

**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
DE CONSELHEIRO LAFAIETE  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**ADEQUAÇÃO DE DISPOSITIVO DE SEGURANÇA EM  
ACOPLAMENTOS USADOS EM INDÚSTRIAS COM BASE NA NR-12  
COM ÊNFASE EM PROTEÇÃO MECÂNICA**

**SUITABILITY OF SAFETY DEVICE IN COUPLINGS USED IN  
INDUSTRIES BASED ON NR-12 WITH EMPHASIS ON MECHANICAL  
PROTECTION**

Matheus Junior da Silva

José Sebastião dos Reis Silva

Rodovia MG 482 - Gigante, Conselheiro Lafaiete - MG, 36400-000– Brasil  
[autor1@unipac.br](mailto:autor1@unipac.br), [autor2@unipac.br](mailto:autor2@unipac.br)

**Resumo:**

As máquinas industriais vem ganhando os mercados a cada dia mais, alavancando nas produções e no crescimento econômico. Mas com esse crescimento também trouxeram várias consequências pela falta de segurança ao trabalhador, causando alguns acidentes de trabalho, doenças, lesões e até mesmo a morte. Portanto, sabendo a importância deste tema mencionado, teve como objetivo este trabalho analisar as condições de segurança nas áreas industriais e adequá-las conforme a norma NR-12 (Norma Regulamentadora de segurança de trabalho em máquinas e equipamentos) foi elaborado um levantamento em campo com as condições atuais dentro da NR-12, e logo após foi analisado o risco de acidentes que poderiam causar conforme risco descritos na ABNT NBR12100. Em seguida foi observado que as normas estavam fora de padrão, a grande maioria dos acoplamentos estavam sem proteção do acoplamento ou proteções danificadas, condições inseguras, que poderia levar a um grave acidente, sabendo disso foi feito um projeto dentro da NR-12 sanando todas as condições inseguras. Assim melhorando na qualidade da vida útil do equipamento, protegendo-o e evitando acidentes de trabalho com os trabalhadores.

**Palavras-chave:** NR-12. Proteção de acoplamento industrial. Adequação.

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FUPAC	Faculdade Presidente Antônio Carlos
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional para Padronização)
NBR	Normas Brasileiras
NRs	Normas Regulamentadoras
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

## 1 INTRODUÇÃO

A mineração é a prática de exploração e beneficiamento de minérios e constitui uma das bases da economia nacional, representando o desenvolvimento socioeconômico do país. O minério de ferro é um componente indispensável na indústria, uma vez que os minérios podem ser encontrados em quase todos os produtos que consumimos, e está presente em utensílios domésticos, nas ferramentas de trabalho, nas estruturas de moradias, nos veículos, entre outros (SILVA; DANEU; SANTOS, 2019).

Conforme o Instituto Brasileiro de Mineração, IBRAM (2020, p. 15), “A mineração integra-se à cadeia produtiva composta pelas indústrias de base e seu produto é também matéria-prima de diversas outras. Isso faz com que a mineração seja a indústria das indústrias”. O setor de mineração é fundamental para o crescimento e desenvolvimento do Brasil, promovendo bens e serviços, geração de renda e aumento da economia.

Como consequência da industrialização, as máquinas passaram a ocupar lugar cada vez mais destacados, proporcionando o aumento acelerado da produção e, no ramo da mineração os cuidados precisam ser redobrados por se tratar de uma atividade de grande risco à vida, saúde e segurança dos trabalhadores, que buscam nesses ambientes de trabalho a razão de seu sustento e de suas famílias. Nesse sentido, a segurança no trabalho passou a ser preocupação global, devido ao histórico de acidentes, mortes e doenças ocupacionais ocorridos no decorrer do tempo (PEREIRA; MARTINS, 2017).

Conforme Santos et al (2021) a segurança do trabalho é de extrema importância para qualquer empresa, que, além de zelar pela qualidade de vida do trabalhador em ambiente de trabalho seguro, influencia diretamente na produtividade e redução de custos, pois evita gastos com funcionário acidentado e, até mesmo, eventuais processos judiciais.

Campos (2019) evidencia que o Brasil é apontado como um dos países com maiores índices de acidente de trabalho no mundo, com maior frequência de ocorrências no setor industrial com destaque para a mineração. Esse cenário demonstra ser indispensável o emprego de técnicas de segurança do trabalho que busquem assegurar ao trabalhador condições mais adequadas e seguras no exercício de suas funções.

A Norma Regulamentadora NR-12 através de referências técnicas, tem como propósito estabelecer os princípios fundamentais e medidas de proteção, para garantir a saúde e a integridade física de cada funcionário da empresa (HERLEMANN, 2019).

Araújo (2020) ressalta que, conforme determina a NR-12, é responsabilidade do empregador conservar a saúde e integridade física do trabalhador, obrigado, para tanto, adotar

medidas de proteção para as máquinas e equipamentos, garantindo a segurança na operação das mesmas.

Atualmente é incontestável o valor da mineração como base para todas as indústrias e fonte de geração de riqueza para o Brasil, entretanto, o problema da segurança do trabalho tem sido alvo de preocupação nas organizações, devido à importância das perdas financeiras e não financeiras consequente de lesões, doenças e óbitos que impactam as próprias empresas, a sociedade, as famílias das vítimas e as próprias vítimas. Diante da percepção de quebra de máquinas e equipamento, falta de manutenção e acidentes de trabalho em uma indústria mineradora, questiona-se: Qual a possibilidade de adequação em um acoplamento de proteção mecânica à NR-12 para minimizar o risco de acidente de trabalho em uma indústria mineradora?

A justificativa desse estudo se dá devido à relevância das medidas preventivas constantes na NR-12 e suas exigências, que propiciam adequações, de máquinas e equipamentos às Normas, essenciais no combate ou até a extinção dos acidentes de trabalho, que apresentam elevado ônus social e econômico, tanto para a sociedade como um todo devido a mortes e incapacitações; para as empresas com prejuízos econômicos e no setor produtivo; e para o Estado, com pagamento de benefícios previdenciários, cujo recurso poderia ser direcionado para outras políticas públicas (CORRÊA, 2011).

Teve como objetivo analisar as condições de segurança nas áreas industriais e adequá-las conforme a norma NR-12 (Norma Regulamentadora de segurança de trabalho em máquinas e equipamentos) e, como objetivos específicos, descrever sobre a segurança do trabalho; realizar um levantamento em campo conforme os itens descritos na NR-12; analisar riscos e área de segurança numa empresa mineradora e aplicar a NR-12 em acoplamentos de proteção mecânica usado em indústria mineradora.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO / REVISÃO DE LITERATURA**

Nesse capítulo serão apresentados alguns aspectos teóricos sobre a mineração no Brasil, que constitui o ambiente desse estudo, algumas teorias sobre os riscos e a segurança no trabalho e os tipos de acoplamentos usados em indústrias, que embasarão o estudo proposto.

### **2.1 Mineração**

A mineração sempre foi uma atividade fundamental na história da humanidade, responsável em grande parte pela evolução dos indivíduos. Houve períodos da história,

aproximadamente 5.000 a. C. que os produtos da mineração (cobre, estanho, bronze e ferro), foi conhecida como a idade dos metais (ABERJE, 2016).

Lima; Silva; Silva (2017) afirmam que no Brasil, o setor de mineração foi fundamental para o seu crescimento e desenvolvimento, fomentando bens e serviços, geração de renda e aumento da economia. Se comparado ao período colonial, houve um crescimento significativo, sendo que à época, os processos de extração eram feitos de forma primitiva e sem muita técnica, e não havia grandes demandas ou necessidade para fabricação de produtos originários do minério.

A mineração começou como uma atividade sem qualquer regulamentação e assim continuou por muitos e muitos anos. Não havia normas de segurança, equipamentos de proteção para os trabalhadores, atenção às comunidades dos locais onde as mineradoras se estabeleciam ou ao meio ambiente. A indústria causava muitos prejuízos, além de inúmeros acidentes (ABERJE, 2016, p. 3).

Com o passar do tempo, à medida que foi se desenvolvendo, a mineração propiciou produzir tecnologias em vários setores, pois, além da extração, era necessário o transporte e a transformação em produtos, hoje essenciais para a nossa sobrevivência. Por ser uma atividade muito lucrativa, a mineração favoreceu o surgimento de comunidades em inúmeras regiões, interferiu no processo migratório e na transformação da geografia mundial (ABERJE, 2016).

Após a Revolução Industrial, as máquinas passaram a ocupar lugar de destaque na economia, por propiciar o aumento acelerado de produção, fundamental para o desenvolvimento socioeconômico do país. Entretanto, por se tratar de uma atividade de grande risco à vida, saúde e segurança dos trabalhadores, que buscam nesses ambientes de trabalho a razão de seu sustento e de suas famílias, o setor de mineração exige cuidados redobrados no exercício de suas funções. Nesse sentido, a segurança no trabalho passou a ser preocupação global, devido ao histórico de acidentes, mortes e doenças ocupacionais ocorridos no decorrer do tempo (PEREIRA; MARTINS, 2017).

Campos (2019) evidencia que o Brasil é apontado como um dos países com maiores índices de acidente de trabalho no mundo, com maior frequência de ocorrências no setor industrial com destaque para a mineração. Esse cenário demonstra ser indispensável o emprego de técnicas de segurança do trabalho que busquem assegurar ao trabalhador condições mais adequadas e seguras no exercício de suas funções.

Nesse sentido, Araújo (2020, p. 15) sustenta que qualquer empresa deve assegurar os “requisitos mínimos de segurança para seus funcionários, afim de que todas as ações, programas e iniciativas dentro da mesma possam ser preventivas para a integridade e saúde dos trabalhadores”. Entre essas ações e iniciativas, inclui-se os acoplamentos, descritos a seguir.

## **2.2 Acoplamentos**

Acoplamento é um componente mecânico, classificado como elemento de máquina, usado na transmissão de movimento de rotação entre dois eixos-árvores, também conhecido como árvores, ou seja, é um conjunto mecânico que transmite movimento entre duas peças, Gordo; Ferreira (2011). Na definição de Camargo (2021), acoplamento é o elemento de máquina que conecta o eixo da máquina motora ao eixo da máquina movida, esse elemento de conexão é chamado de acoplamento, que pode ser usado em motores elétrico, a combustão, turbinas, bombas d'água, Máquinas de embalagens; Agitadores; Elevadores de cargas; Transportadores; Compressores; Extrusoras; dentre outras. Qualquer equipamento que possua algum acionamento rotativo, ou sistema de transmissão de potência, pode ter um acoplamento.

Segundo a Abecom (2021) acoplamentos industriais são elementos de máquina para transmissão mecânica em sistemas rotativos, cuja principal função é transmitir rotação e torque em sistemas rotativos. Unir um eixo-motriz e um eixo acionado, e servem para absorver pequenos choques e desalinhamentos. Assim, reduzem as vibrações e aumentam a vida útil de outros componentes ou motores.

Conforme Gordo; Ferreira (2011) e Camargo (2021), os tipos mais comuns de acoplamentos são: fixos ou rígidos, móveis ou flexíveis, e elásticos, e as juntas universais. Destes derivam muitos outros tipos e modelos que são utilizados de acordo com a demanda dos processos e das máquinas industriais, tendo como objetivo melhorar o desempenho de toda a operação de uma indústria. A Abecom (2021) apresenta como principais tipos de acoplamentos industriais: elástico ou flexível; rígido ou fixo; engrenagem; corrente; grade; lâminas; de Precisão; Hidráulicos; Magnéticos.

Entre os segmentos industriais que utilizam algum tipo de acoplamento mecânico em seu processo, estão as indústrias e empresas de Mineração, Siderurgia, Petróleo e gás, Alimentícia, Metalúrgica, entre outras. Devido à importância e obrigatoriedade da adequação às normas de segurança do trabalho e o englobamento de requisitos exigidos, a Norma Regulamentadora nº 12 (NR-12), foco desse estudo, visa a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos nas fases de projeto e utilização.

## **2.3 Riscos e Área de Segurança**

Conforme Chiavenato (2014, p. 408), segurança do trabalho “é o conjunto de medidas de ordem técnica, educacional, médica e psicológica que são utilizadas para prevenir acidentes”, ou

seja, eliminar as condições de riscos do ambiente e instruir os indivíduos sobre a necessidade da implantação de práticas preventivas de acidentes, relacionada a condições de trabalho seguro e saudável para os indivíduos.

As pessoas passam a maior parte do seu tempo dentro do local de trabalho, que se qualificam por condições "físicas e materiais, psicológicas e sociais", ambas intrinsecamente ligadas. Em relação à saúde física, o local de trabalho é a área de ação que envolve aspectos ligados à "exposição do organismo humano a agentes externos, como ruído, ar, temperatura, umidade, luminosidade e equipamentos" e requer um ambiente saudável que atuem positivamente sobre todos "os órgãos dos sentidos humanos – visão, audição, tato, olfato e paladar" (CHIAVENATO, 2014, P. 402).

A saúde no trabalho abrange a promoção e a manutenção do mais alto grau de saúde física e mental e de bem-estar social dos trabalhadores em todas as profissões. Neste contexto, a antecipação, a identificação, a avaliação e o controle de riscos com origem no local de trabalho, ou daí decorrentes, que possam deteriorar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, são os princípios fundamentais do processo de avaliação e de gestão de riscos profissionais (OIT, 2011, p. 5).

O principal objetivo da segurança do trabalho é a diminuição ou extinção dos riscos aos quais o trabalhador fica exposto, Gorges (2018). Risco é a probabilidade de que um indivíduo fique ferido ou tenha sua saúde afetada quando exposto a um perigo, seja de forma imediata ou a longo prazo (OIT, 2011).

Dessa forma, existem diversas situações que podem provocar acidentes no ambiente de trabalho, entre elas, máquinas e equipamentos, cujos riscos variam conforme a natureza da atividades e as medidas de prevenção, sendo necessário que se faça análise dos fatores de risco em todas as atividades e operações nesse ambiente (GORGES, 2018).

A área de Segurança e a Saúde no Trabalho visa a proteger e prevenir riscos e danos à vida e à saúde dos trabalhadores, através de políticas públicas e ações de fiscalização, sendo o Ministério da Economia - Secretaria de Trabalho a "instituição responsável por fazer a fiscalização do trabalho e elaboração de medidas corretivas baseada em normas, promovendo ações de segurança do ambiente de trabalho", responsável também por promover a atualização e regulamentação das Normas Regulamentadoras de segurança do trabalho e inspecionar o cumprimento das ações normativas. "A análise da área onde se realiza o processamento do minério, limitou-se a aplicação da NR-12" (MENEZES, 2021, p. 17).

## **2.4 Normas Regulamentadoras**

A Constituição Federal (1988) estabelece em seu Artigo 196 que a saúde é direito de todos e dever do Estado. Adaptado para o campo do Direito do Trabalho, Silva (2019, p. 5), "indica que a saúde é direito do trabalhador e dever do empregador".

As primeiras Normas Regulamentadoras (NRs) foram publicadas pela Portaria MTb nº 3.214, de 8 de junho de 1978, e são de cunho obrigatório em todas as instituições, sejam privadas ou públicas. Elas instruem as empresas de qualquer ramo de atividade administradas pelo CLT (Consolidação das Leis de Trabalho). “Caso não haja o cumprimento dessas normas, o empregador será autuado, notificado ou interditado de acordo com a legislação” (MENEZES, 2021, p. 17).

A elaboração e a revisão das normas regulamentadoras são realizadas adotando o sistema tripartite paritário, preconizado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), por meio de grupos e comissões compostas por representantes do governo, de empregadores e de trabalhadores.

### **2.4.1 NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**

A Norma Regulamentadora (NR-12) foi criada em 08 de junho de 1978 pelo Ministério do Trabalho, hoje Ministério da Economia – Secretária de Trabalho, com o propósito garantir segurança para os trabalhadores no exercício laboral, ao executar sem risco as máquinas e equipamentos.

Ao longo do anos as Normas Regulamentadoras passaram por revisões, a NR-12 recebeu cerca de 18 atualizações desde a sua publicação. Sua última lançada no dia 30 de julho de 2019, é considerada a versão mais importante e com um impacto maior do texto normativo, uma vez que a antiga versão da norma impossibilitava o atendimento aos requisitos, contribuindo com que as máquinas fabricadas em antes de 2010 fossem ilegais (MENEZES, 2021, p. 18).

A NR-12 define em seu texto, no item 12.1.1 e seus anexos, as referências técnicas, princípios essenciais e as medidas de proteção com o propósito de preservar a saúde e a integridade física dos trabalhadores, e determina as exigências mínimas para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos.

### **2.4.2 ABNT NBR 12100**

A NBR 12100 é uma norma da ABNT responsável por recomendar medidas e garantir a segurança em ambientes de trabalho que oferecem riscos à integridade física dos trabalhadores que operam essas máquinas, independentemente do porte ou do tipo de trabalho. Essa norma, também identificada como NBR ISO 12100:2013, publicada em dezembro de 2013, constitui a base para

o processo de apreciação de risco citado na NR 12, e classifica as normas técnicas em tipos A, B e C.

Normas do tipo A: normas fundamentais de segurança que definem com rigor conceitos fundamentais, princípios de concepção e aspectos gerais válidos para todos os tipos de máquinas.

Normas do tipo B: normas de segurança, relativas a um grupo, que tratam de um aspecto ou de um tipo de dispositivo condicionador de segurança aplicável a uma gama extensa de máquinas.

Normas do tipo C: normas de segurança por categoria de máquinas, que são prescrições detalhadas aplicáveis a uma máquina em particular ou a um grupo de máquinas (NR-12, 2019).

A análise de risco é a combinação da especificação dos limites da máquina, da identificação de perigos e da estimativa de riscos. Enquanto avaliação de risco é o julgamento do quanto os objetivos de redução de risco foram atingidos (NR-12, 2019).

“Os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados de acordo com o tipo de máquina, tipo de operação e com os resultados da apreciação de riscos que normalmente é feita utilizando-se a norma ABNT NBR 12100” (NR-12, 2013, p. 58).

### **3 MÉTODOS**

Neste capítulo será apresentada a metodologia usada no trabalho. Será detalhado o tipo de pesquisa, materiais e os métodos utilizados.

#### **3.1 Delineamento da pesquisa**

Vergara (2003) propõe dois critérios básicos de investigação em pesquisas científicas, sendo quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos meios, o presente estudo pode ser classificado como pesquisa bibliográfica, pois foi desenvolvido com base em material já publicado em livros, artigos e revistas que embasou a pesquisa e propiciou aprofundar o conhecimento teórico sobre o tema.

Quanto aos fins constitui-se de uma pesquisa descritiva e intervencionista, onde se mostra as características de determinado fato com o principal objetivo de interferir na realidade estudada para modificá-la, Vergara (2003).

Por possuir caráter prático, no intuito de se resolver problemas reais, a pesquisa foi realizada em uma empresa mineradora de ouro, localizada no interior de Goiás, escolhendo-se como universo de pesquisa a adequação do acoplamento de proteção mecânica de uma bomba hidráulica

às normas da NR-12, cujas irregularidades detectadas expunha os trabalhadores em risco de acidente.

### **3.2 Coleta e Análise dos Dados**

A principal base de dados utilizada foi a NR-12, na qual o estudo se baseia e, também, o Google Acadêmico, e repositórios digitais de produções científicas, tendo como descritores mineração, segurança no trabalho e acoplamentos. Quanto à natureza dos dados classifica-se como pesquisa qualitativa, Gil (2008), sendo que esta privilegia os dados qualitativos de informações disponíveis recorrendo à técnica de citações de outros autores, abrangendo estudos nos quais se localiza o pesquisador, propiciando um enfoque interpretativo da realidade.

Para a análise de dados utilizou-se a análise de conteúdo que se vale da comunicação como ponto de partida, Bardin (2016), usada para interpretar e descrever de forma objetiva, sistemática e qualitativa com o propósito de extrair sentido dos dados que embasaram o estudo.

Na apresentação dos resultados serão descritos os passos realizados para a adequação do acoplamento de proteção mecânica às exigências da NR-12.

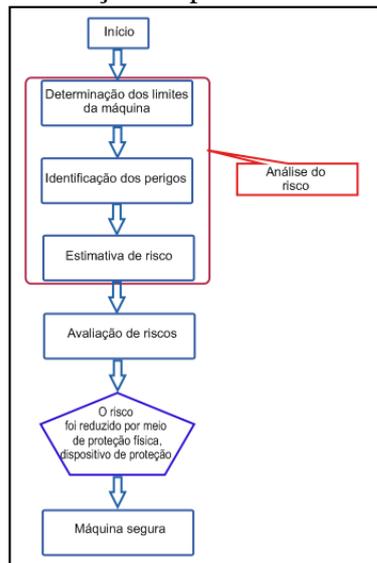
## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O presente estudo buscou na literatura analisar as condições de segurança nas áreas industriais e adequá-las conforme a norma NR-12. Para tanto, foi utilizada a análise de conteúdo embasado no referencial teórico e na aplicação de segurança da NBR 12100.

### **4.1 Condições de segurança e proteção de acoplamento industrial**

Para a análise de riscos em um ambiente laboral, a NBR 12100 (2013) que é responsável por recomendar medidas e garantir a segurança em ambientes de trabalho, apresenta uma sequência de passos que contribuiu para a realização do projeto de acoplamento de proteção mecânica, conforme demonstra a figura 1.

Figura 1: Representação do processo de redução de riscos



Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 12100 (2013, p. 11)

Os passos realizados para a adequação de acoplamento de proteção mecânica às exigências da NR-12 passa por diversas fases. O processo de desenvolvimento dessas fases retrata o caminho percorrido do estudo para a realização efetiva da adequação do dispositivo de proteção.

Para cumprir o objetivo desse estudo que é analisar as condições de segurança nas áreas industriais e adequá-las conforme a norma NR-12, a primeira etapa necessária foi conhecer o ambiente onde se operam máquinas que, de acordo com a NBR 12100 (2013) a análise de riscos compreende a determinação dos limites da máquina, a identificação dos perigos e a estimativa dos riscos. O ambiente observado é demonstrado na figura 2, onde se percebe a inexistência de proteção dos equipamentos que ficam expostos colocando os trabalhadores vulneráveis a acidente.

Figura 2: Visão dos equipamentos antes da adequação à NR-12



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Gorges (2018) destaca que o principal objetivo da segurança do trabalho é diminuir ou abolir os riscos aos quais os trabalhadores ficam expostos no ambiente de trabalho, nas diversas situações possíveis de provocar acidentes, entre elas, máquinas e equipamentos.

Risco é a possibilidade de que um indivíduo fique ferido ou tenha sua saúde afetada quando exposto a um perigo, seja de forma imediata ou a longo prazo, OIT (2011) e a apreciação dos riscos de acordo com a NBR 12100, é um processo composto por uma série de etapas que permite, analisar e avaliar os riscos associados à máquina.

Esse processo começa a partir da determinação dos limites da máquina e leva em consideração todas as fases do ciclo de vida da mesma, ou seja, as características e o desempenho de uma máquina incorporadas em um processo, as pessoas, o ambiente, e produtos relacionados a ela devem ser identificados nos termos dos limites de uso, limites de tempo, limites de espaço, entre outros limites descritos nesta norma.

Entretanto, entre os aspectos considerados durante a apreciação de risco, a exposição de pessoas constitui a identificação dos perigos ilustrados na figura 2, conforme afirma Chiavenato (2014), o local de trabalho é a área de ação que envolve aspectos ligados à exposição do organismo humano a agentes externos.

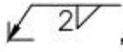
Nesse sentido, considera-se todas as pessoas, além de operadores pela necessidade de acesso à zona de perigo, para as quais a exposição ao perigo é razoavelmente previsível, também a manutenção e reparo, o tempo de exposição, o número de pessoas que necessitam de acesso e a frequência do acesso são aspectos relevantes contemplados na probabilidade de danos pela NBR 12100 (2013).

Após a identificação dos perigos a estimativa do risco deve ser feita para cada situação de perigo por meio dos elementos de risco descritos na NBR 120100 (2013), que são: gravidade do dano, probabilidade de ocorrência desse dano que inclui a exposição de pessoa (s) ao perigo; a ocorrência de eventos perigosos e as possibilidades técnicas e humanas de se evitar ou minimizar os danos.

De acordo com a NBR 12100 (2013, p. 23), após ter sido concluída a estimativa do risco, “a avaliação dos riscos deve ser realizada para determinar se é necessária a redução do risco. Se a redução do risco é necessária, então, medidas de proteção adequadas devem ser selecionadas e implementadas”.

Nesse sentido, constatado que as normas estavam fora de padrão, em condições inseguras, que poderia levar a um grave acidente, elaborou-se o projeto para a proteção mecânica de acoplamento, conforme especificação de medidas constante na figura 3, obedecendo a determinação de medidas conforme NR-12.

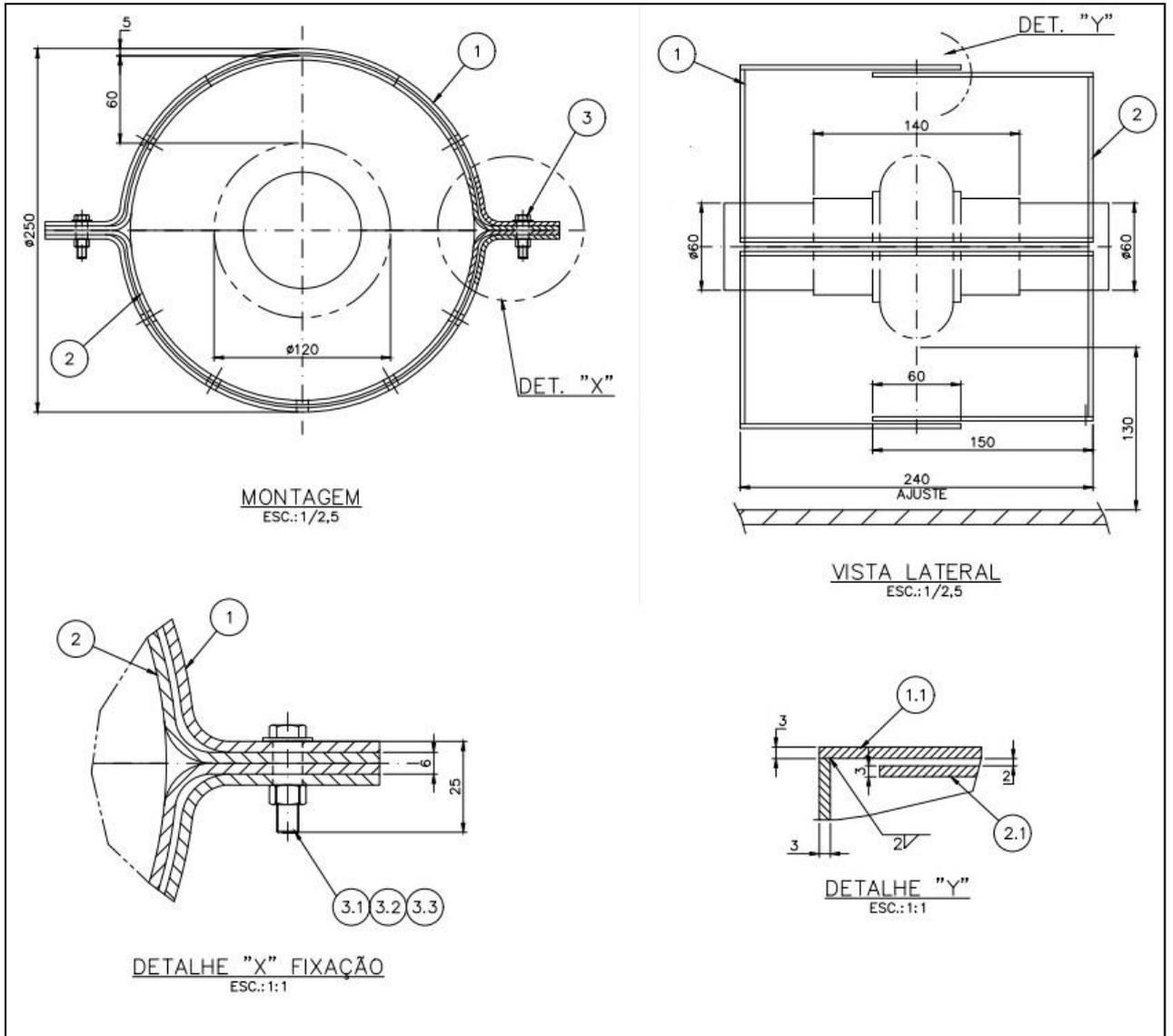
Figura 3: Notas do Projeto de Proteção Mecânica (Medidas)

<u>NOTAS:</u>	
1	- DIMENSÕES EM MILÍMETROS (E.A).
2	- MEDIDAS COM (*) DEVERÃO SER AJUSTADAS NA MONTAGEM, NÃO PERMITINDO ABERTURAS QUE DÊ ACESSO AOS MEMBROS SUPERIORES A ZONA CRÍTICA DE RISCO
3	- OS SOLDADORES DEVERÃO SER CAPACITADOS NO PROCESSO SMAW (SOLDAGEM MANUAL COM ELETRODO REVESTIDO), OBEDECENDO COMO BOA PRÁTICA AWS 5.1, APLICANDO A INSPEÇÃO VISUAL DA SOLDA
4	- OS CORDÕES DE SOLDA DEVERÃO TER BOM ASPECTO, DIMENSÕES CONFORME EXIGIDO NO PROJETO E ESTAR ISENTO DE TRINCAS, POROS E MORDEDURAS
5	- SOLDA GERAL  , EXCETO ONDE INDICADO.
6	- EXECUTAR TRATAMENTO ANTICORROSIVO E PINTURA DAS SUPERFÍCIES METÁLICAS CONFORME NORMA USIMINAS: - SS-3900-Q-5NT4002 - ESPECIFICAÇÃO GERAL; - SS-3900-Q-5NT0252 - ESPECIFICAÇÃO PARA CORES DE IDENTIFICAÇÃO.
7	- MEDIDAS COM (**) VARIÁVEL DE ACORDO COM DIÂMETRO DO ACOPLAMENTO
8	- ADOTAR FECHAMENTO COM CHAPA EXPANDIDA EM UMA UNIDADE NOS ÍTENS 1.1 E 2.1, COM ABERTURA DE VISUALIZAÇÃO APENAS NA PARTE SUPERIOR DA PROTEÇÃO DO ACOPLAMENTO

Fonte: Dados do projeto (2022)

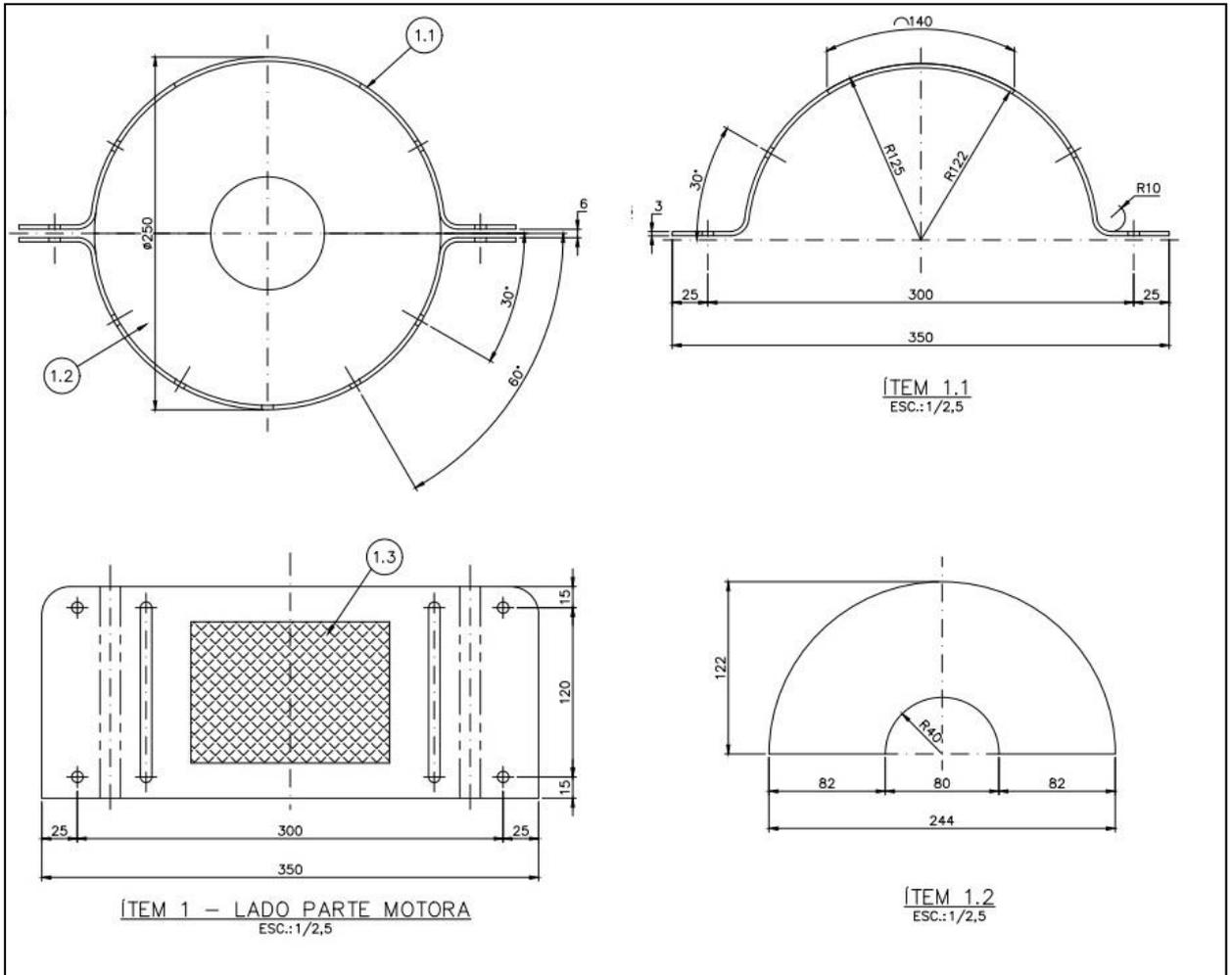
O detalhamento do projeto é apresentado nas figuras 4, 5 e 6, conforme segue

Figura 4: Detalhamento do Projeto 1



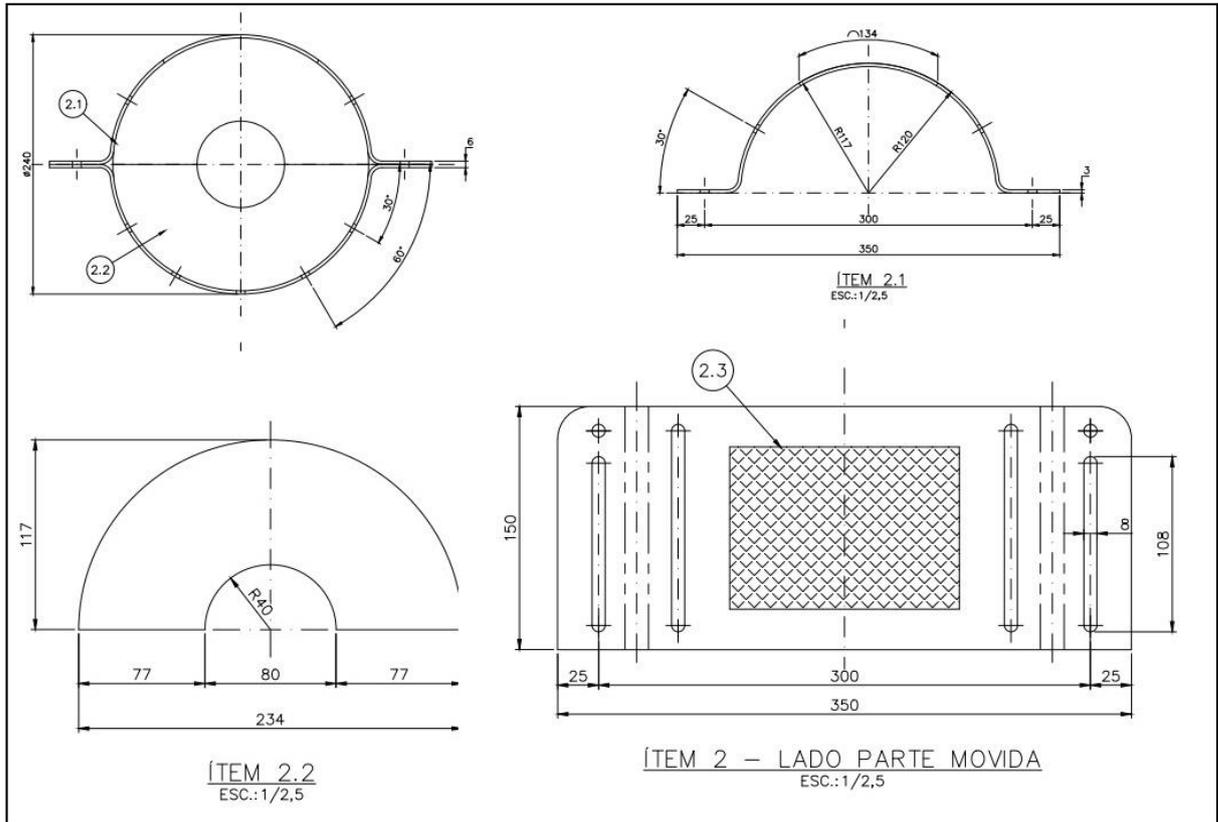
Fonte: Dados do projeto

Figura 5: Detalhamento do Projeto 2



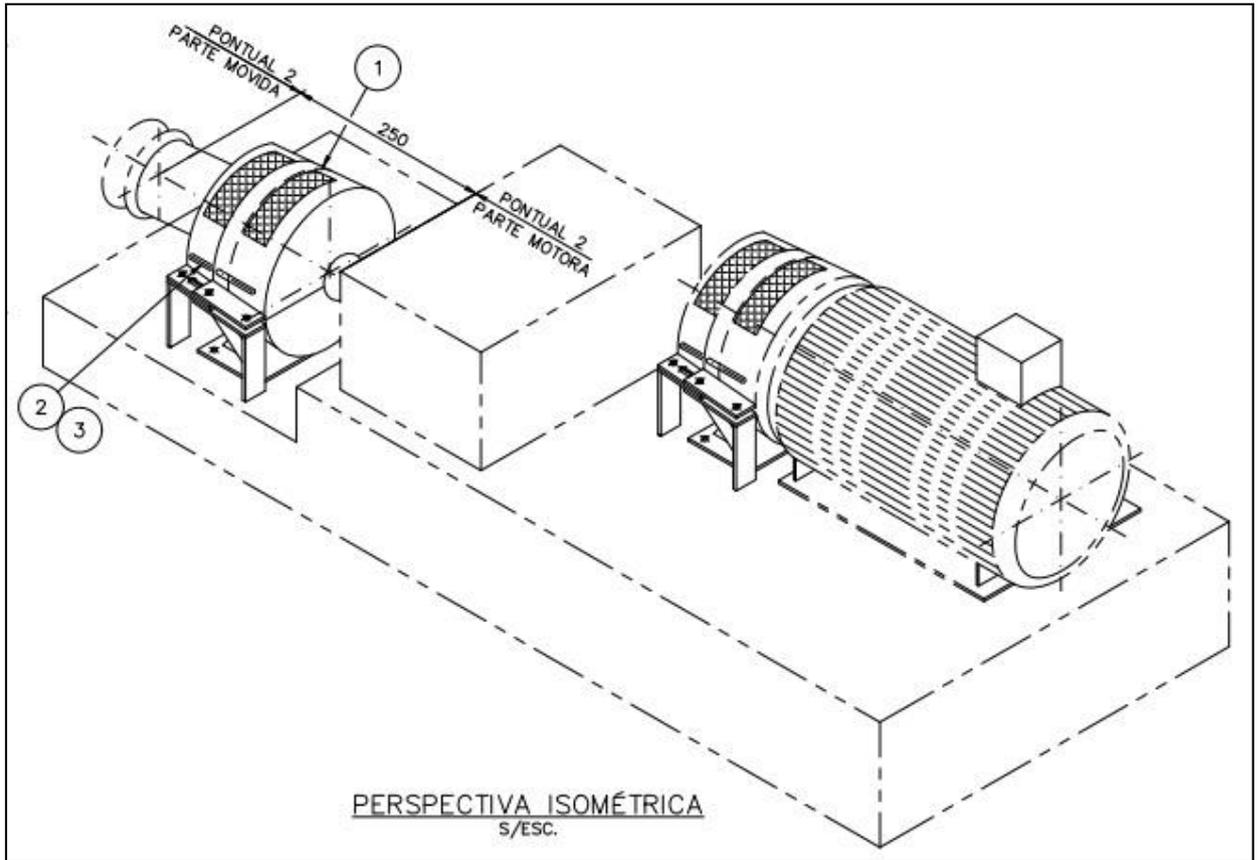
Fonte: Dados do projeto

Figura 6: Detalhamento do Projeto 3



Fonte: Dados do projeto

Figura 7: Montagem



Fonte: Dados do projeto

Na sequência o Projeto de Proteção do Acoplamento



Figura 9: Peças do Acoplamento antes da montagem



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Figura 10: Vista de frente do acoplamento de proteção



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Figura 11: Vista Lateral do acoplamento de proteção



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Diante do exposto, pode-se dizer que a adequação do acoplamento de proteção mecânica à NR-12 alcançou seu objetivo, uma vez que Herlemann (2019) afirma que essa norma tem como

propósito estabelecer os princípios fundamentais e medidas de proteção, para garantir a saúde e a integridade física de cada funcionário da empresa, o que pode ser observado nas figuras 3, 4 e 5. Além do mais, conforme expõe a NR-12 (2019, p. 23) “A avaliação de risco é o julgamento, com base na análise de risco, do quanto os objetivos de redução de risco foram atingidos”.

Conforme Araújo (2020), a NR-12 estabelece que o empregador é responsável por manter a saúde e integridade física do trabalhador, tendo como obrigação adotar medidas de proteção para que este possa usufruir do maquinário e equipamentos com segurança. Dessa forma, a empresa reduziu o risco pela eliminação dos perigos e possibilidade de ocorrência de acidentes por meio da adequação dos acoplamentos de proteção mecânica à NR-12, preservando, assim, a saúde e a integridade física dos trabalhadores no ambiente laboral, contribuindo na prevenção de acidentes e doenças do trabalho na utilização dos equipamentos com segurança e, também, com a qualidade de vida útil do equipamento.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esse estudo teve como objetivo analisar as condições de segurança nas áreas industriais de uma empresa mineradora de ouro localizada no interior de Goiás e adequá-las conforme à NR-12.

Para que a adequação do acoplamento de proteção mecânica à NR-12 fosse possível, foi necessário um estudo em campo onde se escolheu para esse estudo uma bomba hidráulica devido à constatação da ausência de dispositivo de segurança que colocava em risco os trabalhadores no ambiente de trabalho, conforme riscos descritos na ABNT NBR 12100.

Percebeu-se que a adequação de dispositivo de segurança à NR 12 é de fundamental importância para garantir a saúde e a segurança de funcionários envolvidos na operação de máquinas e equipamentos, uma vez que os mesmos podem provocar graves acidentes expondo trabalhadores a riscos desnecessários, o que foi deduzido após esse estudo que, muitos dos acidentes do trabalho podem ser perfeitamente prevenidos, evitados ou eliminados.

O estudo foi de grade relevância para aquisição de conhecimento sendo que, para se alcançar os objetivos propostos, fez-se necessário maior aprofundamento dos aspectos teóricos, buscando maior compreensão sobre o tema, tanto dos autores estudados quanto da NR-12 que tem como propósito estabelecer os princípios fundamentais e medidas de proteção, para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

Foi necessário também estudar a NBR 12100 que é responsável por recomendar medidas e garantir a segurança em ambientes de trabalho, e apresenta as fases necessárias para se fazer a análise do risco das máquinas e equipamentos, que direcionou o estudo e trouxe maior

esclarecimento sobre as diferentes etapas de análise, que são: a determinação dos limites da máquina, a identificação dos perigos, a estimativa de risco.

O acoplamento de proteção mecânica tem como objetivo evitar o contato dos trabalhadores com as partes móveis da máquina que possam oferecer riscos de acidentes, pois limitam o acesso do trabalhador às zonas de perigo da máquina ou equipamento por meio do isolamento das partes que oferecem riscos.

Para a determinação dos limites da máquina observou-se resguardar a movimentação segura dos trabalhadores durante suas atividades operacionais com a máquina e permitir a movimentação de acordo com a necessidade de suas tarefas de forma segura.

A identificação dos perigos levou em conta a interação humana durante todo o ciclo de vida da máquina, os perigos previsíveis, as situações e os eventos perigosos possíveis de ocorrer, as formas de operação previstos para a máquina e as tarefas a serem executadas pelos trabalhadores, observando os mecanismos e funções da máquina e o ambiente de operação.

Para a estimativa de riscos considerou-se cada situação de perigo, observando os elementos do risco como a gravidade do dano, a possibilidade de ocorrência do dano devido à exposição de pessoas, a ocorrência dos eventos perigosos e as possibilidades de evitar ou limitar os danos. Para a efetivação da redução do risco, elaborou-se um projeto para a implantação dos acoplamentos e, após concluído foi realizada a avaliação do risco.

Concluiu-se que a adequação do acoplamento de proteção mecânica às normas da NR-12 alcançou seu objetivo trazendo segurança para os trabalhadores no exercício laboral, preservando a saúde e integridade física dos mesmos no ambiente de trabalho e garantindo maior qualidade de vida útil para o equipamento.

Para trabalhos futuros sugere-se tempo maior para a aplicação dessa norma no campo de trabalho e constituir uma equipe dedicada apenas para esse objetivo, e ter maior alcance ao detalhamento de máquinas e equipamentos o que não foi possível nesse trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

ABECOM. Acoplamentos industriais: Pra que servem: Quais os tipos? - Guia completo, 2021. Portal Institucional. Disponível em: <<https://www.abecom.com.br/acoplamentos-industriais/>>. Acesso em: 04 maio 2022.

ABERJE. Associação Brasileira de Comunicação Empresarial. Desafio Indústria da Mineração. Prêmio Universitário, 6. ed., 2016.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 12100. Segurança de máquinas. Princípios gerais de projeto. Avaliação e redução de riscos. ABNT NBR ISO 12100:2013, 93 páginas.

ARAÚJO, Guilherme Giacomini. Estudo de adequação de um britador de mandíbulas e um moinho de bolas à norma regulamentadora NR-12. Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas, 2020. 58 f.

BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Presidência da República. Casa Civil. Brasília, DF, 5 de outubro de 1988.

BRASIL. Ministério do Trabalho (MTB). Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Brasília, DF, 6 jul. 1978.

CAMARGO, Micelli. O que são e os Tipos de Acoplamentos. Engenharia e Cia. Série Lives Bombas e Vedação Industrial. Vídeo: 1:02:57 min. Publicado em 06 mar. 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Fss2d4Y14dk>>. Acesso em: 14 maio 2022.

CAMPOS, Andressa. et. al. Segurança de trabalhadores em mineradora no município de Caçapava do Sul-RS. v. 11 n. 2, 2019. Anais do 11º SIEPE - Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNIPAMPA. Universidade Federal do Pampa. 22 a 24 de Outubro de 2019. Parque Internacional, Campus Santana do Livramento, RS.

CHIAVENATO, Idalberto. Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 4. ed. Barueri, SP: Manole, 2014.

CORRÊA, Martinho Ullmann. Sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em Máquinas e Equipamentos. Monografia (Pós Graduação Lato Sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS, 2011.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GORGES, Jeferson. Análise de segurança do laboratório de ensino em manutenção e conformação mecânica. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Jaraguá do Sul, SC, 2018. 74 p.

GORDO, Nívia; FERREIRA, Joel. Apostila Telecurso 2000. Elementos de Máquinas. Aula 39. Acoplamentos. Soluções Bmalbert, 2011.

HERLEMANN, Leonardo Henrique. Estudo e aplicação da Norma Regulamentadora nº 12 em uma Empresa de Minérios. TCC (Bacharelado em Engenharia Mecânica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, PR, 2019.

IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. Informações sobre a Economia Mineral Brasileira, 2020. Ano Base 2019. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://portaldamineracao.com.br/wp-content/uploads/2021/03/Economia-Mineral-Brasileira-IBRAM-2020.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2022.

LIMA, Robson Júnio Pereira de; SILVA, Alexandra Pereira da; SILVA, Tiago da Costa. Caracterização da Mineração de Gipsita no município de Santana do Cariri, Semiárido do Ceará. Anais do II CONIDIS - II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. 08 a 10 nov. 2017. Campina Grande, PB.

MENEZES, Hayla Medeiros. NR-12 - Estudo para adequação de um Moinho de Bolas. TCC (Bacharelado Engenharia Mecânica). Centro Universitário do Sul de Minas. Varginha, 2021.

NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Guia Trabalhista. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr12.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

NR 12. Comentários ao novo texto geral (Portaria nº 916, de 30/07/19). Serviço Social da Indústria, Departamento Nacional. Confederação Nacional da Indústria. Brasília: SESI/DN, CNI, 2019. 107 p.

OIT - Organização Internacional do Trabalho. Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho: Um instrumento para uma melhoria contínua. Relatório. Edição: Abril 2011.

PEREIRA, Denise da Silva; MARTINS, Letícia Nunes Nascimento. A Segurança no Trabalho em uma Mineradora na cidade de Itapuã do Oeste, Rondônia. Anais. 4º Encontro de Ciências e Tecnologia Faro - ECT 2017. v. 5. Faculdade de Rondônia - FARO. Instituto João Neóricio. 25/10/2017 a 27/10/2017. Porto Velho, RO.

SANTOS, Ramon Oliveira Borges dos. et. al. A importância da NR 12 em seus diversos contextos: uma análise sistemática para prevenção de acidentes industriais. Anais do II CoBICET - Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Evento online. 30 de agosto a 03 de setembro de 2021.

SILVA, Dione Carlos Soares da. Adequação de máquinas e equipamentos antigos à NR-12 visando o baixo custo. Monografia (Graduação Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Ouro Preto, MG, 2019.

SILVA, Lucas Mendes da; DANEU, Rafael Carvalho de Souza; SANTOS, Fernando de Almeida. O desempenho da exportação de minério de ferro em relação a produção para consumo interno no Brasil. R. Liceu On-line, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 46-59, jan./jun. 2019.

VERGARA, Sylvia Constant. *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2003.