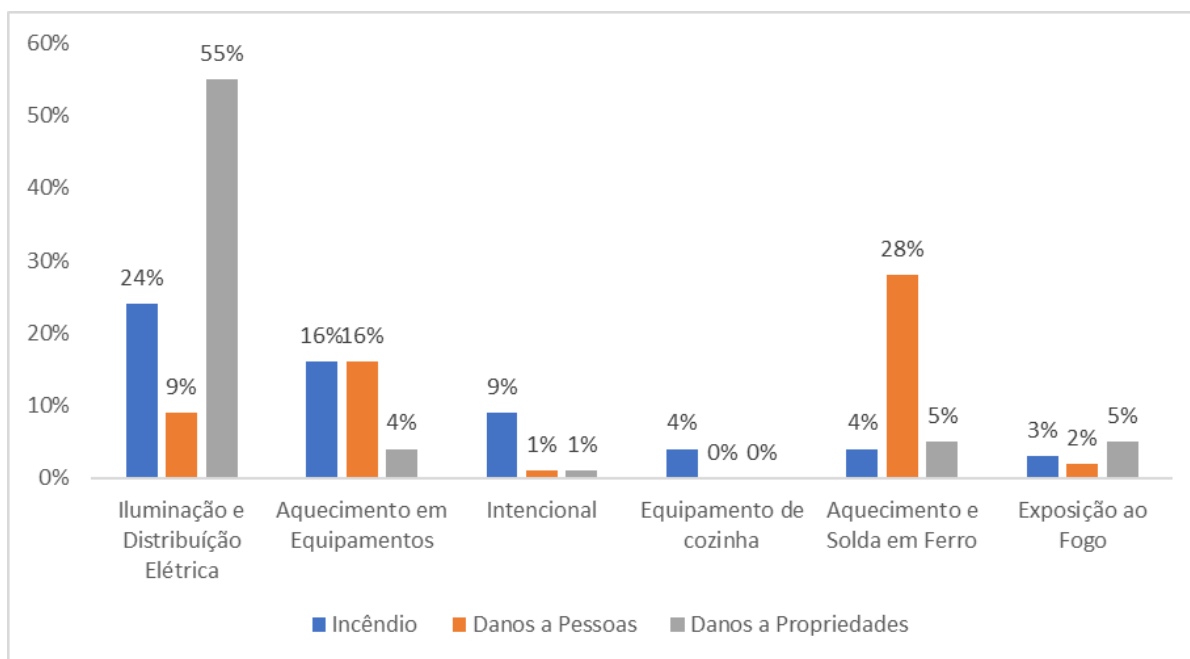
Gráfico 1 - Incêndio em Indústria ou Propriedade de Manufatura - Média Anual 2011–2015



Fonte: Campbell (2018).

Como mencionado por Campbell (2018), dentre os incêndios ocorridos em áreas industriais ou de manufatura estão distribuídas em sistemas e equipamentos sendo que temos: Distribuição elétrica e equipamentos de iluminação (24%), equipamentos de aquecimento (16%) e incêndios intencionais (9%) foram as principais causas de incêndios estruturais em propriedades industriais de 2011 a 2015. Os incêndios causados por distribuição elétrica e equipamentos de iluminação foram responsáveis por mais de metade (55%) dos danos diretos à propriedade, bem como 9% dos civis feridos nesses incêndios. Incêndios causados por equipamentos de aquecimento representaram 16% dos feridos civis. Nove por cento dos incêndios tiveram causa intencional, mas esses incêndios foram associados a 1% dos ferimentos de civis e 1% dos danos materiais. O Gráfico 2 mostra que outras causas principais incluíram equipamentos de cozinha (4%), queimador ou solda em ferro (4%) e incêndios de exposição (3%). Destacamos também que com maior incidências de danos a pessoas temos os Incêndios causados por uma tocha, queimador ou solda em ferro, representado 28% do total de danos. Na Tabela 4 são apresentados mais detalhes informações sobre as principais causas.

Gráfico 2 - Incêndio em Estruturas de Propriedades industriais por Causa Principal - Média Anual de 2011-2015



Fonte: Campbell (2018).

Na Tabela 4, conforme indica Campbell (2018), entre os anos de 2011 e 2015, 15% dos eventos envolvendo os equipamentos e componentes elétricos, muitos destes abrigados em subestações, destacam-se como fontes de incêndio, vitimando pessoas e danos a propriedades com destaque também aos danos financeiros.

Tabela 3 - incêndio de estrutura em propriedades de fabricação, por equipamento envolvido na ignição - médias anuais de 2011-2015

	Incêndio	Morte de Civis	Danos a Civis	Danos Direto à Propriedade (milhões)
Iluminação e Distribuição Elétrica	640 (24%)	2	4 (9%)	\$ 142 (55%)
Aquecimento em equipamento	420 (16%)	0	7 (16%)	\$ 11 (4%)
Intencional	230 9(%)	0	1 (1%)	\$ 3 (1%)
Equipamento de Cozinha	120 (4%)	0	0 (0%)	\$ 0 (0%)
Aquecimento e Solda em Ferro	100 (4%)	0	12 (28%)	\$ 14 (5%)
Exposição a Fogo	90 (3%)	0	1 (2%)	\$ 14 (5%)
Relâmpago	60 (2%)	0	0 (1%)	\$ 4 (2%)
Materiais para fumar	50 (2%)	0	0 (0%)	\$ 0 (0%)

Fonte: Campbell (2018).

Já no Brasil, segundo o anuário estatístico da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos de Eletricidade (ABRACOPEL), publicado em 2020, houve em 2019, 1662 acidentes de origem elétrica, com 821 vítimas fatais. Esses eventos podem ser desdobrados em três grandes temas, sendo 56% envolvendo choque elétrico, 39% envolvendo incêndios por sobrecarga e 5% envolvendo descargas atmosféricas.

Destacamos também que nos últimos dez anos de eventos ocorridos em subestações, os transformadores de energia elétrica como ponto de causa de eventos de incêndios. Nesse contexto, percebemos que incidentes que podem se materializar tendo como consequência incêndios de grandes proporções, causando danos a pessoas e ao negócio, requerem uma gestão de risco de forma eficaz.

Ressaltamos que inúmeras causas podem servir de gatilho para iniciar um incêndio, tais como: colisões durante manobras de veículos, falhas em sistemas elétricos (sobrecarga, arco elétrico, animais, água...), eventos naturais, perda de estanqueidade devido à característica do óleo de transformadores, erro de projeto, trabalhos de manutenção, erros operacionais, aquecimento do ambiente, dentre outros. Alguns controles, que vão desde solução de engenharia em atendimento a normas técnicas e regulamentadoras internacionais e nacionais voltadas a barreira de proteção a ação mitigatórias com instalação de sistema de combate a incêndio, são estabelecidos como forma de coibir um incêndio.

Uma vez se materializando o evento indesejado, logicamente teremos consequências que poderão causar desde danos a pessoas a perdas estruturais, que podem vir a comprometer a continuidade operacional. Estratégias de manutenção com planos de manutenção estabelecidos com critérios voltados a manuais do fabricante a dados de falhas que comprometem a confiabilidade do sistema servem de referência para uma maior assertividade na definição de tarefas e frequências de execução de manutenções nas subestações.

Assim sendo, e entendendo que se precisa de um acompanhamento e aplicação de técnicas de análise de riscos que possa diminuir a probabilidade de ocorrência de eventos através de controles críticos. A mineradora em estudo, definiu políticas, padrões e procedimentos que possam suportar a melhor forma de garantir a integridade do ativo, com segurança a pessoas e continuidade do negócio por meio

de estudo de riscos e perigos, intitulado HIRA, suportado pela técnica de avaliação de riscos, Bowtie. A gestão de controles críticos tem sido o ponto primordial para evitar que eventos de grandes proporções possam se materializar, a exemplo, e abordado neste estudo, incêndios em suas instalações elétricas podendo causar danos a pessoas, ao meio ambiente e à continuidade do negócio.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Nesta seção são apresentados os métodos e procedimentos da pesquisa. Quanto aos objetivos, caracteriza-se como uma pesquisa descritiva e exploratória com abordagem qualitativa.

Para Pradonov e Freitas (2013), no que tange à metodologia descritiva, esta expõe as características de uma determinada população ou fenômeno, demandando técnicas padronizadas de coleta de dados. Já no caráter exploratório, visa proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou construindo hipóteses sobre ele. Quanto à abordagem, esta pesquisa é qualitativa, pois o ambiente natural é fonte direta para coleta de dados, interpretação de fenômenos e atribuição de significados.

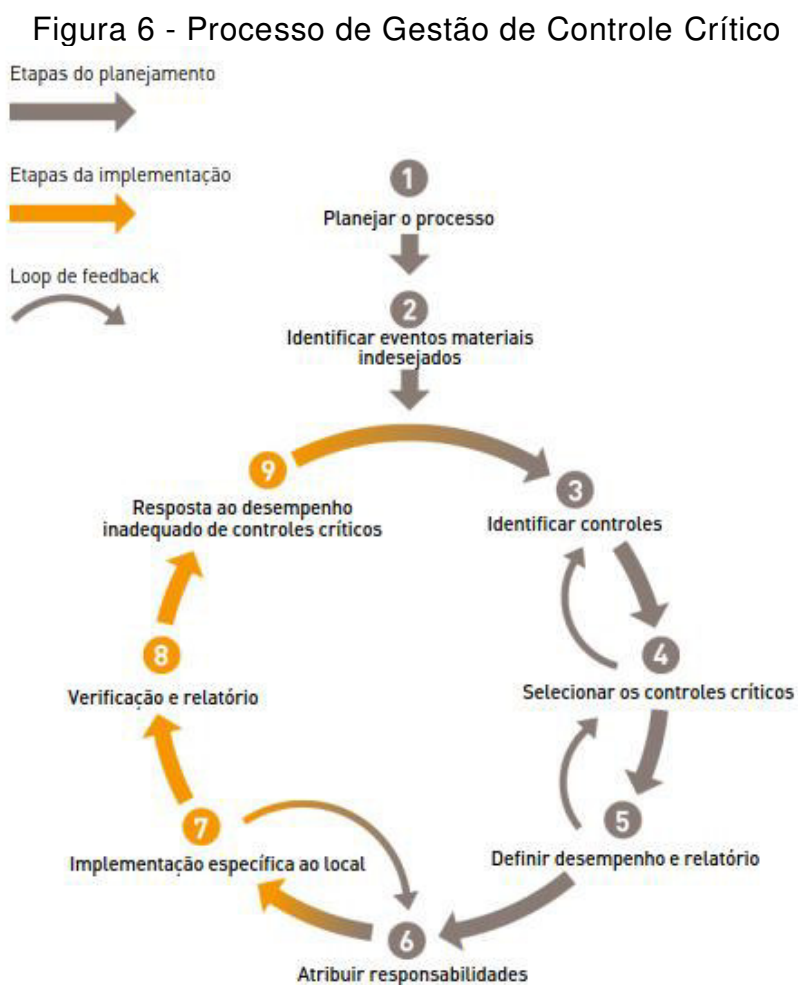
Ainda segundo Vieira (2010), a pesquisa descritiva [...] levanta dados e problemas que podem vir a servir de apoio para pesquisas futuras mais avançadas. Nesse contexto, quanto à coleta de dados, esta pesquisa classifica-se como bibliográfica e documental, pois levando-se em conta o procedimento técnico ela é concebida a partir de materiais já publicados e utiliza materiais que não receberam tratamento analítico.

Também se configura em um estudo de caso, que no caso representa a estratégia preferida quando colocamos questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real (PRADONOV; FREITAS, 2013). Dessa forma, o estudo de caso foi aplicado dentro de uma grande mineradora do Brasil, para a qual se propõe novas medidas quanto à gestão de riscos aplicados a controles críticos. É uma das maiores empresas do País em valor de mercado, atuando em vários setores, dentre eles a mineração, operação portuária e logística ferroviária. A Gestão de Riscos na organização, está em constante evolução, com o objetivo de reforçar ainda mais a segurança das pessoas e das operações.

Isto posto, esse trabalho também contou com uma equipe multidisciplinar com profissionais de diversas especialidades, onde foram utilizados documentos internos da organização. Com essa grande contribuição além desses documentos internos, foram reunidos registros e/ou correspondências disponíveis, a fim de observarmos a interação entre os indivíduos e as instituições e grupos locais, primando pela riqueza

de detalhes.

Nesse contexto, este trabalho foi elaborado baseado no guia de implementação da gestão de controles críticos ICMM (2015), contendo nove etapas, conforme descrito na Figura 7. Servindo de orientações para consolidação dos documentos padrões e operacionais construídos por especialistas das áreas afetadas.



Fonte: ICMM (2015).

Na Etapa 1: Planejar o Processo

Segundo o ICMM (2015), é necessário desenvolver um plano que descreva o escopo do projeto, incluindo aquilo que precisa ser feito, por quem, e seus respectivos prazos. É nesta etapa que definimos quais colaboradores devem participar por disciplina e principalmente por conhecimento no processo em estudo. Define-se também papéis e responsabilidades dentro das diversas camadas da organização. A alta liderança estabelece um representante com autonomia para tomadas de decisão.

O sucesso da implantação de todo o trabalho tem como ponto principal um planejamento bem elaborado.

Na Etapa 2: Identificar Eventos Materiais Indesejados (EMI)

Nesta etapa seguinte, o ICMM (2015) estabelece a necessidade de identificar os EMI a serem geridos e resumir as principais informações para cada um deles, pois isso garante que o processo de GCC tenha foco nos EMI mais relevantes. Nesta etapa, deve ser considerado se um EMI pode ser eliminado por meio de uma melhoria no processo da operação. Com a melhora no processo, é possível reduzir a probabilidade de um evento ocorrer ou o impacto de suas consequências, fazendo, portanto, com que deixe de ser um risco material. O resultado desta etapa inclui um documento com o detalhamento do perigo, resumindo as principais informações sobre o EMI.

Na Etapa 3: Identificar Controles

Nesta próxima etapa, realiza-se a Identificação dos controles para cada EMI, tanto controles existentes quanto possíveis novos controles. A técnica de identificação de perigos e riscos com a preparação de um diagrama Bowtie é aplicada. Em seguida, os especialistas internos e externos, identificam todos os controles existentes e possíveis para cada EMI. Ressaltamos que segundo o guia de boas práticas do ICMM (2015), um controle é definido como um ato, objeto (projetado) ou sistema (combinação de ato e objeto) voltado para a prevenção ou mitigação de um evento indesejado.

Na Etapa 4: Selecionar Os Controles Crítico

Uma vez identificado todos os controles para o EMI, estabelece-se um resumo das principais informações sobre aqueles que são controles críticos. Segundo o ICMM (2015), os controles críticos são aqueles que são cruciais para prevenir ou mitigar as consequências de um EMI. A ausência ou a falha de um controle crítico aumentará a probabilidade do risco de um EMI ocorrer, apesar da existência de outros controles.

Na Etapa 5: Definir Desempenho e Relatório

Nesta fase temos que definir os objetivos e as exigências de desempenho dos

controles críticos e como este deve ser verificado na prática. A eficácia na mitigação do risco impedindo que um evento se materialize está associada a um desempenho mínimo do controle crítico estabelecido pela equipe do estudo. Essas atividades ajudam a compreender como um controle crítico pode ser verificado na prática e oferece um mecanismo para monitorar este controle.

Na Etapa 6: Atribuir Responsabilidades

Segundo o ICMM (2015), espera-se desenvolver uma lista dos responsáveis por cada EMI, pelo controle crítico e pela atividade de verificação. A definição de uma hierarquia nos diversos níveis da organização incluindo papéis e responsabilidades se faz necessária para a tratativa das oportunidades levantadas, assegurando que os prazos sejam cumpridos. Salienciamos que a responsabilidade pelo teste de verificação do controle crítico, está atribuída ao dono do risco que possui cargo na alta liderança.

Na Etapa 7: Implementação Específica ao Local

Uma vez definidas as etapas vistas até o momento, para se replicar para outras plantas devem ser realizadas algumas adaptações específicas de cada localidade. Para um mesmo EMI, às vezes, é necessária a revisão de etapas anteriores para a identificação dos controles e dos controles críticos.

Na Etapa 8: Verificação e Relatório

Uma vez estabelecido e implementado o controle crítico, atividades de verificação com relatos do seu processo devem executadas por cada responsável no processo. Temos aqui o primeiro passo prático no processo de GCC. O gerente da unidade deve ajudar com os primeiros exemplos, auxiliando os responsáveis do processo de GCC.

Etapa 9: Resposta Ao Baixo Desempenho dos Controles Críticos

Segundo o ICMM (2015), os responsáveis pelos EMI e controles críticos devem estar cientes do desempenho dos controles críticos. Se os controles críticos estiverem abaixo do desempenho esperado, é preciso investigar e tomar medidas para melhorar o desempenho ou remover seu status de crítico. Isso deve ser feito também após um

incidente. A resposta ao desempenho fora dos parâmetros estabelecidos de um controle crítico, será determinada pelos resultados das atividades de verificação e relatório discutidas na etapa de verificação. Esta resposta é importante, pois contribui para a revisão dos controles críticos e ajuda a melhorar a abordagem de GCC em geral.

4 ESTUDO DE CASO: FERROVIA DE UMA EMPRESA MINERADORA

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA MINERADORA

A mineradora foco deste estudo, foi criada como uma empresa estatal para a exploração das minas de ferro na região de Itabira, no estado de Minas Gerais, em 1942, no governo Getúlio Vargas, onde hoje é uma empresa privada, de capital aberto, com sede no Rio de Janeiro, e com ações negociadas na Bolsa de Valores no Brasil e no mundo.

Possui em torno de 120 mil empregados, entre próprios e terceiros, em 27 países, operando, no Brasil, em 14 estados da federação, possui em torno de dois mil quilômetros de malha ferroviária, nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, gerindo também, portos e terminais. É a maior empresa no mercado de minério de ferro e pelotas e a maior produtora de manganês e ferroligas do Brasil.

Em outubro de 2016, foi lançado o Complexo S11D Eliezer Batista (S11D), no Pará, uma usina construída fora da floresta, para minimizar os impactos ambientais, e que produzirá um minério com qualidade superior ao produzido no Sistema Sul e Sudeste. Essa mineradora consome cerca de 5% de toda a energia produzida no Brasil. Por ser uma empresa que está em vários países, incluindo o Brasil, ela possui estrutura global, regional e local bem definida em seus organogramas.

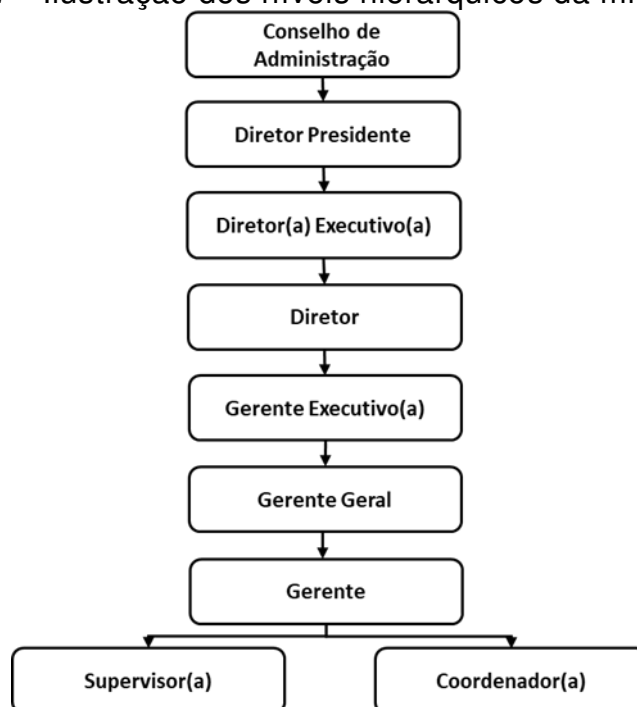
Segundo Castro (2017), deixa clara a responsabilidade sobre as funções, tanto a execução como a supervisão e, mais do que isso, ela pressupõe uma divisão inteligente do trabalho, agrupando aqueles que mais apresentam interdependências nas suas atividades diárias e, balanceando os benefícios da especialização de funções eficientes com foco interno com a necessidade de foco em segmentos de clientes ou produtos que a organização precisa atender com excelência. Finalmente, a estrutura é um elemento da governança, porque enxergamos gestores respondendo a conselhos.

Em seguida são apresentadas algumas das estruturas da empresa mineradora para melhor ambientação neste trabalho, pois a estrutura hierárquica da empresa é bastante ampla, devido ao seu tamanho, quantidade de empregados e heterogeneidade dos negócios em que atua.

4.1.1 Estrutura de Gestão Global

Na Figura 7 temos o organograma de gestão global, composto pelo Conselho de Administração, seguindo com a Diretoria Executiva e seu Diretor-Presidente, abaixo da qual estão as Diretorias Regionais, com suas estruturas de gestão específicas, com Gerentes Gerais, Gerentes, Coordenadores e Supervisores.

Figura 7 - Ilustração dos níveis hierárquicos da mineradora



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

O Conselho de Administração, nível máximo da estrutura, faz o elo entre os acionistas e o corpo de gestão da empresa, sendo responsável por estabelecer as diretrizes da organização e possuir o dever de zelar por sua longevidade.

A Diretoria Executiva (DE) é responsável pela execução da estratégia de negócios definida pelo Conselho de Administração, pela elaboração de planos e projetos e pelo desempenho operacional e financeiro da empresa. O diretor-presidente é responsável pela escolha dos membros da Diretoria Executiva, que deverão ser ratificados pelo Conselho de Administração. O diretor-presidente atua como interface entre a Diretoria Executiva e o Conselho de Administração.

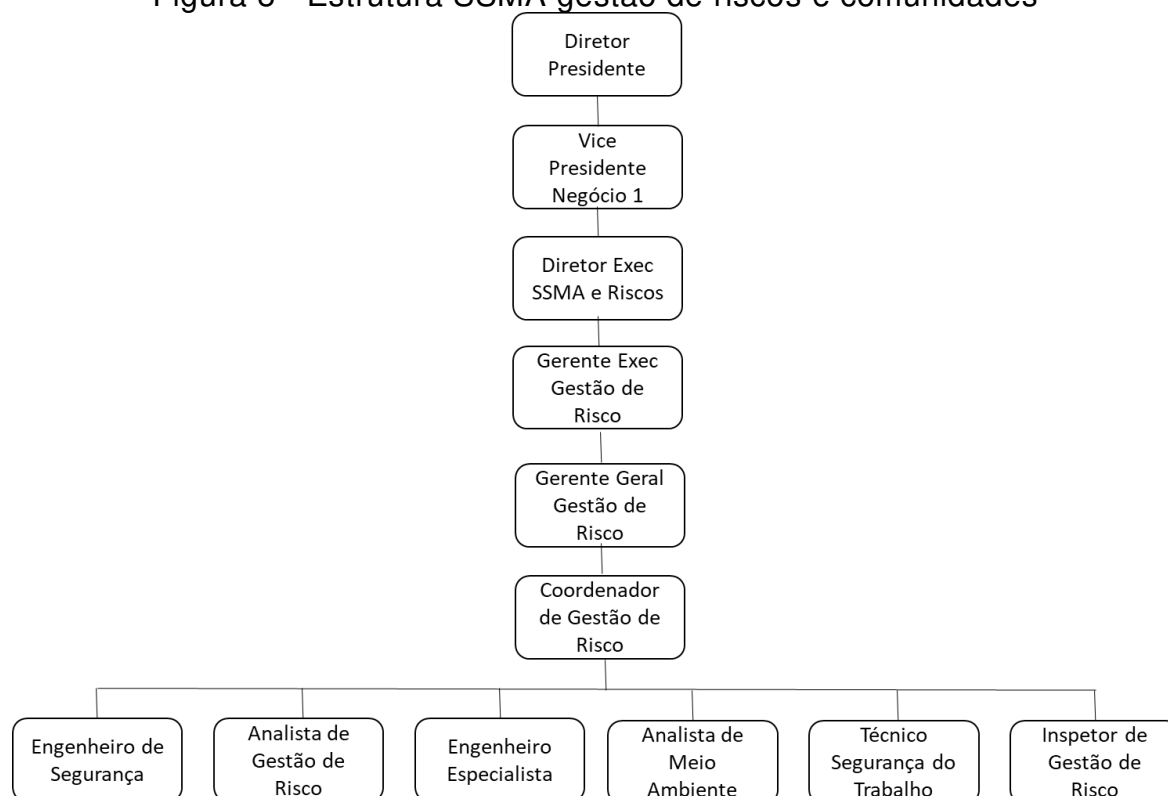
A DE é composta por um diretor-presidente, diretores-executivos, diretores de áreas de suporte e consultor, sendo esse o topo da hierarquia de gestão da empresa,

com cada Diretoria-Executiva abrindo a hierarquia gerencial em Diretores, Gerentes Executivos, Gerentes Gerais, Gerentes, Coordenadores e Supervisores.

4.1.2 Estrutura SSMA Gestão de riscos e comunidades

Na Figura 8 é apresentado o organograma de gestão global composto pelo a Diretoria Executiva e seu Diretor-Presidente, abaixo da qual estão as Diretorias Regionais, com suas estruturas de gestão específicas, com Gerentes Gerais, Gerentes, Coordenadores, Analistas de Risco, Engenheiros Especialistas, Engenheiros e Técnicos de Segurança.

Figura 8 - Estrutura SSMA gestão de riscos e comunidades



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A estrutura de gestão de Saúde, Segurança e Gestão de Riscos, na regional avaliada nesse estudo, é composta de uma Gerência de Gestão de Riscos, ligada diretamente à Diretoria Operacional de sua região.

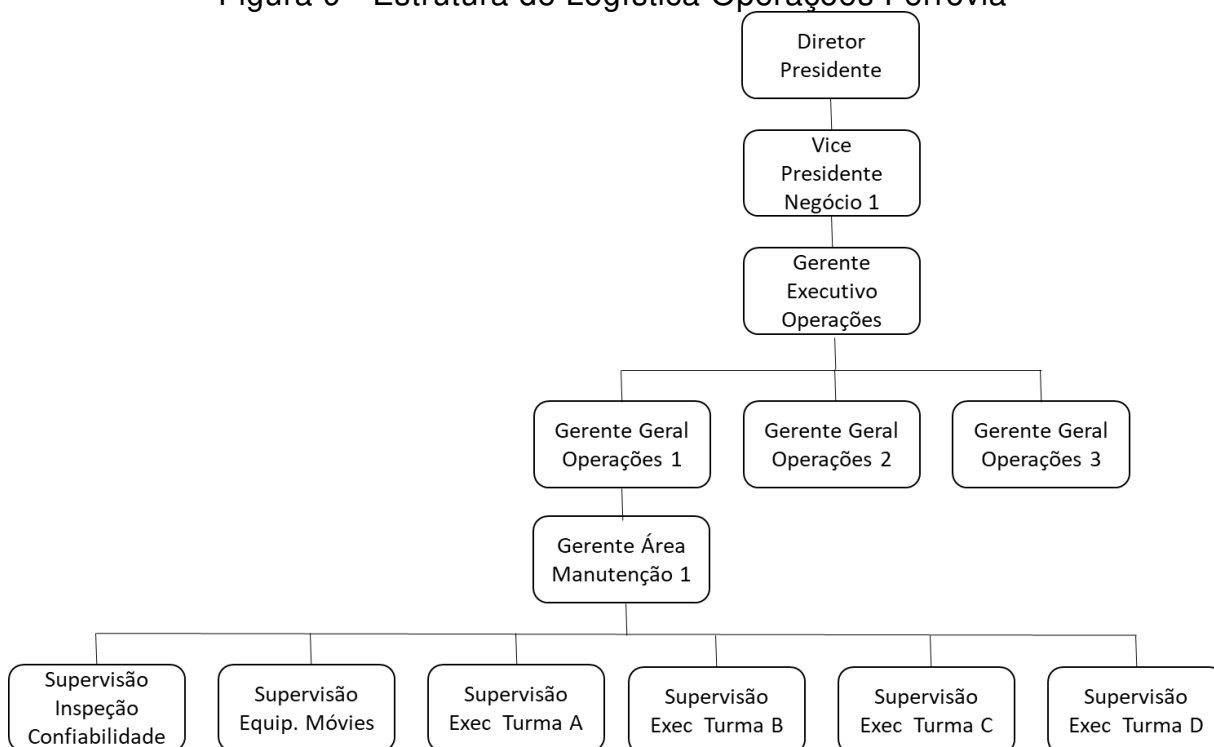
Imediatamente ligadas a essa Gerência Executiva de Gestão de Riscos, há o Coordenador de Gestão e Riscos, que tem como papel ser um líder técnico responsável pelas atividades de planejamento e pelo monitoramento da execução de

todas as etapas do processo de identificação e análise de riscos com foco a evitar a materialização de eventos indesejados. As demais posições dentro do organograma são preenchidas por engenheiros especialistas, analistas de risco e meio ambiente, técnico de segurança e inspetoria, que suportam o coordenador de gestão de riscos em suas atribuições.

4.1.3 Estrutura de logísticas operações ferrovia

Na Figura 9 é exposto o organograma de Operações da Ferrovia, composto pelo a Diretoria Executiva e seu Diretor-Presidente, abaixo da qual estão as Diretorias Regionais, com suas estruturas de gestão específicas, com Gerentes Gerais, Gerentes, Coordenadores, Analistas de Risco, Engenheiros Especialistas, Engenheiros e Técnicos de Segurança.

Figura 9 - Estrutura de Logística Operações Ferrovia



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A estrutura de Logística de Operações da Ferrovia, na regional avaliada neste estudo, é composta de uma vice-presidência de negócios, ligada diretamente ao Diretor Presidente. Logo abaixo vem a Gerência Executiva de Operações, imediatamente ligadas à vice-presidência de negócios, que tem a finalidade de manter

as operações alinhadas com o planejamento estratégico da Ferrovia, suportado pelos Gerentes Gerais e Gerentes de Área. Abaixo estão as supervisões que tem o papel fundamental de assegurar as rotinas operacionais.

A organização possui um fluxo integrado de Governança de Gestão de Riscos, fundamentado no conceito de Linhas de Defesa, que representa como são realizadas reavaliações periódicas para garantir o alinhamento entre as decisões estratégicas, performance, definição e monitoramento dos limites de tolerância dos riscos aprovados pelo Conselho de Administração, por recomendação da Diretoria Executiva (POL0009, 2020). No Quadro 2 deste estudo apresentamos uma definição clara dos papéis e responsabilidades de cada uma das três linhas de defesa, divididas em 1^a, 2^a e 3^a.

4.1.4 Políticas, Normas e Procedimentos Específicos para Gestão de Riscos

A organização, devido ao seu elevado nível de complexidade e grande variedade de riscos inerentes às atividades relativas à sua atuação, possui um grande acervo de documentação, políticas, procedimentos e normas voltados à saúde e segurança das pessoas e equipes, assim como é voltada para o meio ambiente da região em que atua. A organização decidiu mudar do modelo de gestão de risco tradicional para uma gestão de risco integrada.

No modelo de gestão de riscos tradicional cada área que lidera uma técnica de gestão de risco operacional, tais como tomada de decisão descentralizada, alocação dos recursos para gestão de risco por iniciativa, múltiplos processos, ferramentas específicas, demanda mais treinamentos monitoramento de controles, planos e recomendações em silos, executando um processo e metodologia específicos sem aproveitar as sinergias existentes.

Já no modelo de gestão integrado, foco deste estudo, define-se duas granularidades de gestão de risco operacional: de negócio e de processo. Como consequência, a gestão é feita integrada e padronizada, e a grade de treinamentos é única para gestão de risco operacional, os documentos normativos são integrados e falam a mesma língua e o sistema para coleta das informações e gestão é o mesmo. Ressaltamos também que a liderança é única, a alocação de recursos considera todo o cenário de risco, ferramenta de análise e processos padrões, menos treinamento e

compartilha planos e recomendações.

Dentre os documentos de maior significância, está a Política de Gestão de Riscos, que trata de estabelecer diretrizes e orientações para essa gestão integrada global dos riscos potenciais ao negócio, incluindo, claro, possíveis danos às pessoas e meio ambiente, e a Política Global de Sustentabilidade, na qual é expresso o compromisso da empresa em gerar valor aos acionistas e stakeholders, apoiando a manutenção e a melhoria da saúde e da segurança de seus trabalhadores, perseguindo, sobretudo, um ambiente livre de incidentes, tendo como máxima “o zero dano”, pautado em valores como “a vida em primeiro lugar”.

Dentre as Normas, há uma específica que versa sobre Gestão de Riscos, a qual define a metodologia e as principais responsabilidades no processo de gestão e de prevenção de riscos potenciais. inclusive com critérios de priorização, como severidade e probabilidade, classificando-os em cinco níveis de criticidade, a depender do grau de comprometimento e efeitos à saúde e segurança a pessoas, comunidade e ao meio ambiente que interage.

Há, ainda, os padrões normativos regidos por documentos internos (DOC.INT), desenvolvidos e validados pelas áreas corporativas, nos quais são tratadas as diretrizes e padrões normativos técnicos e metodológicos, havendo dois específicos que merecem destaque:

- a) Gerenciamento de Riscos de Negócios, que trata da prevenção de potenciais riscos que possam impactar vidas, o meio ambiente, a sociedade, a segurança dos processos, a reputação ou gerar perdas financeiras (DOC.INT 0078, 2020);
- b) E o documento que fornece orientações sobre como realizar uma Identificação de Perigo e Análise de Riscos (HIRA) e melhoria de risco direcionada para eventos classificados como Eventos Materiais Indesejados (EMI) – incidentes de alta consequência que requerem o mais alto nível de atenção. A HIRA auxilia na identificação dos riscos prioritários na empresa e na implementação de controles críticos que podem impedir que um EMI ocorra em primeiro lugar ou minimizar as consequências se o evento vier a ocorrer (DOC.INT 0033, 2020).

Este trabalho está embasado em procedimentos que norteiam a condução de todo o processo executado em etapas estabelecidas dentro de procedimentos padrões criados na própria organização. Normas (planejamento, desenvolvimento e gestão) e políticas constituem princípios que neste caso específico, norteiam a gestão

de riscos dentro da mineradora em questão. Alguns deste princípios e diretrizes foram criados com base nos conceitos da ISO 31000, ISO 55000 e do COSO-ERM como referência na gestão de riscos para segurança operacional, sendo estes adotados para:

- a) Apoiar o planejamento estratégico, o orçamento e a sustentabilidade dos negócios da organização;
- b) Fortalecer a estrutura de capital e a gestão de ativos inserindo os conceitos e critérios de gestão com base no risco em perspectiva na operação e manutenção dos ativos e modais de logística;
- c) Fortalecer as práticas de governança da organização, baseadas no conceito de Linhas de Defesa (ver Quadro 2);
- d) Mensurar e monitorar os riscos potenciais da organização de forma consolidada, considerando-se os efeitos da diversificação, quando aplicável, de seu conjunto de negócios;
- e) Estabelecer estrutura especializada para atuação dedicada e independente, como 2ª Linha de Defesa (ver Quadro 2) Especialista, na avaliação dos potenciais riscos operacionais.
- f) Avaliar os reflexos no mapa e na tolerância a riscos da organização quando da decisão de novos investimentos, aquisições e desinvestimentos.

Assim sendo, é necessário gerenciar riscos através de procedimentos padrões associados às suas atividades por meio do modelo de três linhas de defesa (Quadro 2), que são barreiras estabelecidas dentro da organização composta por pessoas de diversos níveis hierárquicos com papéis e responsabilidades para identificação, tratamento e monitoramento dos riscos, evitando ou mitigando qualquer impacto potencial em toda a organização. Esses impactos são relacionados à segurança, saúde, meio ambiente, sociedade, reputação e direitos humanos. Por meio desse modelo, garante-se a verificação contínua dos processos, com barreiras definidas em cada linha de defesa, dividida em três camadas, reduzindo-se a probabilidade de ocorrência de eventos críticos na operação.

Quadro 2 - Atribuições gerais das três linhas de defesa

Camadas	Principais Responsabilidades	Atividades Típicas
1ª Linha de Defesa	1ª Camada <ul style="list-style-type: none"> • Operar e Manter; 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar e cumprir padrões operacionais;

	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar e controlar a manutenção; • Inspecionar a execução de todas as atividades operacionais; • Realizar análise de falhas e perda de rotina; • Garantir a integridade e performance dos ativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Treinar padrões e prover recursos requeridos; • Identificar, tratar, monitorar e reportar riscos; • Acompanhar indicadores chaves sobre sua responsabilidade; • Cumprir o gerenciamento da rotina; • Cumprir as rotinas operacionais; • Gerente, Supervisor e operador; • Cumprir requisitos locais e padrões normativos.
	<p>2ª Camada</p> <ul style="list-style-type: none"> • Engenheirar; • Elaborar plano diretor de operação e manutenção; • Realizar análise de falhas e perfil de perdas críticas; • Garantir a prontidão operacional • Suportar tecnicamente as operações • Verificar rotineiramente a aplicação dos padrões e indicadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar engenharia de manutenção; • Elaborar e cumprir padrões normativos; • Cumprir requisitos locais e padrões normativos. • Cumprir as rotinas operacionais; • Gerente, Supervisor e operador; • Verificação de indicadores de performance; • Verificação do cumprimento das rotinas; • Verificação o cumprimento do diário de bordo; • Verificação do cumprimento de políticas e diretrizes; • Verificação do cumprimento de manuais e padrões normativos.
2ª Linha de Defesa	<ul style="list-style-type: none"> • Definir políticas e diretrizes; • Definir processos técnicos; • Gerenciar a eficiência operacional; • Definir estrutura organizacional mínima de gestão, operação, manutenção e engenharia; 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar manuais e padrões normativos; • Identificar melhores práticas; • Verificação da aplicação de políticas e diretrizes; • Verificação de aplicação dos padrões normativos; • Prover treinamento;

	<ul style="list-style-type: none"> • Apoiar na identificação dos desvios, riscos e recomendações; • Verificar a aplicação dos padrões e indicadores normativos 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação da performance dos ativos e tratar desvios; • Acompanhar indicadores chaves; • Verificar cumprimento das rotinas; • Verificar o cumprimento do diário de bordo.
3ª Linha de Defesa	<ul style="list-style-type: none"> • Compliance com as políticas e diretrizes da mineradora. 	

Fonte: POL0009 (2020)

Tendo em vista o exposto até agora, e contextualizando o funcionamento operacional macro da grande mineradora em questão, temos uma divisão em três grandes áreas integradas: Mina, Ferrovia e Porto que juntas atualmente possuem a capacidade de produção de 240 MTPA. A subestação de distribuição principal fica localizada no terminal portuário que está em operação desde 1986. Quando do início da operação de sua Mina no Norte do País, este foi concebido para atender inicialmente à produção de 15MTPA, com expansões previstas já inseridas no projeto de implantação de minério de ferro para 25 MTPA e 35 MTPA. Nessa época, o suprimento de energia elétrica do Porto era realizado em 69 kV pela distribuidora de energia local por meio da linha de transmissão em 69 kV circuito simples, na subestação principal do Porto, com três transformadores 69-13,8 kV, 12/16/20 MVA.

A demanda máxima do Porto era de 12 MW e o Fator de Carga, razão entre a demanda média e a demanda máxima, é muito baixo (0,25), devido aos longos intervalos de tempo entre trens na operação de Recebimento e Estocagem, bem como aos longos intervalos de tempo entre Navios na operação de Recuperação e Embarque. Com o aumento da produção do minério de ferro vindo da mina e o projeto das usinas de Pelotização, que seriam no total quatro unidades, viu-se necessária a mudança do suprimento de energia elétrica para a tensão de 230 kV. Nesse momento, em 1998 foi concebida a uma nova subestação principal, que seria implantada entre os anos de 2000 e 2001. O projeto de expansão não atenderia somente o Porto, na época já com produção de 50 MTPA e expectativa de demanda máxima, considerando expansões, da ordem de 40 MW, mas principalmente as quatro usinas de Pelotização previstas, com demanda máxima total da ordem de 140 MW.

Após a implantação da nova subestação, a expansão do Porto tomou rumos diferentes do planejamento inicial. Das quatro Usinas de Pelotização inicialmente

previstas, somente a primeira foi implantada e, após dez anos de operação (2002 a 2012), foi paralisada por seis anos (2012 a 2018), tendo voltado à operação em maio de 2018.

A expansão das instalações portuárias, por outro lado, em que não se previa aumento considerável, acompanhou a expansão da capacidade da Mina Serra Norte e a Serra Sul. Atualmente, o porto possui capacidade de manuseio de 240 MTPA. Nesse aumento, foi necessária a construção do Píer 4 e hoje a demanda de carga já está próxima do que foi projetado para demanda de operação de quatro usinas de Pelotização, ou seja, 140 MW. Ressaltamos que a distribuição de energia elétrica é feita via uma linha de transmissão que vem de São Luís II em 230 kV para subestação principal que possui característica construtiva de área aberta e abrigada com quadros de distribuição atendendo a outras 42 subestações secundárias distribuídas entre Porto e Ferrovia. Dessas, 16 que atendem à Ferrovia são foco deste estudo.

4.2 DESENVOLVIMENTO DAS ETAPAS DO ESTUDO

Embora tenhamos enfatizado na abordagem metodológica a utilização do guia de implementação da gestão de controles críticos do ICMM (2015), contendo nove etapas, como referência para o estudo do HIRA, a organização desenvolveu um padrão normativo (DOC.INT 0033) que levou em conta particularidades dos processos de cada localidade. Este documento foi dividido basicamente em duas etapas macro: a identificação de Perigos e Análise de Riscos (HIRA) para os EMIs com a implementação do Plano de Ação e Melhoria de Riscos Direcionados. A seguir esse documento é detalhado.

Nesta subseção busca-se caracterizar o modelo de gestão de riscos em uma corporação baseada na gestão de controles críticos na área de mineração.

4.2.1 Etapa macro 1: identificação de perigos e análise de riscos (HIRA) para EMIs

O HIRA foi conduzido nos meses de novembro de 2020 à janeiro de 21, dentro do segmento de negócio Porto e Ferrovia, utilizando o método do Bowtie para garantir que o inventário de EMIs fossem completo e preciso. Foram avaliados os riscos

operacionais com gravidade muito crítica, definida pela matriz de risco da companhia (APÊNDICE A), bem como seus controles críticos associados. O processo HIRA consiste em oito etapas que estão descritas a seguir, com a orientação para cada etapa do processo, sendo divergente da quantidade de etapas do exposto na abordagem metodológica, tendo em vista que as etapas 8 -verificação e relatório e a 9 -resposta ao baixo desempenho do controle crítico, estas foram integradas na etapa 8 do procedimento interno (DOC.INT 0033) que rege o estudo do HIRA.

4.2.1.1 Planejamento

Um líder técnico foi designado para cada HIRA e este foi responsável pelas atividades de planejamento e pelo monitoramento da execução de todas as etapas do processo HIRA.

O líder técnico foi apoiado por equipes que foram compostas por indivíduos com experiência em técnicas de avaliação de riscos, gerenciamento de segurança de processos, gerenciamento ambiental e com especialidades técnicas consistentes com as tecnologias que estão sendo avaliadas. Durante a fase de planejamento, o líder técnico revisou o processo para determinar quais habilidades eram necessárias para os membros da equipe do HIRA.

O papel e as responsabilidades das equipes encarregadas pela avaliação estavam claramente definidos pelo líder técnico.

O trabalho preparatório consistiu em:

- a) Obtenção de todas as informações necessárias para o estudo (questionário PHA, lista de equipamentos e dispositivos críticos de segurança, incidentes que ocorreram com a mesma tecnologia ou similares, resultados de auditorias anteriores, análises e identificação de perigos anteriores, Gerenciamento de Mudanças (MOCs) realizados, desenhos de engenharia, lista de aspectos ambientais e condições de licenciamento, desenhos de drenagem etc.);
- b) Converter as informações em um formato estabelecido com modelos disponibilizados em arquivos eletrônicos dedicados (BowtieXp e One Page);
- c) Selecionar membros e organizar as equipes;
- d) Planejar a execução dos trabalhos durante a visita ao site existente ou novo

projeto;

e) Organizar os recursos necessários (transporte, EPIs, salas de reunião etc.).

Para instalações existentes, este protocolo foi aplicado em três fases. A primeira (fora do site) se concentrou na revisão de documentos e na preparação do workshop. A segunda (no site) foi composta por sessões intensivas de identificação e análise de riscos. A terceira (fora do site) se concentrou na preparação dos resultados, incluindo o relatório final do HIRA. Ficou como ponto de atenção que para novos projetos, todas essas etapas devem ocorrer antes da conclusão da engenharia básica. Também é responsabilidade do líder técnico garantir que os resultados do estudo sejam acompanhados, incluindo a implementação do plano de ação e o processo de gerenciamento de controles críticos.

4.2.1.2 Identificar EMIs que precisam ser gerenciados

A identificação de EMIs precisa considerar eventos históricos e previsíveis, dadas as operações e atividades no local ou na futura operação em caso de novos projetos. Como resultado, a identificação de EMIs precisa incluir pessoal experiente e a revisão de dados relevantes, incluindo análises e identificação de perigos anteriores (como APR e Hazop). Os EMIs devem ser claramente descritos, incluindo o perigo relevante, mecanismo de liberação e natureza das consequências.

Para instalações existentes, a identificação de EMIs pode ser feita antes da visita ao site através de workshops dedicados. Eles podem ser confirmados durante os dias iniciais da visita ao site e EMIs adicionais que não foram identificados anteriormente devem ser considerados. Essa também é uma oportunidade para identificar melhorias de projeto para lidar com o risco, reduzindo as possíveis consequências ou eliminando o EMI. Para novos projetos, os EMIs serão identificados em APRs e Hazops e selecionados a partir desses estudos.

4.2.1.3 Preparar um diagrama de Bowtie e identificar controles para EMIs

Durante o desenvolvimento do Bowtie, iniciou-se com o EMI como o evento central e solicitado que fossem respondidas as seguintes questões:

a) Quais são as consequências máximas previsíveis do EMI?

- b) Quais são as possíveis causas que podem levar ao EMI?
- c) Quais os controles estão em vigor (ou podem ser implementados) para evitar a causa que leva ao EMI?
- d) Quais controles estão em vigor ou podem ser introduzidos para reduzir a possibilidade de as consequências ocorrerem?

O objetivo desta etapa foi identificar todos os controles, existentes e novos potenciais, antes de identificar quais dos controles são críticos.

Na maioria dos casos, os controles já existem como resultado de trabalhos anteriores de avaliação de riscos, experiência de incidentes na empresa ou no setor ou como resultado de legislação e orientações associadas. É recomendável que cada EMI seja revisado para verificar se os controles apropriados foram identificados. Como continuidade do trabalho foi necessário o nivelamento do entendimento do que é e o que não é um controle dentro da ferramenta de avaliação de risco Bowtie. Assim, segundo o DOC.INT 0033 (2020), a definição do que é ou não um controle está definido como:

Um controle é definido como um ato, objeto (engenharia) ou sistema (combinação de ato e objeto) destinado a impedir ou mitigar um evento indesejado. Além disso, eles têm as seguintes características:

- a) São específicos para impedir um EMI ou minimizar suas consequências (ou seja, são projetados apenas para prevenir ou mitigar as consequências de um potencial evento indesejado);
- b) O desempenho requerido do controle pode ser especificado;
- c) Seu desempenho pode ser verificado (ou seja, verificar se o controle é rotineiramente testado/inspecionado em uma frequência adequada durante o ciclo de vida do processo);
- d) Ser auditável para demonstrar que atende aos requisitos de mitigação de risco. O processo de auditoria deve confirmar a eficácia do controle por meio da revisão dos sistemas de projeto, instalação, teste funcional e manutenção.

Já o que não é um controle é comum identificar muitas atividades, anteriormente consideradas controles, que não se enquadram na definição ou no objetivo. Alguns exemplos de controles que não atendem ao estabelecido neste estudo, são: programas de segurança e gestão ambiental; planos de manutenção de

ativos sem definição clara de parâmetros; treinamento; ferramentas de segurança baseadas em comportamento;

Todos os itens acima são partes importantes dos sistemas de segurança e gerenciamento ambiental, mas não são específicos para prevenir ou mitigar um EMI.

4.2.1.4 Selecionar os controles críticos para o EMI

Os controles identificados no Bowtie foram avaliados para determinar se são controles críticos. As seguintes características listadas abaixo, além das definições já estabelecidas, poderão ajudar a determinar se um controle é crítico, quando:

- a) o controle é crucial para impedir o evento ou minimizar as consequências do evento;
- b) é o único controle;
- c) sua ausência ou falha aumentaria significativamente o risco, apesar da existência de outros controles;
- d) aborda múltiplas causas ou mitiga várias consequências do EMI. Em outras palavras, se ele aparecer em várias causas do Bowtie ou em vários Bowties, isso pode indicar que é crítico.
- e) o controle é independente e não é afetado adversamente pelo evento inicial (causa) e pelos componentes de qualquer outro controle já utilizado para o mesmo cenário.

No processo de verificação de controle crítico durante o HIRA nas instalações existentes, os controles críticos foram verificados durante as sessões de avaliação do risco, para demonstrar se estão em vigor e foram testados/verificados de acordo com critérios de desempenho definidos. Ficou definido, também que para novos projetos, os controles críticos serão verificados nas fases adequadas do projeto (construção/comissionamento/início da operação). Critérios de classificação para atestar a implantação dos controles críticos foram estabelecidos como:

- a) Implementado - o controle está em vigor e é eficaz;
- b) Não implementado - o controle não está em vigor ou é ineficaz;
- c) Estado futuro - sugestão de controles futuros.

4.2.1.5 Definir desempenho e reporte para controles críticos

Esta etapa envolveu a definição dos objetivos dos controles críticos, requisitos de desempenho, como o desempenho é verificado na prática e mecanismos de reporte para um controle crítico. As seguintes perguntas foram consideradas ao definir cada um desses pontos:

- a) Quais são os objetivos específicos de cada controle crítico?
- b) Qual desempenho é requerido para o controle crítico?
- c) Quais atividades suportam ou permitem que o controle crítico execute conforme necessário e especificado?
- d) Que verificação é necessária para checar se o controle crítico está atendendo ao desempenho exigido?
- e) Com que frequência é necessária a verificação?
- f) Que tipo de verificação é necessária?
- g) O que iniciaria uma ação imediata para parar ou alterar uma operação ou melhorar o desempenho de um controle crítico?

Essas informações são compiladas em uma folha de resumo de informações de cada controle crítico utilizando o método One Page abordado na subseção 2.1.1 deste trabalho.

4.2.1.6 Atribuir responsabilidades (uma lista dos donos de cada EMI, controle crítico, atividade de verificação)

É necessário um plano de verificação e reporte para checar e relatar a integridade de cada controle crítico. Para garantir que o risco de um EMI esteja sendo gerenciado, os controles devem estar funcionando efetivamente. Isso requer que a integridade dos controles seja monitorada por meio de atividades de verificação atribuídas a donos específicos (ou múltiplos). Isso pode ser descrito em um plano de verificação e reporte.

Para este caso específico foi definido um plano de verificação e reporte, onde foi incluído:

- a) O dono do EMI (este é um gerente de linha sênior responsável pela operação);

- b) O dono do controle crítico é um gerente de 1ª linha de defesa e é responsável pelas operações por:
- Garantir que a atividade de verificação seja realizada e o resultado reportado;
 - Monitorar a integridade dos controles críticos por meio da revisão dos relatórios de atividades de verificação.

4.2.1.7 Verificação e reporte de controles críticos

Atividades de verificação e reporte do status de cada controle crítico para comunicar eficientemente variações entre o desempenho esperado e o real devem ser realizadas. Esta etapa coloca em prática a verificação do status do controle crítico que foram definidos nas etapas anteriores. As informações sobre cada controle crítico serão coletadas em nome do dono do controle crítico que se reportará ao dono do EMI em uma frequência definida.

O limite do desempenho inaceitável do controle crítico foi definido na folha de resumo das informações do controle crítico (método One Page) preparada em etapas anteriores. O desempenho abaixo desse limite deve desencadear uma ação, que pode variar de uma investigação a uma ordem para interromper imediatamente o processo associado.

A 1ª Linha de Defesa realizará uma verificação do controle crítico na frequência determinada com os resultados reportados mensalmente. A 2ª Linha de Defesa revisará as atividades, resultados da verificação e a suficiência do processo. A 3ª Linha de Defesa assegurará uma garantia independente do processo de verificação de controles críticos.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA REALIDADE OBSERVADA NAS SUBESTAÇÕES DE ENERGIA – FERROVIA

As subestações secundárias existentes na mineradora em questão, melhor se enquadram nas definições vistas como sendo do tipo consumidoras. Estas basicamente são constituídas de alvenaria, com transformadores abaixadores e alimentação primária 13.8 kV reduzindo para 0.48 kV, tensão esta que alimenta a grande parte do parque de equipamentos industriais. Possuem um layout interno com distribuição através de painéis como: quadro de distribuição (QD), centro de controle de motores (CCM), assim como quadro de luz (QL), que geralmente alimentam os prédios administrativos. Possuem seu comando, sinalização e alimentação de seus relés de proteção sendo feita por fontes estabilizadas e UPS (Uninterruptible Power Suply). Estas também são climatizadas, monitoradas por CFTV (circuito fechado de TV), possuem sistema de detecção e combate a incêndio, sistema de proteção contra descargas atmosférica e com acesso controlado por sistema informatizado. As 16 subestações estão distribuídas entre as regionais Maranhão e Pará, que garantem a continuidade do processo que estas alimentam. Suportam toda a manutenção de locomotivas e vagões na Ferrovia, assim como, assegurando um carregamento dos navios no porto com minério de ferro, tendo uma produção média entorno de 240 milhões t/ano.

Nesse contexto, as subestações de energia são classificadas como ativos críticos, pois dentre os principais critérios dessa classificação estabelecida pela organização para esse enquadramento estão: impactos em saúde, segurança e meio ambiente, assim como, na continuidade das operações da organização.

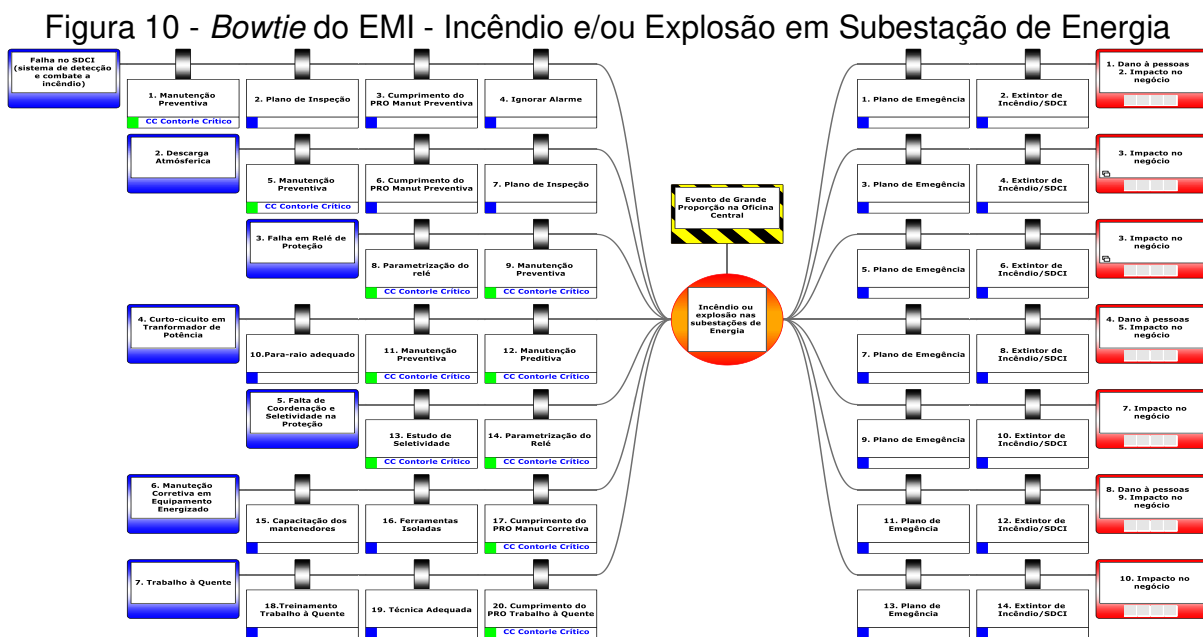
Tendo em vista os possíveis impactos, e historicamente com números significativos relacionados a eventos de incêndio enquadrados em todas as localidades da operação da organização, reportados entre 2015 e 2020, destacando 103 perigos de incêndio em suas instalações, dos quais 30 tiveram como local de ocorrência dentro de salas elétricas ou em subestações de energia (Relatório SSMA da Organização, 2020). Outrossim, não menos importante que o vetor voltado para segurança, temos a categoria de riscos ao negócio da companhia, em que este ativo crítico, uma vez ficando indisponível seja por falha ou pela possibilidade de materialidade de um evento indesejado ocorrer — incêndio e/ou explosão em

subestação de energia — poderão comprometer as entregas estabelecidas no planejamento estratégico da companhia.

No entender de Silva (2009), um incêndio em um transformador de potência, por exemplo, pode ocasionar a interrupção do fornecimento de energia elétrica por horas e até dias, atingindo milhares de consumidores em vasta extensão geográfica. A depender da configuração da rede elétrica e das proporções do incêndio, a solução do problema pode demorar muito tempo, pois também para Pena (2003), além de o transformador ser um equipamento de elevado custo, as características especiais que lhe compete e os processos de fabricação envolvidos, fazem com que estes equipamentos não sejam disponibilizados comercialmente no mercado.

Nesse cenário, incêndio e/ou explosão em subestação de energia, identificado como um EMI, juntamente com documentos internos da companhia que estabelecem que todas as instalações existentes que apresentem um risco com consequências muito críticas, conforme matriz de risco (APÊNDICE B) adotada e alinhada com o critério de aceitabilidade de risco da companhia, que também atende ao critério de aceitabilidade de risco da legislação do estado e país nos quais está instalada a unidade em estudo. Assim sendo, este EMI é elegível ao estudo do HIRA, pois dentre os critérios de sua aplicação estão a possibilidade de ocorrências de eventos que pode ocasionar danos a pessoas e ao ambiente, e risco ao negócio da companhia (DOC.INT 0033, 2020). Tal enquadramento sugere a aplicação das etapas de avaliação de risco estabelecido pelo procedimento DOC.INT 0033 - Identificação de Perigos e Análise de Riscos para Eventos Materiais Indesejados (EMIs).

Dando continuidade ao estudo, na sequência apresentaremos as etapas do estudo do HIRA utilizando a ferramenta de avaliação de risco Bowtie, conforme a Figura 10, com a identificação de causas, consequências, da mesma maneira que, controles preventivos e mitigatórios destacados abaixo. Ressaltamos que a gestão dos controles críticos (GCC) é parte importante deste processo, pois quando bem identificados, estabelecidos critérios de desempenho, testes e verificações bem elaboradas, evita que o evento material indesejado (EMI) venha a ocorrer. O documento intitulado One Page, com todas as informações mencionadas na subseção 2.1.1 deste estudo, precisa fazer parte das entregas deste estudo. Ressaltamos que testes e verificação dos controles críticos do EMI em questão irão fortalecer a gestão do risco.



Fonte: Elaborado pelo Autor e adaptado da Ferramenta *Bowtie XP*.

Após a avaliação do risco utilizando a ferramenta Bowtie, obtivemos os seguintes quantitativos no que diz respeito as causas, controles preventivos, controles mitigatórios e consequências conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - resultado dos itens da análise Bowtie

Causas	Controle Preventivo	Controle Mitigatório	Consequências	Controle Crítico
7	20	14	11	10

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Para a definição dos controles críticos foi consultada a árvore de decisão para identificação de controles críticos da figura 4. Em seguida foi verificado a associação de cada um desses controles com os possíveis tipos de riscos⁴ ainda existente baseado na condição de ter todos os controles críticos implantados, com seus respectivos *one page* preenchido, a exemplo o ANEXO A, garantido assim a mudança na prioridade do risco conforme matriz de risco do APENDICE B.

Salientamos que quando olhamos para os objetivos específicos, estes foram atendidos quando da aplicação das etapas do procedimento interno utilizadas até o

⁴ Risco Inerente: sem controle associado; Risco Residual: controle associado com status de implementado ou não; Risco Futuro: após a implantação do controle fazer a verificação se estão íntegros e confiáveis.

momento. A identificação e técnica de avaliação do EMI risco de incêndio/ou explosão em subestação de energia da mineradora, possui uma caracterização no modelo de gestão de riscos baseada na gestão de controles críticos, assim como, a investigação de incêndio e/ou explosão mapeou causas, controles e consequência em torno do EMI, tendo como foco principal impedir que o evento de risco estudado neste trabalho, se materialize reduzindo impactos a pessoas e ao negócio. O controle crítico manutenção preventiva do SDCI e das subestações precisam de redefinições em seus critérios de desempenho, para atender à nova demanda. Os One Page desses controles críticos (ANEXO A e B), trazem de forma clara em seus diversos campos, essas redefinições.

Destacamos também que manutenção preventiva, que é segundo a ABNT NBR 5462 (1994), uma manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item, se destaca em cinco das causas mapeadas no Bowtie.

Os controles críticos, apresentados na Figura 10, estão mapeados e sinalizados por quadrados em verde. Na sequência, para cada controle crítico associado a uma causa, precisamos elaborar um One Page para os devidos testes e verificações evitando que cada uma dessas causas contribua para materialização do EMI. Esse documento precisou conter as informações mínimas e necessárias para que seus respectivos testes e verificações pudessem ser executadas.

Continuando o estudo com a aplicação do método One Page, uma hierarquia precisa ser seguida na execução destes testes e verificações, em que basicamente o dono do risco e linhas de defesa estejam estabelecidas. Além disso, são apresentadas as frequências desta verificação determinadas em procedimentos operacionais padrões.

As informações padrões com o desempenho esperado para os testes e verificações dos controles críticos associados às causas encontradas no estudo do HIRA são apresentadas de acordo com o One Page elaborado para cada controle. Caso seja insatisfatória a checagem de cada item aqui proposto, um plano de ação poderá ser gerado para as devidas tratativas, ou até a interdição do processo se caso o controle crítico estiver muito abaixo de seu desempenho.

Ressaltamos que o desempenho do controle crítico é peça primordial para ações efetivas quanto à materialização ou não dos riscos. Em seguida apresentamos o One Page elaborado para teste e verificação de cada controle crítico.

No One Page Manutenção no SDCI (ANEXO A) temos:

- a) Causa: Falha no SDCI – Sistema de Detecção e Combate a Incêndio;
- b) Controle Crítico: Manutenção Preventiva do SDCI;
- c) Informações para o teste e verificação do controle.

1) Objetivos do controle crítico relacionado;

- Garantir a execução dos planos de manutenção preventiva do sistema de detecção, alarme e combate a incêndio nas subestações próximas da Oficina Central de forma padronizada, sistemática, com segurança, qualidade, confiabilidade, visando à identificação de defeitos que possam comprometer a integridade física das pessoas, equipamentos e meio ambiente a fim de não se materializar o evento indesejado de princípio de incêndio das Subestações próximas à oficina central, de forma que as etapas de detecção, alarme e combate a incêndio sejam obedecidas.

2) Requisitos de desempenho do controle crítico para atender aos objetivos;

Manutenções preventivas:

- As manutenções são concluídas conforme planejamento anual.
- Os planos de manutenção são baseados em possíveis modos de falha e são geradoras ordens corretivas.
- Realizar manutenção preventiva de acordo com as informações definidos na estratégia de manutenção elaborada pela engenharia.
- O plano de manutenção visa atender os requisitos da NR10, NR6.
- Realizar inspeção extraordinária conforme demanda da área de planejamento.
- Realizar inspeção detalhada dos defeitos detectados com criticidade P0.
- Capacitar equipe especializada conforme procedimento operacional para realização de serviços de manutenção preventiva em sistemas de detecção, alarme, e combate a incêndio.

3) Atividades ou ações que podem habilitar ou fortalecer o controle crítico;

- Cadastro no sistema informatizado (SAP) dos planos de manutenção, através de ordens de manutenção.

- Cadastro no sistema informatizado (SAP) dos defeitos com criticidade alta.
- Garantir a disponibilidade de parada do Sistema de Detecção e Combate a Incêndio das subestações para manutenção conforme tempo previsto em plano.
- Executar as atividades de preventiva com periodicidade mensal e trimestral.
- Treinamento e capacitação dos envolvidos com registro estabelecido pela empresa especializada.
- Aplicar sistemática do fluxo de gerenciamento de mudanças quando requerido.
- Todos os ativos equipamentos relacionados ao controle devem estar destacados no SAP como ativo crítico.
- Lista de sobressalentes estabelecidas e disponível.
- O SDCI também é contemplado nos planos de manutenção mensal e anual das subestações.

4) Atividades ou ações que podem ser verificadas para atestar o desempenho de um controle crítico;

- Existe algum documento que regulamenta a periodicidade e o tipo de manutenção para o Sistema de Detecção e Combate a Incêndio das subestações e este encontra-se atualizado? (Ex.: Estratégia de Manutenção da Engenharia, PRO específico ou Manual do fabricante).
- O Plano de Manutenção do Sistema de Detecção e Combate a Incêndio das subestações está cadastrado no SAP? (Evidenciar o plano cadastrado no SAP).
- Os Ativos relacionados ao controle estão destacados como crítico?
- Aderência ao plano de manutenção preventiva e Inspeções, através de ordens de manutenção.
- A área gerencia os desvios e há planos de ação voltados para tratamento nas anomalias? (Evidenciar como a área gerencia os desvios – ex.: cadastro de OM corretiva).
- As ações programadas para tratamento dos desvios estão sendo executadas no prazo?
- Registro dos defeitos e tratativas das anomalias com criticidade P0, através de ordens de manutenção.

- Na verificação realizada em campo foi constatado algum desvio? (Ex.: Reincidência de anomalia, OM tratada no SAP e o problema ainda existe etc.)
- Verificação da lista de treinamento dos colaboradores no procedimento específico.
- Existe Lista de Sobressalentes?

5) Desempenho-alvo para o controle crítico;

- 100% aderência à estratégia do plano de manutenção preventiva e ações.
- 100% dos defeitos com criticidade alta tratados ou com aplicação da gestão de consequências.

6) Gatilho para parada da unidade ou da frente da obra, revisão ou investigação em função do desempenho do controle;

- **Investigação:** 01 Inspeção/manutenção não realizados em prazo ou periodicidade estabelecida.
- **Parada de:** 01 Identificação de condições críticas e/ou identificação de falhas com riscos iminentes para a operação do equipamento.

Já no One Page, manutenção preventiva nas subestações de energia (ANEXO B), para as causas descritas a seguir possuem o mesmo controle:

- a) Causas: Incêndio em Transformadores de Potência; Falha em Relé de Proteção; Estudo de Seletividade; Trabalho à Quente e Manutenção Corretiva.
- b) Controle Crítico: Manutenção Preventiva em Subestação de Energia;
- c) Informações para o teste e verificação do controle:

1) Objetivos do controle crítico relacionado;

- O controle consiste em Garantir a execução da manutenção preventiva das subestações, de forma padronizada, sistemática, com segurança, qualidade, confiabilidade, visando a identificação de defeitos que possam comprometer a integridade física das pessoas, equipamentos e meio ambiente afim de não se materializar o evento indesejado (Incêndio e/ou explosão) das Subestações próximas a oficina central.

2) Requisitos de desempenho do controle crítico para atender aos objetivos;

Manutenções preventivas:

- As manutenções são concluídas conforme planejamento anual.

- Os planos de manutenção são baseados em possíveis modos de falha e são geradoras ordens corretivas.
- Realizar manutenção preventiva de acordo com as informações definidas na estratégia de manutenção elaborada pela engenharia.
- O plano de manutenção visa atender os requisitos da NR10 e NR6.
- Realizar inspeção extraordinária conforme demanda da área de planejamento.
- Realizar inspeção detalhada dos defeitos detectados com criticidade alta.
- Capacitar equipe especializada conforme procedimentos operacionais.

3) Atividades ou ações que podem habilitar ou fortalecer o controle crítico;

- Cadastro no sistema informatizado (SAP) dos planos de manutenção, através de OMs.
- Cadastro no sistema informatizado (SAP) dos defeitos com criticidade alta.
- Garantir a disponibilidade de parada das subestações para manutenção conforme tempo previsto em plano.
- Executar as atividades de preventiva com periodicidade anual.
- Treinamento e capacitação dos envolvidos com registro no VES.
- Aplicar sistemática do fluxo de gerenciamento de mudanças quando requerido.
- Todos os ativos equipamentos (SDCI e SPDA) relacionados ao controle devem estar destacados no SAP como ativo crítico.
- Lista de sobressalentes e cadastro no SAP.

4) Atividades ou ações que podem ser verificadas para atestar o desempenho de um controle crítico;

- Existe algum documento que regulamenta a periodicidade e o tipo de manutenção para as subestações e este encontra-se atualizado? (Ex.: Estratégia de Manutenção da Engenharia, PRO específico ou Manual do fabricante)?
- O Plano de Manutenção das subestações está cadastrado no SAP? (Evidenciar o plano cadastrado no SAP).
- Os equipamentos relacionados ao controle estão destacados como crítico?
- Aderência ao plano de manutenção preventiva e Inspeções, através de Oms.
- A área gerencia os desvios e há planos de ação voltados para tratamento das anomalias? (Evidenciar como a área gerencia os desvios, ex.: cadastro de OM corretiva).

- As ações programadas para tratamento dos desvios estão sendo executadas no prazo?
- Registro dos defeitos e tratativas das anomalias com criticidade alta, através de OMs.
- Na verificação realizada em campo foi constatado algum desvio? (Ex.: Reincidência de anomalia, OM tratada no SAP e o problema ainda existe etc.)
- Verificação da lista de treinamento dos colaboradores no procedimento específico.
- Existe lista de sobressalentes e o mesmo encontra-se cadastrado no SAP? (Evidenciar Lista e cadastro no SAP).

5) Desempenho-alvo para o controle crítico;

- 100% aderência à estratégia do plano de manutenção preventiva e ações.
- 100% dos defeitos com criticidade alta tratados ou com aplicação da gestão de consequências;

6) Gatilho para parada da unidade ou da frente da obra, revisão ou investigação em função do desempenho do controle;

- **Investigação:** 01 Inspeção/manutenção não realizados em prazo ou periodicidade estabelecida;
- **Parada de:** 01 Identificação de condições críticas e/ou identificação de falhas com riscos iminentes para a operação do equipamento.

Por fim ressaltamos os demais One Page, manutenção preventiva no SPDA (ANEXO C) e manutenção preditiva em subestações de energia (ANEXO D), para as outras causas: curto-circuito em transformadores de potência e descarga atmosférica.

Salientamos que os controles definidos neste estudo foram avaliados segundo a ótica do Quadro 3 para uma análise mais adequada. Dos 20 controles preventivos e 14 mitigatórios, os dez controles críticos estão totalmente implementados e classificados como inspeção, ou seja, as verificações e atividades são executadas por pessoas. Os estudos e as experiências nos mostram que barreiras físicas, controles automatizados são mais eficazes. Estando estes controles nas mãos das pessoas, é necessário assegurar que estas tenham comprometimento e comportamento voltado para atitudes seguras, pois segundo Geller (2001), trabalhar em segurança é uma luta diária contra a natureza humana. Ou seja, o fazer ou não fazer depende das crenças

e do comportamento seguro de cada um.

Quadro 3 - atributo dos controles críticos

Status	<p>Totalmente Implementado – No local correto, funcionando adequadamente, conforme o projeto (íntegro e confiável);</p> <p>Não Implementado – Controle inoperante ou implementado parcialmente;</p> <p>Não verificado – Controle existente, que não foi verificado em campo, mas que necessitará de ajustes quando o empreendimento estiver funcionando;</p> <p>Estado Futuro – Sugestões para implantações futuras, depois que o empreendimento estiver funcionando plenamente;</p>
Tipo	<p>Preventivo – Relacionado com as causas do evento;</p> <p>Mitigador – Relacionado com as consequências do evento;</p>
Classificação	<p>Plano de Resposta à Emergência – Resposta à emergência, detectores de fogo, plano de evacuação;</p> <p>Equipamento – Todos os tipos de equipamentos (Válvulas, flanges, tanques, reatores);</p> <p>Inspeção – Verificações, atividades realizadas por pessoas;</p> <p>Barreiras Físicas – Barreiras físicas e contenções secundárias;</p> <p>Procedimentos – Procedimentos;</p> <p>Sensor ou detector – Alarmes e detectores;</p> <p>Controles Automatizados – Alarmes e detectores automáticos (Interlocks, Válvulas de Segurança, etc.) cuja ação independe da intervenção do operador.</p>

Fonte: Adaptado de Boelter e Zutin (2021)

Neste cenário, e após a matriz de riscos (APÊNDICE B) ter sido atualizada, onde tanto a severidade (APÊNDICE C) como a probabilidade (APÊNDICE D) tiveram uma redução em seus impactos fazendo com que o risco mude de prioridade alta para média, observa-se que existe um alinhamento claro com o propósito deste estudo, pois existe uma caracterização no modelo de gestão de riscos em uma organização com base na gestão de controles críticos na área de mineração, assim como, há uma investigação dos riscos de incêndio e/ou explosão aplicados a subestações de energia dentro de critérios bem definidos pela técnica de avaliação de risco *Bowtie*.

Destacamos também que a apresentação de diretrizes para melhoria na gestão de riscos das subestações de energia com base na identificação de riscos e gestão de controles críticos, por mais que pareça estabelecida, ainda é necessário o monitoramento do processo, bem como a comunicação através dos relatórios. Isto posto este objetivo é atendido com fragilidade em seu processo.

Em contraponto, embora não esteja enquadrado nos objetivos específicos

deste trabalho, e nem por isso é menos importante, entende-se que as soluções de controles críticos propostos como preventivos para se evitar que haja a materialização do EMI definido para as subestações de energia é falho, já que depende somente da execução das pessoas.

5.1 RESULTADOS DO ESTUDO HIRA

O estudo do HIRA foi devidamente documentado e acompanhado. O líder técnico foi responsável por garantir que tenham sido produzidos registros estabelecidos para cada sessão do HIRA, seguindo os modelos aprovados disponibilizados em um arquivo eletrônico dedicado.

Os principais registros do HIRA foram:

- a) um inventário do risco operacional avaliado com uma severidade muito crítica (incêndio e explosão em subestação de energia);
- b) um Bowtie para EMI com os controles críticos identificados;
- c) um One-Page para cada controle crítico;
- d) uma constatação “sim/não” indicando se:
 - (i) é necessária uma avaliação mais detalhada do risco;
 - (ii) é necessário tratamento adicional de risco; e/ou
 - (iii) é necessária garantia adicional;
- e) uma lista de planos de ação a serem desenvolvidos com a priorização associada;
- f) a matriz de riscos atualizada da organização; e
- g) relatório final do HIRA.

No final do estudo, um relatório HIRA foi produzido e acordado pela equipe. Uma versão preliminar foi emitida para comentários dentro de 10 dias após o encerramento da sessão do HIRA. A gestão do site teve outros 10 dias para comentar antes de receber a versão final até o trigésimo dia após o encerramento da sessão do HIRA.

O relatório final do estudo HIRA foi preparado e conteve pelo menos o que já foi mencionado até o momento e com resultados sendo tratados em seções subsequentes deste trabalho.

- a) visão geral do processo HIRA (escopo, objetivos, composição da equipe,

- áreas de processos examinadas etc.);
- b) metodologia HIRA;
- c) resultados do HIRA (pontos positivos e negativos, EMIs identificados, classificação de riscos, planos de ação e principais considerações);
- d) visão geral da verificação de controles críticos realizada durante as sessões do HIRA.

5.2 FREQUÊNCIA DE REVISÃO DO HIRA

Outra determinação oriunda deste estudo, é que todos os sites ou unidades de processos críticos serão reavaliados em intervalos não superior há três anos ou sempre que:

- a) Um EMI se materializa;
- b) Há uma grande modificação de processo;
- c) Uma unidade de processo é reiniciada após um longo desligamento.

Para sites ou unidades de processo não críticos, a reavaliação pode ser realizada em intervalos não superior a cinco anos. A lista de sites críticos ou unidades de processo críticas é definida pelo Departamento Corporativo de Riscos Operacionais com base nos resultados de HIRA anteriores e no histórico de acidentes/incidentes de segurança de processo do site.

6 PROPOSTA DE SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

Como proposta para melhorar os controles críticos preventivos e assim evitar que haja a materialização do EMI definido para as subestações de energia, que neste caso é falho, pois depende somente da execução das pessoas, propomos que, de acordo com o DOC.INT 0078 (2020), no momento da elaboração dos controles deve-se considerar também a hierarquia das medidas de controle de riscos, com base na ISO 45001 - Sistema de Gestão de Saúde e Segurança (2018). Esta norma contempla uma hierarquia para implementação de controles eficazes, caracterizada por controles de maior efetividade em ordem decrescente, conforme a Figura 13.

Figura 11 - Hierarquia de Controles de Riscos



Fonte: ISO 45001 (2018).

Em que cada tópico está definido como:

- Eliminação: eliminar a fonte do risco do local;
- Substituição: reduzir os riscos em níveis aceitáveis, substituindo o perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso, por exemplo, trocando um material por outro que seja intrinsecamente seguro;
- Controles de Engenharia: controlar os riscos por meio de projetos de engenharia, com medidas físicas de controle do risco, fazendo adequações no ambiente de trabalho que sejam permanentes, garantindo que máquinas,

processos e produtos ofereçam maior segurança ao trabalhador. É imprescindível que haja uma manutenção constante para garantir a eficácia das medidas;

- d) Sinalização e advertência: identificar e bloquear a fonte de risco, alertando quanto à sua existência;
- e) Controles Administrativos: controlar o risco do ponto de vista do elemento humano, por isso a capacitação dos colaboradores é muito importante;
- f) Uso de EPI: último recurso, quando o risco não pode ser totalmente eliminado ou controlado, devem ser usados até que as medidas superiores sejam implantadas, assim como nas emergências. Devem ser bem selecionados, com pessoas treinadas e seu uso auditado.

Nesse contexto, e reafirmando que o controle, por depender somente da execução das pessoas, o que o torna vulnerável, propomos o controle de engenharia como sendo o mais eficaz para fortalecer o controle crítico.

7 PROPOSTA DE MELHORIA PARA A REALIDADE ESTUDADA

Salientamos que as diretrizes para melhoria na gestão de riscos das subestações de energia com base na identificação de riscos e gestão de controles críticos deve ser estabelecida tendo em vista a vulnerabilidade dos controles críticos quando da dependência exclusiva da execução ou não dos planos de manutenção preventiva na subestação.

Isto posto, a obtenção de diretrizes para melhoria na gestão de riscos das subestações de energia, depende da consolidação e amadurecimento do que está sendo determinado como verificação nos One Page.

Geralmente dentro de qualquer processo busca-se melhorar continuamente e segundo Agostinetti (2006, p. 18):

a melhoria contínua é vista como um processo que atravessa e apoia os demais processos de negócios e não apenas processos de fabricação, muito citados na literatura existente sobre o tema, trazendo benefícios pequenos isoladamente e no curto prazo, mas que cumulativamente trazem sensíveis melhorias para as empresas.

Uma das propostas de melhoria é a adoção do monitoramento que é feito por um processo contínuo que tem como objetivo assegurar a melhoria da gestão de riscos, assim como a manutenção dos seus níveis dentro dos limites estabelecidos pela organização. O monitoramento permite o acompanhamento dos riscos potenciais de forma consolidada, considerando-se os efeitos da diversificação, quando aplicável, de seu conjunto de negócios.

Nesta etapa, evidencia-se a gestão de riscos por meio de indicadores pelos quais riscos, controles, planos de ação, apontamentos, orçamento são monitorados. Os indicadores permitem o acompanhamento de forma integral, por hierarquia, localidade, linha de negócios, facilitando a identificação de pontos de ajuste.

Como proposta adicional sugerimos a comunicação e o reporte, pois estes dão visibilidade aos cenários, conscientizando o modelo de Governança de Risco e suas metodologias e auxiliando as partes interessadas a ter acesso a informações referentes ao tema, servindo como base para tomada de decisões. Um fluxo integrado de Governança de Gestão de Riscos, baseado no conceito de Linhas de Defesa (Quadro 2), com realização de reavaliações periódicas, objetivando o alinhamento entre as decisões estratégicas, performance e monitoramento dos limites de tolerância

dos riscos, divulgados nos diferentes níveis da organização.

O processo de gestão de riscos e seus resultados são comunicados por meio de mecanismos apropriados aos níveis requeridos da organização, observando o conteúdo e a forma cabíveis a cada nível técnico e hierárquico da companhia, a fim de viabilizar um processo efetivo e eficiente.

7.1 RESPOSTA AO BAIXO DESEMPENHO DO CONTROLE CRÍTICO

Caso durante os testes e verificação dos controles, tenhamos o desempenho baixo ou falha de controles críticos devem ser investigados e compreendidos para melhorar continuamente o processo de gerenciamento de controles críticos.

A ausência de acidentes ou incidentes não deve ser tomada como prova de que os controles estão funcionando adequadamente. Onde houver mais de um controle, um controle poderá falhar sem que nenhum incidente ocorra devido à redundância nos controles. Como resultado, o processo de verificação é importante para detectar controles que não estão sendo executados de acordo com os requisitos especificados. A falha do controle crítico também pode desencadear uma revisão do projeto do controle crítico relacionado aos seus objetivos e requisitos de desempenho previamente documentados.

A investigação de falhas de controles críticos é um processo subsequente de revisão do controle crítico que deve estabelecer as melhorias ou alterações necessárias relacionadas ao controle crítico, incluindo a modificação dos requisitos de desempenho e das atividades de verificação ou mesmo a substituição do controle crítico por outro controle.

O ponto importante a ser destacado é que a investigação e a revisão do controle crítico de baixo desempenho ou desempenho falho fornecem lições importantes aprendidas para a melhoria contínua do processo de gerenciamento de controles críticos.

7.2 IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO E MELHORIA DE RISCOS DIRECIONADOS

O risco residual dos EMIs, caso exista, que é a medida de risco atenuada pelo ambiente de controles existentes, devem ser alterados da zona de risco muito alta e alta para a zona de médio ou baixo risco, conforme a matriz de risco da organização.

A melhoria de risco direcionada é um esforço focado e altamente técnico para eliminar, substituir e/ou aplicar controles de engenharia a riscos. Possuir uma equipe dedicada de saúde e segurança, complementada com expertise de terceiros conforme necessário, que possa suportar o ativo ou operação através da implementação do controle.

Cada EMI será avaliado com base na combinação de "probabilidade de ocorrência" e "severidade das possíveis consequências". Os riscos selecionados serão ordenados por magnitude (probabilidade x severidade), seguidos pela severidade. A melhoria direcionada do risco será iniciada a partir do HIRA indicando se:

- (i) é necessária uma avaliação mais detalhada do risco (FTA, LOPA, AQR, etc.),
- (ii) é necessário tratamento adicional de risco e/ou
- (iii) é necessária garantia adicional.

Pode ser necessário o envolvimento de especialistas no assunto (internos e externos) para:

- a) realizar análises quantitativas complexas e concluir engenharia detalhada;
- b) identificar, projetar, construir e comissionar estratégias de controle aprimoradas.

Um plano de ação será desenvolvido para cada achado, recomendação e / ou tratamento de risco selecionado para ações adicionais, incluindo controles de estado futuro. Os achados concentram-se principalmente nos EMIs, mas outros achados importantes também são capturados se considerados críticos. Para questões ambientais, as ações que não estão vinculadas aos EMIs podem iniciar um novo processo de avaliação ambiental mais profundo.

Para instalações existentes, o plano de ação terá entregas específicas e mensuráveis com cronogramas definidos e será classificado em duas categorias:

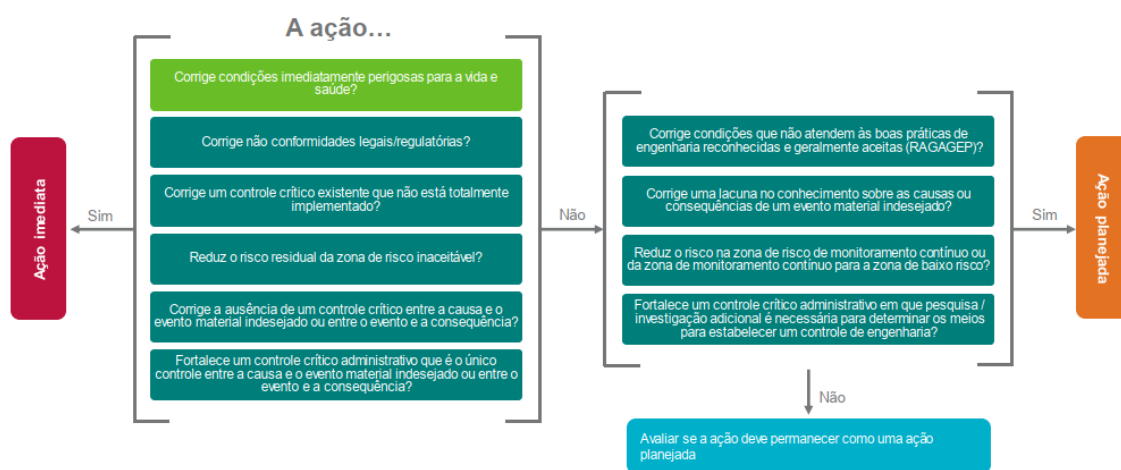
- a) Imediato - o local deve preencher a lacuna em um período muito curto de tempo (seis meses). Quando um risco é considerado iminente pela equipe do HIRA, medidas compensatórias devem ser fornecidas dentro de duas

semanas, até que uma solução definitiva definida pelo plano de ação imediato seja implementada.

- b) Planejado - o site tem tempo para planejar dentro de um prazo determinado e concordado em comum acordo.

Uma árvore de decisão, disponível na Figura 14, pode ser usada para apoiar as equipes HIRA a determinar se uma ação é imediata ou planejada.

Figura 12 - Árvore de tomada de decisão para ações



Fonte: Adaptado do DOC.INT 0033 (2020).

Para novos projetos, cada ação deve ser implementada nas fases adequadas do projeto (construção/montagem/comissionamento/início da operação).

Um plano de ação será atribuído a um único indivíduo que será responsável. O dono do risco precisará enviar um plano de ação oficial para aprovação na Diretoria Executiva. O plano de ação deve contemplar: (DOC.INT 0033, 2020).

- O design e implementação de controles críticos ausentes;
- O plano de restaurar o desempenho dos controles críticos existentes;
- Qualquer análise de risco complementar que deve ser concluída para confirmar ou revisar a classificação de risco;
- A plataforma digital de integração de riscos deve ser atualizada imediatamente.

O Dono do Risco deve fornecer evidências da implementação de cada ação imediata ao líder técnico do HIRA, que monitorará a implementação do plano de ação imediata.

O progresso nos planos de ação imediatos para solucionar as lacunas será

relatado mensalmente; os relatórios incluirão ações selecionadas, concluídas e vencidas. A organização não aceitará ações imediatas em atraso, que serão encaminhadas ao Comitê Executivo de Riscos e aos Diretores Executivos.

Em situações excepcionais, caso o prazo máximo de seis meses para implementação de ações imediatas não possa ser cumprido, o processo de discussão sobre o prazo deve seguir o fluxo de revisão e aprovação definido pela alta liderança da organização.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na realização deste trabalho buscou-se desenvolver propostas de gestão de risco com base na gestão de controles críticos e seus impactos ao meio ambiente do trabalho aplicada ao ativo crítico subestação de energia de uma mineradora, com o objetivo de caracterizar o modelo de gestão de riscos aplicado a ativos críticos baseada na gestão de controles críticos, investigar riscos de incêndio e/ou explosão aplicados a subestações de energia no processo de transporte de uma mineradora e apresentar diretrizes para melhoria na gestão de riscos dos ativos críticos na busca por um meio ambiente de trabalho livre incidentes.

Acredita-se que, fazendo uso das propostas apresentadas neste estudo, a empresa será capaz de estabelecer, no que tange à saúde e segurança, um ambiente livre de incidentes com a máxima de “zero dano” e um olhar mais cauteloso e criterioso para continuidade do negócio, assegurando que sejam atingidas as metas de seu planejamento estratégico por meio do gerenciamento de risco com base na gestão de controles críticos de ativos críticos, neste caso, voltado para subestação de energia. Fortalece, também, no tocante ao meio ambiente, sua missão de transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável.

Com a identificação de perigos e análise de risco (HIRA) seguida de mapeamento e gestão dos controles críticos das subestações de energia, a empresa terá vantagens competitivas em relação aos seus concorrentes, pois diminuirá os riscos de seu negócio através da minimização de eventos indesejados e dos respectivos impactos junto aos empregados, próprios e terceiros, comunidades nas áreas de influência das organizações, ao meio ambiente, aos ativos e à reputação.

Um ponto que merece destaque neste estudo se refere às políticas, normas e procedimentos que são documentos internos da companhia, e que tiveram um papel fundamental para se definir que controle rigoroso da integridade e da confiabilidade dos elementos críticos de controle (ECC) devem ser mantidos pelos donos dos riscos.

Ressaltamos que para garantir a efetividade dos controles críticos associados a ação humana, como inspeções através de manutenção preventiva, estabelecida como um controle crítico, é uma excelente prática para definir os procedimentos como críticos, definir uma avaliação de retenção de conhecimento dos profissionais que executam esta atividade, com 100% de aproveitamento no processo existente que

avalia competências e habilidades dentro da manutenção. Envolver a totalidade desses profissionais que executam a atividade de manutenção preventiva, além da revisão de procedimentos de manutenção, possibilita a retenção de registros das avaliações e inspeções que demonstrem a efetividade de ações e registros de investigação de quase acidentes, se ocorrerem.

Como a atividade de manutenção preventiva visa à integridade e confiabilidade de ativos, as áreas de engenharia e confiabilidade devem definir de forma conjunta, estratégias e requisitos para assegurar que ativos considerados como críticos estejam propriamente dimensionados, instalados e possuam sistemática de realização de atividades, tais como inspeções e testes, que assegurem que os ativos estejam disponíveis quando solicitado, e durante todo o seu ciclo de vida.

Acredita-se que os objetivos foram atingidos, pois no que tange à caracterização do modelo de gestão de riscos aplicado a ativos críticos com base na gestão de controles críticos, regras claras e bem definidas encontram-se em procedimentos internos alinhados e validados pela alta liderança. Os papéis e responsabilidades pela gestão e controles de todo esse processo, quando do seu não cumprimento, segue um escalonamento que pode chegar ao Diretor Presidente.

Outro objetivo que destacamos e que vemos como atingido, é o de investigar riscos de incêndio e/ou explosão aplicados a subestações de energia no processo de transporte de uma mineradora melhorou-se a cultura de gestão de risco de todos os colaboradores. Os especialistas técnicos em manutenção diminuíram seu nível de tolerância ao risco, assim como melhoraram na qualidade das atividades de inspeção e manutenção preventiva, o que foi comprovado pelo aumento de ordens de manutenção oriundas de desvios encontrados durante o processo de manutenção preventiva.

Já o terceiro objetivo nos traz como proposta, apresentar diretrizes para melhoria na gestão de riscos dos ativos críticos na busca por um meio ambiente de trabalho livre incidentes apresentou fragilidades, tendo em vista a vulnerabilidade dos controles críticos quando da dependência exclusiva da execução ou não dos planos de manutenção preventiva na subestação.

A implantação de controles de engenharia aliada ao monitoramento, comunicação e reporte fortalecerá as diretrizes, pois as rotinas de testes e verificações bem definidas a exemplo, o dono do risco faz a sua auditoria nos controles

trimestralmente ou quando de alguma não conformidade no que foi estabelecido no documento One Page.

Outras camadas dentro dos diversos níveis hierárquicos da organização distribuídos em linhas de defesa, também fazem os devidos testes e verificações. Salientamos que dentre essa linha de defesa, existe um coordenador especialista em risco que está ligado direto à Diretoria Executiva, com autonomia para auditar os respectivos controles críticos.

Acredita-se que, se a empresa implantar o que foi proposto, terá grandes possibilidades de reduzir seus custos e prospectar novos clientes, pois terá maior controle dos processos que estão envolvidos nessa sistemática, tendo em vista que o gerenciamento de risco ao negócio com técnicas e métodos confiáveis e auditáveis, é visto principalmente no mercado internacional, como atrativo para investimentos.

Os obstáculos encontrados no desenvolvimento do projeto foram a resistência por parte de alguns colaboradores da empresa, pois a mudança de cultura se faz necessária em um processo como esse. Porém, a organização tem promovido uma grande mudança cultural que vai desde a abertura para um diálogo aberto e transparente, assim como melhorar as entregas com competência e com autossuficiência têm produzido uma mudança de patamar na cultura de realizações.

Por fim entendemos que este trabalho pode contribuir no que diz respeito à gestão de ativos críticos pautados na gestão de controles críticos em outros segmentos de negócio. Pois, além de ser perfeitamente viável, este estudo foi conduzido pautado em procedimentos internos, e assim perfeitamente ajustáveis, que tiveram como referência guias como o ICMM, COSO, assim como Normas regidas pela ABNT. Além de que, este possibilita uma cultura de melhoria contínua que está perfeitamente alinhada com a possibilidade de trabalhos futuros, não esgotando o tema que foi abordado nesta dissertação.

Este estudo pode ter o seu desenvolvimento no processo de gestão de risco adaptado para que possa ser utilizado em novos projetos, tendo como premissa barreiras de engenharia para eliminação de riscos em sua concepção.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, J. S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho**: o caso de uma empresa de autopeças. 2006. 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-23042007-091901/publico/Juliana_Silva_Agostinetti-VF.pdf. Acesso em: 15 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO PARA OS PERIGOS DE ELETRICIDADE (ABRACOPEL). **Anuário Estatístico de acidentes de origem elétrica**: 2020 - ano base 2019. Disponível em: <https://abracopel.org/wp-content/uploads/2020/11/ANU%C3%81RIO-ESTAT%C3%8DSTICO-ABRACOPEL-2020-Ano-Base-2019.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 5462:1994**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES (OSHAS). **OSHAS 18001:2007**: Sistemas de gestão da segurança e da saúde do trabalho – Requisitos: OSHAS, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR ISO 31000:2018**: Gestão de riscos: Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 45001:2018**: Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional: Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR ISO 55000:2014**: Gestão de ativos: Visão geral, princípios e terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR ISO/IEC 31010:2012**: Gestão de riscos: Técnicas para o processo de avaliação de riscos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 14039:2005**: Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

BOELTER, A.; ZUTIN, V. **Projeto HIRA**: estrada de ferro Carajás: Maranhão e Pará: Brasil. RSE: Gerenciamento de Risco e sustentabilidade Empresarial, RSE_RT_AQL_1910563.11_REV 02, Salvador, Bahia, jan. 2021.

BRENNER, B. C. **Improving workplace electrical safety through self-assessment**. In: ELECTRICAL SAFETY WORKSHOP (ESW), IEEE IAS, mar. 2013. DOI: 10.1109/ESW.2013.6509017

CAMPBELL, R. **Fires in Industrial and Manufacturing Properties**. NFPA, Research, mar. 2018. Disponível em: <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Data-research-and-tools/Building-and-Life-Safety/Fires-in-US-Industrial-and-Manufacturing-Facilities>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CARVALHO, R. One Page Layout... O que é? Quando usar? **Web Dev Academy**, [2013?]. Disponível em: <https://webdevacademy.com.br/artigos/one-page-layout/>. Acesso em: 06 jun. 2021.

COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission), 2007.

EKEL, P.; PARREIRAS, R. **Esquema de consenso para decisão em grupo por meio de avaliações linguísticas**. XL SBPO 2008 - Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento, p. 962-973.

GELLER, E. S. **Psychology of safety handbook**. Boca Raton: Lewis publishers, 2002.

INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS (ICMM). **Guia de implementação da gestão de controles críticos**. 2015. Disponível em: <https://www.icmm.com/website/publications/pt/pt-ccm-implementation-g>. Acesso em: 15 abr. 2021.

INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION (ICA). **Gestão de Ativos**: guia para aplicação da Norma ABNT NBR ISO 55001. Santiago, Chile: ICA, 2015.

INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION (ICA). **Guia básico para implantação da gestão de ativos em empresas de energia**. Santiago, Chile: ICA, 2012.

PENA, M.C.M Falhas de Transformadores de Potência, Definições, Causas e Soluções. Itajubá, 2003, 143 p. (Mestrado- Escola Federal de Engenharia de Itajuba)

SILVA, J. A. **Sistemática para identificação de não conformidades e proposição de ações mitigadoras contra incêndio em transformadores de potência**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Recife, 2009.

SIQUEIRA, I. P. de; SOUZA, B. A. de. (2010). **Risk assessment of major accidents in large electric power plants**. In: IEEE. TRANSMISSION AND DISTRIBUTION CONFERENCE AND EXPOSITION, 2010 IEEE PES. [S.I.]: IEEE, 2010. p. 1-7.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações elétricas industriais de referência**: de acordo com a norma brasileira NBR 5419:2015. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

VILA, R. Á. Aplicação da gestão do conhecimento em processos de gerenciamento de risco. RAFI, n. 1, 2003.

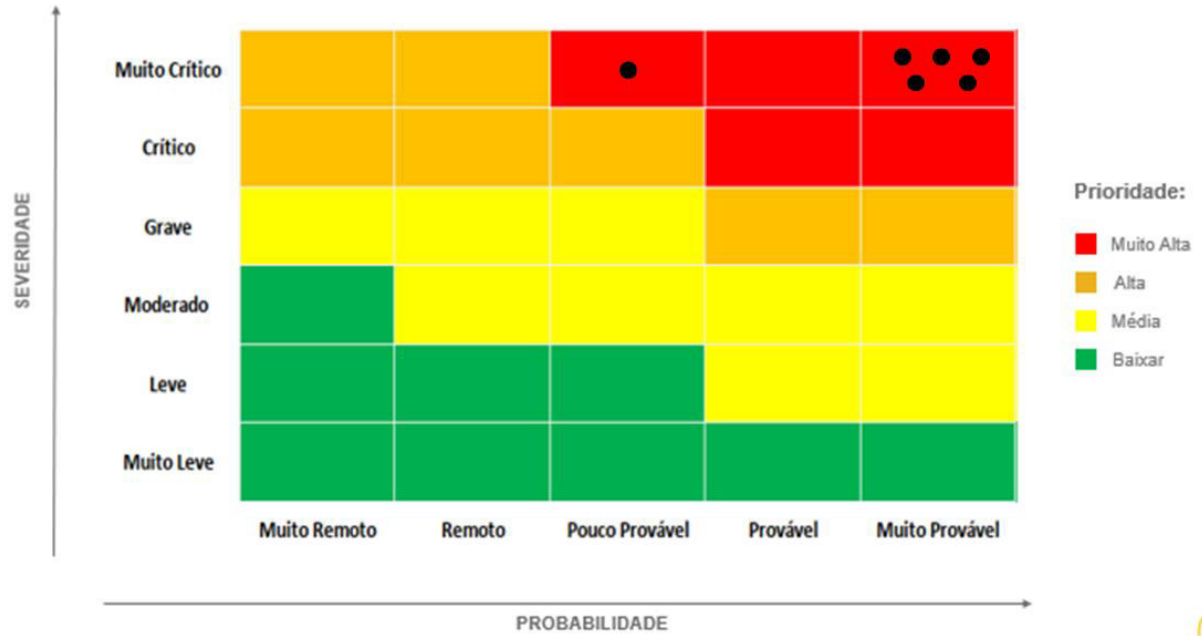
GOMES, Arlindo. Programas integrados. Proteção, Rio Grande do Sul, RS, ano XXVIII, Edição 277, p. 52-55, jan. 2015.

DOUGLAS, Mary e WILDAVSKY, Aron (2002), **Risk and culture: An essay on the selection of technological and environmental dangers**. Berkeley, CA: University of California Press.

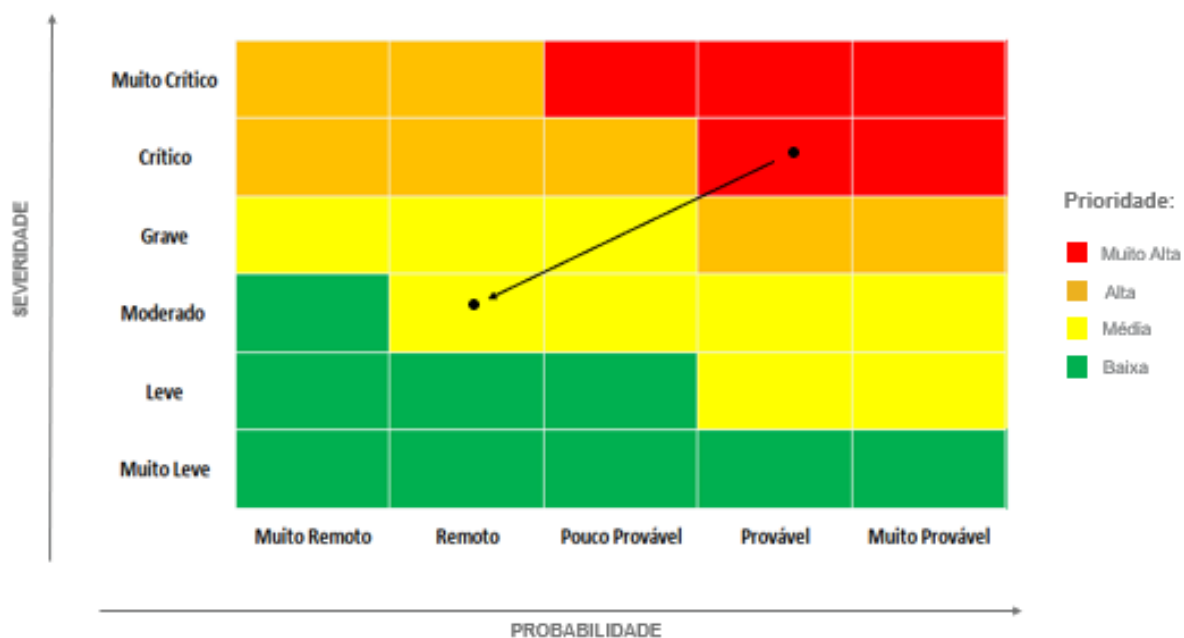
XAVIER, F. J. C. **Manutenção como atividade de gestão e estratégia**: um estudo na empresa alfa do polo industrial de Manaus. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

LEOPOLDO, D. **Avaliação do ciclo de vida de um sistema de geração de energia, incorporando gestão de risco**: estudo de caso aplicado ao reservatório de vinhaça de uma refinaria sucroenergética. 2018. 227 f. Tese (Tese de Doutorado em Ciências Mecânicas) - Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília 2018.

APÊNDICE A – Matriz Destacando Riscos com Prioridade Muito Alta



APÊNDICE B – Matriz de Risco Incêndio e/ou Explosão em Subestação de Energia de uma Mineradora



APÊNDICE C – Severidade da Matriz de Risco

Dimensão	Leve	Muito Leve	Moderado	Grave	Crítico	Muito Crítico
Financeiro (Valor Base US\$)	< VB	> VB < 10VB	> 10VB < 30VB	> 30VB < 100VB	> 100VB < 300VB	> 300VB
Meio Ambiente	Sem impacto ambiental significativo.	Sem impacto ambiental significativo. Necessidade de ações corretivas ou ações de correção, limpeza ou adequações de operação.	Com impacto ambiental significativo reversível nas mediações da ocorrência. Necessidade de ações corretivas ou ações de correção, limpeza ou adequações de operação.	Com impacto ambiental significativo reversível além das mediações da ocorrência com necessidade de extensas medidas de reparação e controle, podendo demandar projeto.	Com impacto ambiental significativo reversível além das mediações da ocorrência com necessidade de extensas medidas de reparação e controle, podendo demandar projeto. Área protegida por lei afetada. Suspensão de licença ambiental.	Com impacto ambiental significativo reversível além das mediações da ocorrência com alcance regional ou maior. necessidade de extensas medidas de reparação e controle, podendo demandar projeto. Área protegida por lei afetada. Suspensão ou perda de licença ambiental.
Saúde e Segurança Ocupacional	Não aplicável	Efeitos reversíveis a saúde. Acidente primeiros socorros.	Efeitos reversíveis a saúde. Acidente com tratamento médico ou restrição.	Efeitos irreversíveis a saúde com sequelas incapacitantes. Acidente afastamento.	Doenças com potencial de fatalidades. Acidente com incapacidade permanente ou 1 fatalidade	Acidente resultando em mais de 1 fatalidade.
Segurança Operacional	Não aplicável	Incidente com falha espúria de elementos críticos de controle de cenário EMI - – Nível 5	Incidente com falha na demanda de elementos críticos de controle – Nível 4	Incidente com falha na demanda de elementos críticos de controle – Nível 3	Incidente com falha na demanda de elementos críticos de controle – Nível 2	Incidente com falha na demanda de elementos críticos de controle – Nível 1

APÊNDICE D – Probabilidade da Matriz de Risco

Probabilidade	Muito Remoto	Remoto	Pouco Provável	Provável	Muito Provável
	<1% de chance ocorrer em um ano	=>1 e <3 % de chance de ocorrer em um ano	=>3 e <10% de chance de ocorrer em um ano	=>10 e < 30% de chance de ocorrer em um ano	=>30% de chance de ocorrer em um ano

ANEXO A – One Page: Manutenção Preventiva SDCI

Anexo 01 de XXXXX	
Risco: RK-0363241792 - Acidente de grandes proporções na Oficina Central	Tipo: Controle Crítico
Causa: Plano de manutenção preventiva do Sistema de Detecção e Combate a Incêndio não aderente a estratégia de manutenção podendo ocasionar incêndios em subestações.	Nome do controle crítico: CT-WDE2813454_1 - Manutenção do sistema de detecção, alarme e combate a incêndio nas subestações próximas da Oficina Central
Objetivos do controle crítico relacionada: Garantir a execução da manutenção preventiva do Sistema de Detecção e Combate a Incêndio das subestações, de forma padronizada, sistemática, com segurança, qualidade, confiabilidade, visando a identificação de defeitos que possam comprometer a integridade física das pessoas, equipamentos e meio ambiente a fim de não se materializar o evento indesejado (Incêndio, falha no SDCI) das Subestações próximas a oficina central (SE-2100; SE-2120 AREIRO; SE-2121 OF. FREIOS; SE-2122 USICAL e SE-2700 ADM).	Código Controle (Ewise): CT-0000010798
Objetivos do controle crítico relacionada: Garantir a execução da manutenção preventiva do Sistema de Detecção e Combate a Incêndio das subestações, de forma padronizada, sistemática, com segurança, qualidade, confiabilidade, visando a identificação de defeitos que possam comprometer a integridade física das pessoas, equipamentos e meio ambiente a fim de não se materializar o evento indesejado (Incêndio, falha no SDCI) das Subestações próximas a oficina central (SE-2100; SE-2120 AREIRO; SE-2121 OF. FREIOS; SE-2122 USICAL e SE-2700 ADM).	Status do Controle: Funcionando Tipo de Controle: Preventivo Classificação do Controle: Procedimentos O Controle está relacionado a um equipamento (ou seja, válvula, instrumento, sistema de frenagem)? Sim Se sim, inclua o número do TAG do equipamento ou local e a descrição do equipamento. Atenção: O equipamento precisa ser o de posição mais baixa na hierarquia do ativo. Comentários: Este sistema de atuação por laço simples, monitorado por um painel de controle, é constituído por zonas de detectores independentes, onde qualquer atuação de um ou mais detectores endereçáveis de fumaça, ou do cabo sensor linear de temperatura, aciona o sistema de alarme, através dos sinalizadores áudio visuais.
Descrição do funcionamento do controle para atender os objetivos: Manutenções preventivas: 1. As manutenções são concluídas conforme planejamento anual. 2. Os planos de manutenção são baseados em possíveis modos de falha e são geradoras ordens corretivas. 3. Realizar manutenção preventiva de acordo com as informações definidas no DOCTEC12495 (Estratégia de manutenção). 4- O plano de manutenção visa atender os requisitos da NR10, NR6. 5. Realizar inspeção extraordinária conforme demanda da área de planejamento. 6. Realizar inspeção detalhada dos defeitos detectados com criticidade P0. 7. Capacitar equipe especializada conforme PRO - PROCEDIMENTO OPERACIONAL PARA REALIZAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM SISTEMAS DE DETECÇÃO DE ALARME DE COMBATE A INCÊNDIO.	Atividades que podem habilitar ou fortalecer um controle: 1. Cadastro no sistema informatizado (SAP) dos planos de manutenção, através de OMs. 2. Cadastro no sistema informatizado (SAP) dos defeitos com criticidade P0. 3. Garantir a disponibilidade de parada do Sistema de Detecção e Combate a Incêndio das subestações para manutenção conforme tempo previsto em plano; 4. Executar as atividades de preventiva com periodicidade mensal e trimestral. 5. Treinamento e capacitação dos envolvidos com registro estabelecido pela empresa especializada; 6. Aplicar sistemática do fluxo de gerenciamento de mudanças quando requerido; 7. Todos os ativos equipamentos relacionados ao controle devem estar lançados no SAP como ativo crítico. 8. Lista de sobressalentes e cadastro no SAP; 9. O SDCI também é contemplado nos planos de manutenção Mensal e Anual das subestações.
Atividades que podem ser verificadas para atestar o desempenho de um controle: 1. Existe algum documento que regulamenta a periodicidade e o tipo de manutenção para o Sistema de Detecção e Combate a Incêndio das subestações e este encontra-se atualizado? (Ex.: Estratégia de Manutenção da Engenharia, PRO específico ou Manual do fabricante)? 2. O Plano de Manutenção do Sistema de Detecção e Combate a Incêndio das subestações está cadastrado no SAP? (Evidenciar o plano cadastrado no SAP). 3. Os equipamentos relacionados ao controle estão lançados como crítico? 4. Aderência ao plano de manutenção preventiva e Inspeções, através de OMs; 5. A área gerencia os desvios e há planos de ação voltados para tratamento nas anomalias (Backlog) ? (Evidenciar como a área gerencia os desvios – ex.: cadastro de OM corretiva) 6. As ações programadas para tratamento dos desvios estão sendo executadas no prazo? 7. Registro dos defeitos e tratativas das anomalias com criticidade P0, através de OMs. 9. Na verificação realizada em campo foi constatado algum desvio? (Ex.: Recidência de anomalia, OM tratada no SAP e o problema ainda existe, etc.) 10. Verificação da lista de treinamento dos colaboradores no procedimento específico" 11. Existe lista de Sobressalentes e o mesmo encontra-se cadastrado no SAP? (Evidenciar lista e cadastro no SAP)	
Desempenho-ativo para o controle: 1. 100% aderência à estratégia do plano de manutenção preventiva e ações; 2. 100% dos defeitos com criticidade P0 tratados ou com aplicação da gestão de consequências;	
Guilho para parada de unidade, revisão ou investigação em função do desempenho do controle: Investigação: (1) Inspeção/manutenção não realizados em prazo/periodicidade estabelecida; Parada de: (1) Identificação de condições críticas e/ou identificação de falhas com riscos iminentes para a operação do equipamento.	

ANEXO B – One Page: Manutenção Preventiva em Subestação de Energia

Anexo 01 do XXXXX	
Risco: RK-0363241792 - Acidente de grandes proporções na Oficina Central	Tipo: Controle Crítico Crítico
Causa: Plano de manutenção preventivo não aderente a estratégia de manutenção podendo ocasionar incêndios em subestações.	Nome do controle crítico: CT-GRU2307662_1-Manutenção preventiva nas subestações Código Controle (Bwise): CT-008618
Objetivos do controle crítico relacionado: O controle consiste em Garantir a execução da manutenção preventiva das subestações, de forma padronizada, sistemática, com segurança, qualidade, confiabilidade, visando a identificação de defeitos que possam comprometer a integridade física das pessoas, equipamentos e meio ambiente afim de não se materializar o evento indesejado (Incêndio e/ou explosão) das Subestações próximas a oficina central (SE-2100 PRINCIPAL; SE-2120 AREIRO; SE-2121 OF. FREIOS; SE-2122 USIC AL e SE-2700 COMBUSTÍVEL).	Status do Controle: Funcional Tipo de Controle: Preventivo Classificação do Controle: Procedimentos O Controle está relacionado a um equipamento (ou seja, válvula, instrumento, sistema de frenagem)? Não Se sim, inclua o número do TAG do equipamento ou local e a descrição do equipamento. Atenção: O equipamento precisa ser o de posição mais baixa na hierarquia do ativo. Comentários:
Descrição do funcionamento do controle para atender os objetivos: Manutenções preventivas: 1. As manutenções são concluídas conforme planejamento anual. 2. Os planos de manutenção são baseados em possíveis modos de falha e são gerados ordens corretivas. 3. Realizar manutenção preventiva de acordo com as informações definidas no DOCTEC12495 (Estratégia de manutenção). 4- O plano de manutenção visa atender os requisitos da NR10, NR6. 5. Realizar inspeção extraordinária conforme demanda da área de planejamento. 6. Realizar inspeção detalhada dos defeitos detectados com criticidade PO. 7. Capacitar equipe especializada conforme PRO 015515, 025081, 17384, 001067	Atividades que podem habilitar ou fortalecer um controle 1. Cadastro no sistema informatizado (SAP) dos planos de manutenção, através de OM's. 2. Cadastro no sistema informatizado (SAP) dos defeitos com criticidade PO. 3. Garantir a disponibilidade de parada das subestações para manutenção conforme tempo previsto em plano; 4. Executar as atividades de preventiva com periodicidade anual. 5. Treinamento e capacitação dos envolvidos com registro no VES; 6. Aplicar sistemática do fluxo de gerenciamento de mudanças quando requerida; 7. Todos os ativos equipamentos (SDCI e SPDA) relacionados ao controle devem estar flegados no SAP como ativo crítica. 8. Lista de sobressalentes e cadastro no SAP
Atividades que podem ser verificadas para atestar o desempenho de um controle 1. Existe algum documento que regulamenta a periodicidade e o tipo de manutenção para as subestações e este encontra-se atualizado? (Ex.: Estratégia de Manutenção da Engenharia, PRO específico ou Manual do fabricante)? 2. O Plano de Manutenção das subestações está cadastrado no SAP? (Evidenciar o plano cadastrado no SAP). 3. Os equipamentos relacionados ao controle estão flegados como crítico? 4. Aderência ao plano de manutenção preventiva e Inspeções, através de OM's; 5. A área gerencia os desvios e há planos de ação voltados para tratamento das anomalias (Backlog) ? (Evidenciar como a área gerencia os desvios – ex.: cadastro de OM corretiva) 6. As ações programadas para tratamento dos desvios estão sendo executadas no prazo? 7. Registro dos defeitos e tratativas das anomalias com criticidade PO, através de OM's. 9. Na verificação realizada em campo foi constatado algum desvio? (Ex.: Reincidência de anomalia, OM tratada no SAP e o problema ainda existe, etc.) 10. Verificação da lista de treinamento dos colaboradores no procedimento específico? 11. Existe Lista de Sobressalentes e o mesmo encontra-se cadastrado no SAP? (Evidenciar Lista e cadastro no SAP)	
Desempenho-alvo para o controle 1. 100% aderência à estratégia do plano de manutenção preventiva e ações; 2. 100% dos defeitos com criticidade PO tratados ou com aplicação da gestão de consequências;	
Gatilho para parada de unidade, revisão ou investigação em função do desempenho do controle: Investigação: (1) Inspeção/manutenção não realizados em prazo/periodicidade estabelecida; Parada de: (1) Identificação de condições críticas e/ou identificação de falhas com riscos iminentes para a operação do equipamento.	

ANEXO C – ONE PAGE: MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO SPDA

Site: EFC BOWTIE 1	REV: 01 Data: 09/02/2020	Área: MANT. INDUSTRIA L	EMI #: 1	CC #: 5
EMI: Incêndio e Explosão em Subestação de Energia	Nome do controle crítico: MP-SPDA -Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica	One Pager Code: EFC BOWTIE 1-MANT. INDUSTRIAL-1-5		
Objetivos do controle crítico relacionado: Evitar e/ou minimizar o impacto dos efeitos das descargas atmosféricas que podem ocasionar incêndios, danos materiais e risco à vida de pessoas.		Status do Controle Crítico: Fully implemented Tipo de Controle Crítico: Preventive Classificação do Controle Crítico: Equipment O Controle Crítico está relacionado a um equipamento (ou seja, válvula, instrumento, sistema de frenagem)? Não Se sim, inclua o número do TAG do equipamento ou local e a descrição do equipamento. Atenção: O equipamento precisa ser o de posição mais baixa na hierarquia do ativo. Comentários:		
Descrição do funcionamento do controle crítico para atender os objetivos: 1. SPDA implantado conforme projeto e atualizado. 2. Garantir o aterramento da descarga atmosférica evitando incêndios, danos materiais e risco à vida de pessoas.	Atividades que podem habilitar ou fortalecer um controle crítico 1. Plano de inspeção e manutenção do SPDA e aterramento para avaliar a integridade e garantir a eficiência do sistema. 2. Plano de inspeção e manutenção cadastrado no SAP e considerado como crítico. 3. Qualquer mudança no projeto deverá ser realizada conforme os critérios de gerenciamento de mudança. 4. Inspeção e emissão de laudo realizado apenas por profissional habilitado.	Atividades que podem ser verificadas para atestar o desempenho de um controle crítico Data da última verificação: 09/12/2020 1. Laudo técnico com ART emitido por profissional habilitado conforme a legislação (NBR 5419, NBR 15749, NBR 5410, RAC 10 e NR 10). 2. Aderência ao cumprimento da manutenção resultante da atividade de inspeção (Recomendações de Inspeção) registradas no SAP. 3. Aderência ao cumprimento das inspeções e manutenções preventivas realizadas e registradas no SAP. 4. Aderência ao cumprimento do procedimento de gestão de mudança.		
Desempenho-alvo para o controle crítico 1. 100% de aderência ao plano de inspeção e manutenção do SPDA. 2. 100% das anomalias registradas no SAP, analisadas e solucionadas.				
Gatilho para parada de unidade, revisão ou Investigação em função do desempenho do controle crítico: Parada: No caso da medição da resistência do aterramento não estiver conforme legislação. Investigação: Danos no SPDA, Recomendações de Inspeções registradas e não tratadas.				

ANEXO D – ONE PAGE: MANUTENÇÃO PREDITIVA EM SUBESTAÇÃO DE ENERGIA

Anexo 01 do XXXXX

<p>Risco: RK-0369241792 - Acidente de grandes proporções na Oficina Central</p>	Tipo:	Controle Crítico	Crítico
<p>Causa: Plano de manutenção preditiva não aderente a estratégia de manutenção podendo ocasionar incêndios em subestações.</p>	Nome do controle crítico:	CT-GRU 2307662_1-Manutenção preditiva nas subestações	
<p>Objetivos do controle crítico relacionado: Garantir a execução da manutenção preditiva das subestações, de forma padronizada, sistemática, com segurança, qualidade, confiabilidade, visando a identificação de defeitos que possam comprometer a integridade física das pessoas, equipamentos e meio ambiente afim de não se materializar o evento indesejado (Incêndio e ou explosão) das Subestações de energia</p>	Código Controle (8wize):	CT-008618	
<p>Descrição do funcionamento do controle para atender os objetivos Manutenções preditiva: 1. As manutenções são concluídas conforme planejamento anual. 2. Os planos de manutenção são baseados em possíveis modos de falha e são geradoras ordens corretivas. 3. Realizar manutenção preventiva de acordo com as informações definidas no DOCTEC12495 (Estratégia de manutenção). 4- O plano de manutenção visa atender os requisitos da NR10, NR6. 5. Realizar inspeção extraordinária conforme demanda da área de planejamento. 6. Realizar inspeção detalhada dos defeitos detectados com criticidade P0.</p>	<p>Atividades que podem habilitar ou fortalecer um controle</p> <ol style="list-style-type: none"> Cadastro no sistema informatizado (SAP) dos planos de manutenção, através de OM's. Cadastro no sistema informatizado (SAP) dos defeitos com criticidade P0. Garantir a disponibilidade de parada das subestações para manutenção conforme tempo previsto em plano; Executar as atividades de preditiva com periodicidade anual. Treinamento e capacitação dos envolvidos com registro no VES; Todos os ativos equipamentos relacionados ao controle devem estar flegados no SAP como ativo crítico. 	<p>Atividades que podem ser verificadas para atestar o desempenho de um controle</p> <ol style="list-style-type: none"> Existe algum documento que regulamenta a periodicidade e o tipo de manutenção para as subestações e este encontra-se atualizado? (Ex.: Estratégia de Manutenção da Engenharia, PRO específico ou Manual do fabricante)? O Plano de Manutenção das subestações está cadastrado no SAP? (Evidenciar o plano cadastrado no SAP). Os equipamentos relacionados ao controle estão flegados como crítico? A aderência ao plano de manutenção preventiva e Inspeções, através de OM's; A área gerencia os desvios e há planos de ação voltados para tratamento nas anomalias (Backlog) ? (Evidenciar como a área gerencia os desvios – ex.: cadastro de OM corretiva) As ações programadas para tratamento dos desvios estão sendo executadas no prazo? Registro dos defeitos e tratativas das anomalias com criticidade P0, através de OM's. Na verificação realizada em campo foi constatado algum desvio? (Ex.: Reincidência de anomalia, OM tratada no SAP e o problema ainda existe, etc.) Verificação da lista de treinamento dos colaboradores no procedimento específico? 	<p>Status do Controle: Tipo de Controle: Classificação do Controle: O Controle está relacionado a um equipamento (ou seja, válvula, instrumento, sistema de frenagem)? Se sim, inclua o número do TAG do equipamento ou local e a descrição do equipamento. Atenção: O equipamento precisa ser o de posição mais baixa na hierarquia do ativo Comentários:</p> <p style="text-align: right;">Funciona Preventivo Procedimentos Não</p>
<p>Desempenho-alvo para o controle</p> <ol style="list-style-type: none"> 100% aderência à estratégia do plano de manutenção preditiva e ações; 100% dos defeitos com criticidade P0 tratados ou com aplicação da gestão de consequências; 	<p>Gatilho para parada de unidade, revisão ou Investigação em função do desempenho do controle: Investigação: (1) inspeção/manutenção não realizados em prazo/periodicidade estabelecida; Parada de: (1) identificação de condições críticas e/ou identificação de falhas com riscos iminentes para a operação do equipamento.</p>		

Parâmetros de termografia				
Legenda				
ΔT = Diferença do valor medido - Temp. ambiente				
Tensão	ΔT	Status	OM	Prazo máx. para correção
13,8kV	Até 5	Normal	****	*****
	6-10	Atenção	YCM BAIXA	Até 45 dias
	11-20	Alerta	YCM MÉDIA	Até 20 dias
	>20	Perigo	YCM ALTA	Até 10 dias
480V	Até 10	Normal	****	*****
	11-20	Atenção	YCM BAIXA	Até 45 dias
	21-30	Alerta	YCM MÉDIA	Até 20 dias
	>30	Perigo	YCM ALTA	Até 10 dias