UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

ALEXANDRE IVAN MAIA

ANÁLISE DE RISCOS E PERIGOS RELACIONADOS A EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL:
MEDIDAS DE CONTROLE UTILIZANDO A NR-22

Florianópolis

2020

ALEXANDRE IVAN MAIA

ANÁLISE DE RISCOS E PERIGOS RELACIONADOS A EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL:
MEDIDAS DE CONTROLE UTILIZANDO A NR-22

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. José Humberto Dias de Toledo.

Florianópolis

2020

ALEXANDRE IVAN MAIA

ANÁLISE DE RISCOS E PERIGOS RELACIONADOS A EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL:
MEDIDAS DE CONTROLE UTILIZANDO A NR-22

Esta Monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho e aprovada em sua forma final pelo Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Florianópolis, 23 de Outubro de 2020.

_____

Orientador: Prof. José Humberto Dias de Toledo.

Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este Trabalho a minha familia que me incentivou, que me deram forças para chegar ao fim de mais uma jornada e conquista o título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por estar comigo me iluminando e dando força para seguir o meu caminho.

Agradeço ao meu Pai José e minha mãe Jussara, por estarem sempre me apoiando, me incentivando nas escolhas, me dando condições para que eu pudesse estudar e chegar aonde cheguei, me auxiliando na minha jornada, enfim, sou muito grato a eles pelos sacrifícios que fizeram por mim.

Agradeço a meu orientador Prof. José Humberto Dias de Toledo um exemplo de dedicação profissional, por ter aceitado dedicar parte do seu tempo ao desenvolvimento deste trabalho.

“Motivação é a arte de fazer as pessoas fazerem o que você quer que elas façam porque elas o querem fazer.” (Dwight Eisenhorwer).

RESUMO

A atividade de extração carvão mineral possui um grau de risco alto, sendo considerado um dos setores mais perigosos do mundo para saúde e segurança do trabalhador, e apesar da redução mundial do seu uso, ainda é considerada uma das maiores fontes de energia. O objetivo central do trabalho é analisar os perigos e riscos que envolvem o processo de extração de carvão mineral e a determinação dos controles. Propõe-se assim, apresentar com base em pesquisas os riscos que envolvem os trabalhadores nesta atividade de extração do carvão e estabelecer medidas de controle para os riscos com fundamentos na norma regulamentadora nº 22. Dentre os fatores de riscos identificados estão físicos, químicos, ergonômicos, biológicos e acidentes.

Palavras-chave: Perigo. Risco. Segurança. Carvão. Mineração. NR-22.

ABSTRACT

The activity of mining coal has a high degree of risk, being considered one of the most dangerous sectors in the world for the health and safety of workers, and despite the worldwide reduction in its use, it is still considered one of the greatest sources of energy. The main objective of the work is to analyze the dangers and risks involved in the mineral coal extraction process and the determination of controls. It proposes, therefore, to present, based on research, the risks that involve workers in this coal mining activity and to establish control measures for the risks based on regulatory standard nº 22. Among the identified risk factors are physical, chemical, ergonomic, biological and accidents.

Keywords: Danger. Risk. Safety. Coal. Mining. NR-22.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Reservas Mundiais de Carvão Mineral – 2007 (em milhões de toneladas) 16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites de tolerância para ruído Contínuo ou Intermitente.....29
Tabela 2 – Número de trabalhadores a serem amostrados em função do número de trabalhadores do Grupo Homogêneo de Exposição.....31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO 14
1.2 PROBLEMA E PESQUISA 14
1.3 OBJETIVOS 14
1.3.1 Objetivo Geral 14
1.3.2 Objetivos Específicos 14
1.4 JUSTIFICATIVA 14
1.5 METODOLOGIA 15
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 15
2 REFERENCIAL TEÓRICO 16
2.1 CARVÃO MINERAL 16
2.1.1 No Brasil 17
2.2 ENERGIA 17
2.3 EXTRAÇÃO 18
2.3.1 Lavra a céu aberto 18
2.3.2 Lavra subterrânea 19
2.4 TRANSPORTE 19
2.5 ACIDENTE 20
3 RISCOS 21
3.1 RISCOS FÍSICOS 21
3.1.1 Ruído: 21
3.1.2 Vibrações: 21
3.1.3 Calor: 22
3.1.4 Radiação Solar: 22
3.1.5 Umidade: 22
3.2 RISCOS QUÍMICOS 22
3.2.1 Pó de carvão: 22
3.2.2 Gases: 23
3.2.3 Fumos Metálicos: 23
3.2.4 Produtos químicos: 23
3.3 RISCOS BIOLÓGICOS 23
3.4 RISCOS ERGONÔMICOS 23

3.4.1 Posturas inadequadas: 23
3.4.2 Esforço físico excessivo: 24
3.4.3 Condições de trabalho: 24
3.5 RISCOS DE ACIDENTES 24
3.5.1 Máquinas e equipamentos: 24
3.5.2 Queda de rochas instáveis (chocos) em minas subterrâneas: 24
3.5.3 Queda de altura: 24
3.5.4 Pisos irregulares: 24
3.5.5 Desmoronamentos e quedas de blocos: 24
3.5.6 Choque Elétrico: 25
3.5.7 Iluminação irregular: 25
3.5.8 Vias de Acesso: 25
3.5.9 Desabamento: 25
3.5.10 Incêndio e Explosão: 25
4 MEDIDAS DE CONTROLE 26
4.1 CIPAMIN 26
4.2 PGR E PCMSO 27
4.2.1 PCMSO 27
4.2.2 PGR 28
4.3 RISCOS FISICOS 28
4.3.1 Ruído 28
4.3.2 Vibrações 29
4.3.3 Calor 30
4.3.3.1 Minas a céus aberto: 30
4.3.3.2 Minas subterrâneas: 30
4.3.4 Umidade 30
4.3.5 Gases 31
4.3.6 Pó de Carvão 31
4.3.7 Produtos químicos 32
4.4 RISCO BIOLÓGICO 32
4.5 RISCOS ERGONÔMICOS 33
4.5.1 Postura inadequada 33
4.5.1.1 Para máquinas, equipamentos e veículos consta as seguintes condições: 33
4.5.2 Esforço físico excessivo 33

4.5.3 Condições de trabalho **34**
4.6 RISCOS DE ACIDENTES 34
4.6.1 Máquinas e equipamentos **34**
4.6.2 Desmoronamentos e Queda de choco ou blocos instáveis **34**
4.6.3 Queda altura **35**
4.6.4 Pisos irregulares e vias de acesso **37**
4.6.5 Choque elétrico: **37**
4.6.6 Iluminação **38**
4.6.6.1 Em minas subterrâneas: 38
4.6.6.2 Em minas a céu aberto: 39
4.6.6.3 Iluminação individual: 39
4.6.7 Desabamento **39**
4.6.8 Risco de explosões e incêndio **40**
4.6.8.1 Prevenção contra incêndio: 40
4.6.8.2 Prevenção contra explosões: 41
5 SUGESTÃO **44**
REFERÊNCIAS **45**

1 INTRODUÇÃO

Na Primeira Revolução Industrial que ocorreu no século XVIII, o carvão era uma das principais fontes de energia sendo utilizado por máquinas movidas a vapor. O uso do carvão vem sofrendo uma diminuição tendo em vista que possuímos outras fontes de energia como o petróleo e o gás natural, porém, continua sendo a maior fonte geradora de energia elétrica de acordo com a International Energy Agency (IEA), responde a 40% da produção de energia elétrica no mundo em 2019 sem mantendo estável até 2024.

No Brasil, de acordo com DNPM (2014), o carvão extraído é utilizado nos seguintes setores: elétrico (81,1%), papel e celulose (4,9%), petroquímicos (3,3%), alimentos (2,9%), cerâmico (2,6%), metalurgia e cimento (1,3%) e outros (2,7%). A região Sul possui a maior concentração de carvão mineral no Brasil. As principais reservas de carvão já identificadas se encontram nos estados de: Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Bahia, e em quanto nos demais estados a produção do carvão é em menor quantidade (Marcos Lopes, 2017).

Apesar da importância social e econômica, a extração deste minério envolve riscos à segurança e saúde do trabalhador devido às condições do ambiente do trabalho. Durante as atividades extração do minério de carvão, o trabalhador está exposto a poeiras minerais, gases, ruídos, que prejudicam sua saúde ao longo do tempo, além de, está suscetível à acidentes que podem ser fatais devido a explosões, deslizamentos de rochas, incêndio.

A redução dos riscos pode ser obtida através da implementação de medidas de controle que visem tanto reduzir a possibilidade de ocorrência dos acidentes (ações preventivas) como as suas respectivas consequências (ações de proteção), garantindo um ambiente de trabalho mais seguro e o bem-estar dos trabalhadores.

As medidas de controle relacionadas a mineração podem ser encontradas na NR 22, que “tem como objetivo principal disciplinar os requisitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho em mineração, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento da atividade mineira com a busca permanente da segurança e saúde dos trabalhadores.”

1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Está pesquisa se delimita a análise de riscos à segurança e saúde de trabalhadores exercem atividades na extração de carvão mineral.

1.2 PROBLEMA E PESQUISA

Quais os riscos e perigos relacionados a extração de carvão mineral que o trabalhador se expõe ao realizar essa atividade? E, como a NR-22 pode ajudar na segurança do trabalhador reduzindo os tais riscos?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Identificar os perigos e riscos que envolvem o processo de extração de carvão mineral e a determinação dos controles.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos presentes neste trabalho são:

a) Pesquisar riscos decorrente da extração de carvão mineral;
b) Identificar os perigos presentes nessa atividade;
c) Avaliar esses riscos de acordo com os perigos;
d) Determinar controle de risco com base na NR22.

1.4 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa tem embasamento na segurança e bem-estar dos trabalhadores envolvidos nas atividades de extração do minério de carvão.

Mesmo com a tendência mundial de buscar a substituição do uso de fontes não renováveis, como o carvão mineral e o petróleo, por fontes alternativas de energia, o carvão mineral continua sendo umas das maiores fontes de energia do mundo, portanto, a segurança e a saúde dos trabalhadores nas minas devem-se manter o foco, ainda mais

por se considerado atividade de alto risco. É dever do Engenheiro de Segurança de Trabalho analisar os riscos presentes e implementar medidas de controle a garantir a segurança e o bem-estar dos trabalhadores envolvidos na mineração.

1.5 METODOLOGIA

O trabalho apresenta uma pesquisa de natureza básica, onde apresentará um conhecimento sem aplicação prática prevista. A abordagem da pesquisa será feita de forma qualitativa, coletando dados sobre os riscos (documentos, artigos, livros etc.), e analisando-os para determinação de um controle de risco. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, tendo em vista os procedimentos técnicos para o levantamento das informações e de acordo com Rauen (2018, p.62):

> As pesquisas bibliográficas seguem, em geral, a seguinte sequência. Definido o tema, procede-se ao levantamento das fontes bibliográficas mediante a sua identificação, localização e compilação. Em seguida, procede-se ao tratamento das informações, mediante leitura, análise e fichamento.

Do ponto de vista dos objetivos trata-se de uma pesquisa exploratória.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo foi organizado por 5 capítulos:

No primeiro capítulo será apresentado uma introdução com a finalidade apresentar e contextualizar o tema e problema de pesquisa, assim como apresentar os objetivos, justificativa, procedimentos metodológicos e descrição da estrutura do trabalho.

No capítulo dois, constituído pelo referencial teórico descrevendo o tema.

No capítulo três, será abordado os levantamentos riscos e análise.

No capítulo quatro, demonstrará o que se deve fazer para controlar os riscos com base na NR 22.

No quinto capítulo, encerra-se com a apresentação com a considerações finais da pesquisa realizada.

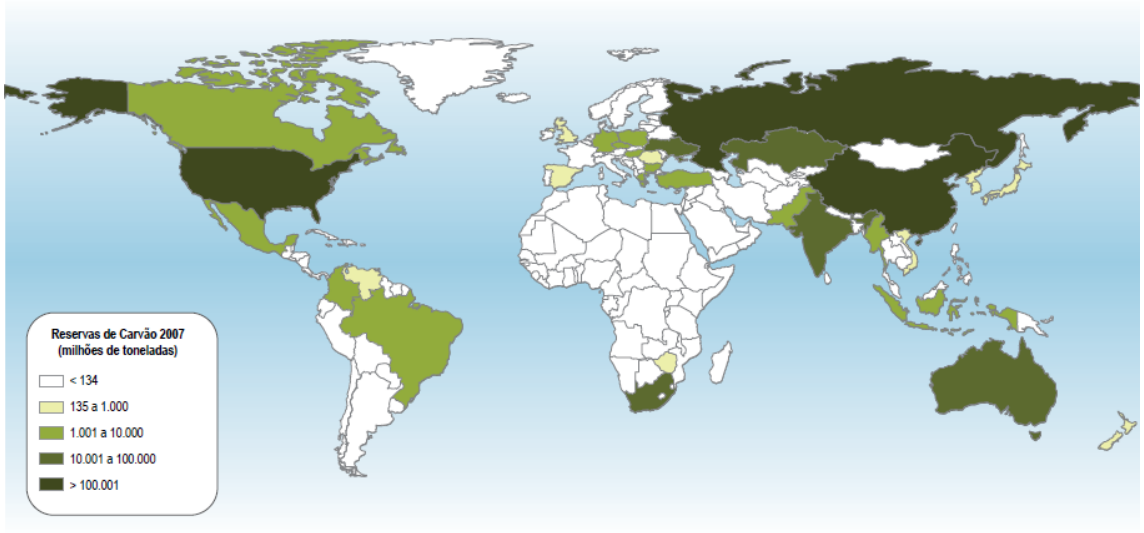
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARVÃO MINERAL

O carvão é um mineral não renovável**,** formado a partir da decomposição de componentes orgânicos sólido durante milhares de anos, sob determinadas condições de pressão e temperatura. Esse combustível fóssil possui estágios de produção que determinam a sua qualidade com base na quantidade e tipo de carbono que contem na sua composição, segundo o Atlas da Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2005), é classificado em: turfa, de baixo conteúdo carbonífero, constitui um dos primeiros estágios do carvão, com teor de carbono na ordem de 45%; o linhito, apresenta um índice que varia de 60% a 75%; o carvão betuminoso (hulha), mais utilizado como combustível, contém cerca de 75% a 85% de carbono, e o mais puro dos carvões; o antracito, apresenta um conteúdo carbonífero superior a 90%.

Possui a maior reserva de combustível natural do mundo com aproximadamente 847,5 bilhões de toneladas, quantidade suficiente para manter a produção atual de carvão por um período aproximado de 130 anos. As reservas de carvão estão bem distribuídas pelo mundo, sendo 75 países que possuem reservas expressivas, a maior parte se encontra no norte do hemisfério e, 60% do volume total se concentra nos Estados Unidos, Rússia e China, como aponta os dados do Atlas da Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2008).

Figura 1 – Reservas Mundiais de Carvão Mineral – 2007 (em milhões de toneladas)



Fonte: ANEEL, 2008.

2.1.1 No Brasil

A região Sul possui a maior concentração de carvão mineral no Brasil. As principais reservas de carvão já identificadas se encontram nos estados de: Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Bahia, e em quanto nos demais estados a produção do carvão é em menor quantidade (Marcos Lopes, 2017).

Do volume de reservas, o Rio Grande do Sul responde por 89,25%; Santa Catarina, 10,41%; Paraná, 0,32% e São Paulo, 0,02%. Somente a Jazida de Candiota (RS) possui 38% de todo o carvão nacional, as reservas brasileiras ocupam o 10º lugar no ranking mundial, mas totalizam 7 bilhões de toneladas, correspondendo a menos de 1% das reservas totais como aponta Atlas da Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2008).

2.2 ENERGIA

Carvão foi uma das primeiras fontes de energia usadas pelo homem. No período da Revolução Industrial entre os séculos XVIII e XIX, o carvão passou a ser utilizado em grande escala pelos países devido as máquinas movidas a vapor, com o passar do tempo, o carvão vem sofrendo uma queda no seu uso devido outras fontes de energia, como o petróleo e o gás natural, porém, continua sendo a maior fonte geradora de energia elétrica de acordo com a International Energy Agency (IEA), responde a 40% da produção de energia elétrica no mundo em 2019 sem mantendo estável até 2024.

No Brasil, de acordo com DNPM (2014), o carvão extraído é utilizado nos seguintes setores: elétrico (81,1%), papel e celulose (4,9%), petroquímicos (3,3%), alimentos (2,9%), cerâmico (2,6%), metalurgia e cimento (1,3%) e outros (2,7%). Por carvão nacional ser um minério pobre em relação ao ponto de vista energético e possui um alto teor de impurezas dificultando seu transporte a longas distancias, com isso, as termelétricas a carvão situam-se nas proximidades na boca da mina e utilização do minério é feita sem beneficiamento.

Apesar do uso mais restrito do carvão, por ser considerado pobre, existe pesquisas que preveem uma expansão na utilização do carvão nacional, de acordo com Atlas da Energia Elétrica do Brasil (Aneel, 2008):

> Ao projetar a diversificação da matriz nacional, o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (PDEE 2006/2015 – MME/EPE, 2006) prevê a expansão da utilização do carvão. Tanto que o Governo Federal destinou R$ 58 milhões do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) a essas usinas. Dois empreendimentos já se encontram em construção e devem entrar em operação até 2010 na região Sul: Jacuí e Candiota III, cada um com potência de 350 MW. Além disso, em julho de 2008 outros cinco projetos, com potência total de 3.148 MW, se encontravam em fase de estudos de viabilização técnico-econômica e socioambiental, segundo registra o Plano Nacional de Energia 2030.

Além de, o desenvolvimento de tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono que ajudará a reduzir as emissões globais de CO2 do carvão, permitindo energia acessível para o desenvolvimento socioeconômico de um país. (World Coal Association, 2018?)

2.3 EXTRAÇÃO

Existem dois métodos de fazer a extração do carvão: lavra a céu aberto ou lavra subterrânea. A escolha de um dos dois métodos depende das condições que o deposito do minério se encontra, ou seja, pela altura e o tipo de solo da mina. Se a camada do deposito é rasa ou o solo não é apropriado a perfurações, a opção é a mineração a céu aberto, se pelo contrário, o mineral está em camadas profundas ou se apresenta como veios de rocha, a extração é subterrânea através de tuneis. Todavia, de acordo com o World Coal Institute (WCI, 2005), 60% da oferta mundial de carvão mineral é extraída por meio da mineração subterrânea. No Brasil, a maior parte é explorada a céu aberto de acordo com Atlas da Energia Elétrica do Brasil (Aneel, 2008).

2.3.1 Lavra a céu aberto

De acordo com World Coal Association (WCA, 201-?), a mineração a céu aberto só é economicamente vantajosa, quando a camada do carvão se encontra na superfície da jazida. Este método possui uma recuperação maior da jazida de carvão (aproximadamente 90% ou mais) em relação a subterrânea. A mina pode ocupar extensas áreas exigindo o uso de equipamentos muito grandes, como linhas de arrasto, pás mecânicas, caminhões grandes, escavadeiras e correias transportadoras.

O processo consiste na remoção da camada de solo árido por caminhões e escavadeiras e a quebra de rochas através de explosivos. Em seguida, é removido pelas escavadeiras ou pás

mecânicas. Uma vez que a camada de carvão é exposta, ela é perfurada, fraturada e sistematicamente extraída em tiras. O carvão é então carregado em caminhões grandes ou esteiras para o local onde será beneficiado.

2.3.2 Lavra subterrânea

De acordo com o Plano Nacional de Energia 2030 (2007) a mineração subterrânea, possui dois métodos: câmara e pilares (room-and-pillar); e frente larga (longwall).

O primeiro método câmara e pilares (room-and-pillar), o carvão é extraído de maneira que formam câmaras, e os seus pilares são formados pelo próprio mineral sustentando o telhado da mina. As câmaras normalmente têm de 5 a 10 metros de largura e os pilares, 30 metros de extensão. Utiliza-se esteiras para levar o carvão até a superfície. Assim que a mineração começa a chegar no limite da jazida, inicia-se o processo de retirada da mina, que consiste na retirada dos pilares constituídos por carvão, soterrando-a e por fim abandonando-a.

O segundo método frentelarga (longwall), envolve a extração total do carvão de uma seção da cobertura ou da frente (larga) utilizando cortadeiras mecânicas. A frente do depósito do mineral varia de 100 a 350 metros e o teto é temporariamente sustendo por macacos hidráulicos enquanto é feito a extração do carvão. Quando está totalmente extraído o carvão da área, permite-se que o teto da mina desmorone, e então, a mina é abandonada. O longwall é muito intensivo em capital, porém é o método de maior produtividade no mundo.

2.4 TRANSPORTE

O método de transporte do carvão depende muito da distância que será transportado, para curtas distancias, utiliza-se esteiras por ser mais eficiente. Para longas distancias, caminhões, barcas e trens. O carvão também pode ser transportado através de dutos, misturando-o com água e formando uma lama.

Segundo Atlas da Energia Elétrica do Brasil (Aneel, 2008), apenas são transportados os tipos de carvão que apresenta baixo teor de impurezas, os demais são utilizados no nas proximidades do local – geralmente são construídas termelétricas próximas para que sejam abastecidas com esse tipo de carvão –.

2.5 ACIDENTE

De acordo com o art. 19, da Lei 8.213/91:

> Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Doenças ocupacionais e profissionais também são considerados acidentes de trabalho segundo art. 20, da Lei 8.213/91, como mostra a seguir:

I - Doença profissional, assim entendida a produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da respectiva relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social;

II - Doença do trabalho, assim entendida a adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, constante da relação mencionada no inciso I.

Todo o acidente de trabalho deve ser notificado, mesmo os menos triviais ou que não houve consequências, para que possa ser investigado de modo que seja avaliado a situação e entender o que pode causado o acidente. A análise é fundamental para evitar que ocorra novamente ou que possa trazer uma consequência pior. Sabendo da causa, é possível criar medidas de proteção e prevenção do acidente.

Os acidentes de trabalho ocorrem, geralmente, por dois fatores, as quais são o de ato inseguro, quando o trabalhador se coloca em risco, mesmo estando ciente ou não das consequências e condição insegura, quando o ambiente de trabalho apresenta perigo ao trabalhador.

3 RISCOS

Apesar da importância social e econômica que o carvão mineral tem para um país, a atividade de mineração é considerada a mais perigoso do mundo segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT). O fato de apresentar um grau de risco alto (grau 4), demonstra a importância da adequação ao meio ambiente de trabalho na extração, e para isso, o Brasil apresenta normas reguladoras que especificam limite e planejamentos para redução de riscos e possibilidades de acidentes, especificamente a NR22 que é responsável por estabelecer o requisitos e procedimentos para o setor mineral.

Durante as atividades extração do minério de carvão, o trabalhador está exposto a diversos riscos que afetam a sua segurança e saúde, sendo eles: físicos; ergonômicos; químicos e acidente. Através de pesquisas é demonstrando os fatores de riscos que envolvem essa atividade de mineração.

3.1 RISCOS FÍSICOS

3.1.1 Ruído:

É um dos fatores de risco que está mais presente no setor mineral, isso decorre devido as atividades de mineração, como perfuração (manual ou mecanizada), britagem ou moagem, compressores e os barulhos causados pelo maquinário que é utilizado na atividade de mineração.

Exposição a níveis elevados a esses ruídos pode causar de acordo com Santo & Armando (2016) perdas auditivas, distúrbios do sono e alterações psicológicas (dificuldades de concentração, irritabilidade, depressão etc.).

3.1.2 Vibrações:

Um fator de risco que também é comum em atividades de mineração, causado pela utilização de maquinários grandes como tratores, carregadeiras, jumbos e caminhões, e no uso de ferramentas manuais como marteletes pneumáticos e lixadeiras.

A exposição prologando as vibrações pode causar sérios danos à saúde do trabalhador dependendo do ponto onde está sendo afetado pelas vibrações (corpo inteiro, mãos e braços), podendo acarreta problemas como doenças vasculares, neurológicas, lesões musculares e pode

levar até a Síndrome de Raynaud, mais conhecida como doenças dos “dedos brancos” (ANAMT, 2018).

3.1.3 Calor:

Causado por muito trabalhadores em um mesmo espaço, equipamentos ligados, umidade do ar e do funcionamento do sistema de ventilação em minas subterrâneas, já em minas a céu a aberto, e causado devido a exposição a luz solar, atividades físicas, proximidade com motores quentes e temperatura do ar. Tanto o calor causado em minas subterrâneas e a céu aberto podem causar estresse térmico, hipertermia, desidratação e esgotamento (EHS, 201-?).

3.1.4 Radiação Solar:

Presente em mineração a céu aberto, devido a exposição solar, podendo causar ao trabalhador doenças como fotoenvelhecimento, ceratoses actínicas e cânceres de pele (MANUAL MSD, 2019), em uma exposição prolongada a esse risco.

3.1.5 Umidade:

Em lavras a céu aberto, ocorre em operações de perfuração onde se utiliza água, usinas de beneficiamento e, em lavras subterrâneas, por percolação de água do solo.

3.2 RISCOS QUÍMICOS

3.2.1 Pó de carvão:

Um dos problemas mais comum nas minas de carvão, encontrado durante perfurações, carregamento e tombamento de minério, britagem e moagem de rochas ou minério e durante as detonações. A exposição com mais intensidade a poeira de carvão ocorre em minas subterrâneas provocando uma doença no trabalhador chamada de Pneumoconiose dos Carvoeiros ou Doença do “Pulmão Negro” e contribui para a ocorrência de doenças crônicas das vias aéreas (MANUAL MSD, 2018).

Em alguns casos pode ocorrer a exposição de poeira mista, composta de poeira de carvão e outras substâncias contaminantes como a sílica, tornando a exposição mais grave por

conter mais de um tipo de poeira, tornando a doença mais intensa e grave (CASTILHOS; NEUMANN; BEZERRA, 2008).

3.2.2 Gases:

Durante os processos de trabalho na mina, ocorre a liberação de gases tóxicos prejudicais a saúde do trabalhador como: explosões de rochas (gases nitrosos) e no sistema de exaustão em minas subterrâneas (monóxido e dióxido de carbono, entre outros). Um dos gases com alta relevância é o metano (principalmente em minas subterrâneas), apesar de não ser tóxico é altamente inflamável, colocando trabalhador em risco de incêndio e explosão.

3.2.3 Fumos Metálicos:

Presentes nas atividades de beneficiamento (moagem, britagem e fundição) e nas atividades de solda e corte.

3.2.4 Produtos químicos:

Os produtos químicos podem estar presentes na manutenção geral (equipamentos, máquinas, ferramentas, entre outros) a qual fazem o uso de produtos que compõe graxas, óleos e solventes.

3.3 RISCOS BIOLÓGICOS

Exposição a fungos, bactérias e outros parasitas, decorrentes das condições precária de higiene, tais como: falta de limpeza dos locais de trabalho, de sanitários e vestiários.

3.4 RISCOS ERGONÔMICOS

3.4.1 Posturas inadequadas:

Percurso de galerias muito baixas e abatimento manual de chocos em minas subterrâneas, trabalhos sobre minério desmontado, trabalhos sobre máquinas, e assentos inadequados de equipamentos.

3.4.2 Esforço físico excessivo:

Devido a longos percursos a pé, uso de escadas de extensão grande, quebra manual de rochas e abatimento manual de chocos – são blocos de rochas instáveis, manuseio de pás, uso e transporte de ferramentas pesadas (marteletes, brocas integrais, hastes de abatimento de chocos) e movimentação manual de vagonetas.

3.4.3 Condições de trabalho:

Ritmos e jornadas de trabalho excessivos, monotonia e a repetitividade trabalho, e a prorrogação de jornada (horas extras).

3.5 RISCOS DE ACIDENTES

3.5.1 Máquinas e equipamentos:

Falta de proteção, por exemplo correias transportadoras, polias, guinchos etc.

3.5.2 Queda de rochas instáveis (chocos) em minas subterrâneas:

Provém da situação que se encontra a estabilidade do maciço rochoso, do sistema de contenção adotado e de sua manutenção.

3.5.3 Queda de altura:

Trabalhos em bancadas altas, passarelas, escadas.

3.5.4 Pisos irregulares:

Obstáculos em que possibilita os trabalhadores de esbarrarem com os pés.

3.5.5 Desmoronamentos e quedas de blocos:

Mais comum em minas de subterrâneas, mas ocorre também em minas a céu aberto devido aos taludes.

3.5.6 Choque Elétrico:

Fiação elétrica, disjuntores e transformadores sem proteção; negligência na supervisão e manutenção e falta de sinalização.

3.5.7 Iluminação irregular:

Dificultando a visão, proporcionando esbarrões e dificultando a identificação dos chocos (rochas instáveis) em minas subterrâneas.

3.5.8 Vias de Acesso:

Falta de proteção de aberturas dos locais de transferência e tombamento de minério, escadas irregulares, passarelas improvisadas sem guarda-corpo e corrimão.

3.5.9 Desabamento:

Em minas subterrâneas, dependendo das condições que estiverem os pilares das galerias – podendo ocorrer o colapso dos pilares –.

3.5.10 Incêndio e Explosão:

Em decorrência de atrito nas correias; concentração explosiva de poeiras (carvão); equipamentos de soldas e curtos-circuitos; uso de madeiras em escoramentos; depósitos de explosivos com ventilação e iluminação irregulares, armazenamento de explosivos negligenciados (explosivos em excesso, vencidos e armazenados com outros acessórios), sinalização inadequada e explosivos e acessórios depositados em subsolo próximo a vias de ventilação e de trânsito de equipamentos e pessoas; fumos em subsolo, principalmente nas atividades de manuseio de explosivos; resíduos de explosivos esquecidos nas lavras e lixos no interior das minas subterrâneas.

4 MEDIDAS DE CONTROLE

Como já mencionado, a extração de carvão mineral possui muitas atividades com riscos que afetam a saúde e segurança do trabalhador e, para diminuir as chances ou evitar a ocorrência desses acidentes aos trabalhadores nas minas, foi criado a Norma Regulamentadora - 22 (NR-22) voltada a Saúde e Segurança Ocupacional na Mineração, que tem como objetivo: "... disciplinar os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento da atividade mineira com a busca permanente da segurança e saúde dos trabalhadores.".

Essa Norma é aplicável as minas subterrâneas, as minas a céu aberto, garimpos (no que se encaixar), beneficiamentos minerais e na pesquisa mineral, e com base nesta Norma, será determinados os controles dos riscos na extração de carvão mineral já preestabelecidos.

4.1 CIPAMIN

A norma determina que empresa de mineração que admitam trabalhadores como empregados devem organizar o CIPAMIN – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes na Mineração, que é uma CIPA da mineração, de acordo com que a NR-22 estabelece, mantendo em regular funcionamento em cada estabelecimento.

A CIPAMIN será composta por membros em que:

- Represente o empregador;
- Represente os empregados e,
- Represente seus respectivos suplentes.

Além de que, a proporção mínima de membros é de acordo com que constar no Quadro III, anexo. Para determinar os membros do CIPAMIN é feito uma eleição seguindo os procedimentos da Norma Regulamentadora nº 5 – CIPA (NR-5) e respeitando os critérios de composição de membros que representem os setores que ofereçam maior risco ou que apresentem maior número de acidentes do trabalho.

A CIPAMIN terá as seguintes atribuições estabelecidos na norma:

- Elaborar Mapa de Risco, com base na NR-5 e junto com o SEMST (se houver);
- Analisar e discutir os acidentes de trabalho ocorridos e doenças profissionais que surgiram. Solicitar medidas de correção e prevenção para os trabalhadores;
- Acompanhar as medidas de prevenção estabelecidas no Cronograma de Ações do PGR e do PCMSO;

- Participar das inspeções periódicas de segurança no ambiente do trabalho programadas pela empresa ou SESMT (quando houver), seguindo cronograma negociado com o empregador;
- Negociar no ambiente de trabalho de suas representações formas de recomendar e solicitar medidas de controle ao empregador;
- Realizar reuniões mensais em local apropriado e durante horário normal de trabalho, obedecendo ao calendário anual, com lavratura atas e nos termos da NR-5;
- Realizar reuniões extraordinárias quando da ocorrência de acidentes de trabalho fatais ou que resultem em lesões graves. As reuniões são realizadas com o prazo máximo de 48h após a ocorrência;
- Quando haver novos projetos ou alterações significativas no ambiente ou no processo de trabalho, requer do SESMT (se houver) ou do empregador, conhecimento prévio do impacto à segurança e à saúde dos trabalhadores, revisando o Mapa de Risco elaborado;
- Solicitar a empresa as cópias das CAT's emitidas;
- Apresentar aos trabalhadores os seus objetivos, atribuições e responsabilidades durante seu treinamento admissional e,
- Realizar anualmente a SIPATMIN (Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho na Mineração), com divulgação dos resultados das ações implantadas pela CIPAMIN.

4.2 PGR E PCMSO

A NR-22 estabelece que a Empresa é responsável por elaborar e implementar o Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional – PCMSO e o Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR, além de que, ao implementar o PGR ficará isento de elaborar um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA.

4.2.1 PCMSO

Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional – PCMSO, tem o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores, deve-se usar os parâmetros designados na NR-7.

4.2.2 PGR

Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR, deve conter as informações das análises dos riscos e propondo medidas de controle para reduzir ou eliminar os riscos identificados e, considerando os níveis de ação acima dos quais devem ser desenvolvidas ações preventivas, de forma a minimizar a probabilidade de ultrapassagem dos limites de exposição ocupacional.

A NR-22 determina algumas definições em relação aos níveis de controle, como citado no item 22.3.7.1.2, alíneas “a”, “b” e “c”:

a) “limites de exposição ocupacional são os valores de limites de tolerância previstos na Norma Regulamentadora n.º 15 ou, na ausência destes valores limites de exposição ocupacional adotados pela American Conference of Governamental Industrial Higyenists - ACGIH ou valores que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva, desde que mais rigorosos que os acima mencionados;”
b) “níveis de ação para agentes químicos são os valores de concentração ambiental correspondentes à metade dos limites de exposição, conforme definidos na alínea “a” anterior e”
c) “níveis de ação para ruído são os valores correspondentes a dose de zero vírgula cinco (dose superior a cinqüenta por cento), conforme critério estabelecido na Norma Regulamentadora n.º 15, Anexo I, item 6.”

4.3 RISCOS FISICOS

4.3.1 Ruído

Para o ruído a norma estabelece para o PGR, no item 22.3.7.1.2, alínea “c”, em que o nível de ação (valor a qual devem ser iniciadas ações preventivas) corresponde a dose maior que 0,5 (acima de 50%), utilizando-o os critérios da NR-15, Anexo I, item 6 para determinar a dose.

– Item 6: “Se durante a jornada de trabalho ocorrerem dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados, de forma que, se a soma das seguintes frações:

$$\frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} \quad _____ \quad + \frac{Cn}{Tn}$$

exceder a unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância”.

Onde,

Cn - indica o tempo total que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico

Tn - indica a máxima exposição diária permissível a este nível, segundo a Tabela 1

Tabela 1 – Limites de tolerância para ruído Contínuo ou Intermitente

NÍVEL DE RUÍDO DB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: Anexo I - Norma Regulamentadora nº 15.

4.3.2 Vibrações

Para diminuir os efeitos das vibrações emitidas para os trabalhadores através de máquinas e equipamentos pesados, a norma indica que:

- Devem possuir cadeira confortável e
- Estar bem fixada.

Para operações de furos com marteletes pneumáticos está proibido o uso apenas das mãos, deve-se usar um dispositivo adequado para firmar a haste.

4.3.3 Calor

4.3.3.1 Minas a céus aberto:

Para que seja reduzido o calor a qual os trabalhadores estão expostos em minas a céu aberto, é estipulado as seguintes condições:

- Em atividades que envolvem máquinas e equipamentos, devem possuir proteção para o trabalhador contra exposição ao sol e chuva.

4.3.3.2 Minas subterrâneas:

- Devem dispor de sistema de ventilação mecânica que ajudará na redução de calor com as seguintes condições:
  - Renovação do ar continuamente;
  - Suprimento de oxigênio, principalmente em locais onde pessoas estiverem transitando ou trabalhando;
  - Uma vazão mínima de ar necessária para cada frente de trabalho;
  - Manter a temperatura e umidade adequadas ao trabalho humano e,
  - Devem ser observados os níveis de ação para implantação de medidas preventivas, com base na NR-22.
- Atividades que envolvem motores movidos a óleo diesel, devem possuir:
  - Um sistema de ventilação eficaz em todos os lugares de seu funcionamento;
  - Sistemas de filtragem do ar aspirado pelo motor, com sistemas de resfriamento e de lavagem de gás de exaustão ou catalisador.

4.3.4 Umidade

Contra a umidade é determinado que:

- Os equipamentos de proteção individual - EPI de uso obrigatório para os trabalhadores, observando as informações mínimas incluídas na NR-6;
- Para galerias das minas subterrâneas e superfícies de trabalho devem ser adequadamente drenadas e,
- Um sistema de ventilação que mantem uma umidade ideal para o trabalhador exercer sua função.

4.3.5 Gases

Para evitar que os gases causem problemas para saúde e segurança do trabalhador na mina subterrânea, o sistema de ventilação da mina deve possuir procedimentos ou dispositivos que:

- Impeçam que os gases de combustão gerados por causa de incêndio na superfície adentrem no seu interior e,
- Possibilitem que os gases gerados em seu interior em virtude de incêndio não sejam carregados para a frente de trabalho ou sejam adequadamente diluídos.

4.3.6 Pó de Carvão

As medidas de controle para pó de carvão gerado nas minas, consiste nos seguintes procedimentos:

- Deve ser feito um monitoramento periódico da exposição dos trabalhadores, registrando os dados obtidos e comparando com a mínima da Tabela 2, retirada da NR-22. O monitoramento é feito através de grupos que estão no mesmo nível de exposição e das medidas de controle já adotadas;
- Deve estar disponível água em disposição para o uso em toda mina, com a finalidade de controlar a geração de poeiras nos postos de trabalho, onde rocha ou minério estiver sendo perfurado, cortado, detonado, carregado, descarregado ou transportado;
- Os equipamentos que gerem poeira causando a exposição dos trabalhadores, devem utilizar dispositivos para reduzir ou eliminar a produção de poeira e ser mantidos em condições operacionais de uso.

A empresa, ficará responsável por fazer o monitoramento em locais onde haja geração de poeiras na superfície ou no subsolo.

Tabela 2 – Número de trabalhadores a serem amostrados em função do número de trabalhadores do Grupo Homogêneo de Exposição.

N*	**n**
8	7
9	8
10	9
11-12	10

13-14	11
15-17	12
18-20	13
21-24	14
25-29	15
30-37	16
38-49	17
50	18
ACIMA DE 50	22

Fonte: Quadro I – Norma Regulamentadora nº 22

Onde,

N = número de trabalhadores do Grupo Homogêneo de Exposição
n = número de trabalhadores a serem amostrados
* se N menor ou igual a 7, n = N

4.3.7 Produtos químicos

Assim como o ruído, a norma estabelece para o PGR que os "níveis de ação para agentes químicos são os valores de concentração ambiental correspondentes à metade dos limites de exposição", previstos na norma regulamentadora nº 15.

4.4 RISCO BIOLÓGICO

Para diminuir ou até eliminar o risco de o trabalhador pegar algum tipo de contaminação, a empresa deve manter:

- As instalações sanitárias tratadas e higienizadas com propósito de satisfazer as necessidades fisiológicas, próximas aos locais e frentes de trabalho;
- No subsolo no final de cada turno de trabalho os recipientes coletores dos dejetos gerados deverão ser removidos para a superfície, onde será levado ao local de despejo adequado, respeitando as normas de higiene e saúde e a legislação ambiental vigente.

Deve se utilizar a Norma Regulamentadora n.º 24 para estabelecer as condições de conforto e higiene nos locais de trabalho nas minas.

4.5 RISCOS ERGONÔMICOS

4.5.1 Postura inadequada

Com o intuito de melhorar o ambiente de trabalho trazendo mais conforto ao trabalhador, a empresa deve adotar medidas necessárias para que:

- Os locais de trabalho apresentem condições adequadas de forma que os trabalhadores possam desempenhar as funções que lhes forem designadas, eliminando ou reduzindo ao mínimo, os riscos para sua segurança e saúde;
- Os postos de trabalho sejam projetados e instalados segundo princípios ergonômicos e,
- As galerias devem ser construídas e projetadas de maneira que certifiquem uma posição confortável e de segurança para os trabalhadores que transitam com máquinas e equipamentos em operação além de, impedir o contato acidental com o teto e paredes.

4.5.1.1 Para máquinas, equipamentos e veículos consta as seguintes condições:

- Os veículos que transportam os trabalhadores por todas as áreas da mina devem possuir, assento com encosto, cinto de segurança, proteção contra intempéries ou contato acidental com tetos das galerias e escada para embarque e desembarque;
- Veículos de transporte para deslocamento de pessoal, diretamente ou através de empresas idôneas, deverá garantir condições de comodidade, conforto e segurança aos trabalhadores;
- É proibido utilizar máquinas e equipamentos como plataforma de trabalho, quando esses não tenham sido adequadamente projetados, construídos ou adaptados com segurança para esse objetivo, e sem autorização de um profissional competente para seu funcionamento.

4.5.2 Esforço físico excessivo

A norma proíbe o transporte de material através da movimentação manual de vagonetas, mas é permitida em operações de manobra, desde que:

- Uma distância não superior a 50 metros e em inclinação inferior 0,5% e, a força exercida pelos trabalhadores não comprometa sua saúde e segurança.

As hastes de abater choco devem possuir as seguintes medidas:

- Ergonomicamente compatíveis com o trabalho a ser realizado;
- Possuir comprimento e resistência suficientes e,
- Peso o menor possível para não gerar sobrecarga muscular excessiva.

4.5.3 Condições de trabalho

A NR-22 não fala diretamente como deve ser feita a rotina, jornada ou ritmos de trabalho, mas cita que a PGR deve ter os aspectos relacionados a ergonomia e organização do trabalho. E como a norma não aborda diretamente sobre essas condições, utiliza-se a norma regulamentadora nº 17 – Ergonomia.

4.6 RISCOS DE ACIDENTES

4.6.1 Máquinas e equipamentos

As máquinas e equipamentos em operação devem ter dispositivo de desligamento e acionamento instalados de modo que:

- O dispositivo seja acionado ou desligado pelo operador na posição em que está trabalhando;
- Não fique localizado em uma área de risco na máquina ou equipamento que possa prejudicar a segurança do operador;
- Em caso de emergência, possa ser acionado ou desligado por outra pessoa e não o operador e,
- De maneira alguma o dispositivo possa ser acionado ou desligado acidentalmente pelo operador ou de qualquer outra forma.

4.6.2 Desmoronamentos e Queda de choco ou blocos instáveis

Para evitar incidentes com desmoronamentos ou queda de choco, a empresa deve controlar a estabilidade do maciço, através de procedimento técnicos (observando critérios de engenharia), além dos seguintes processos:

- Manter em boas condições o teto e as paredes dos locais de trabalho e de circulação de pessoal;
- Monitorar o movimento dos estratos (camadas de rochas);
- Monitorar e controlar as bancadas e taludes das minas a céu aberto;
- Verificar a situação da estabilidade das áreas anteriormente exploradas;
- Verificar se os maciços possuem fatores que possam mudar as condições de sua estabilidade, em especial água, gases, rochas alteradas, falhas e fraturas e,
- Verificar a verticalidade das torres dos poços por meio de medições topográficas, em um período de mínimo de 6 meses.

Em caso onde os resultados das avaliações das condições geotécnicas e geomecânicas da estabilidade do maciço, apontarem um potencial de instabilidade, as atividades deverão ser imediatamente paralisadas com afastamento dos trabalhadores da área de risco, para que sejam adotadas medidas corretivas, sob acompanhamento e por um pessoal qualificado.

Em caso de confirmar a existência de chocos ou blocos instáveis estes devem ter sua área de influência isolada para a segurança dos trabalhadores até que sejam tratados ou abatidos imediatamente.

Em caso onde as cristas da bancada superior apresentar risco de queda, é obrigatório a estabilização ou remoção, até que fique com uma distância segura para os trabalhadores.

Observação:

- O abatimento de chocos ou blocos instáveis e realizado por trabalhador qualificado, utilizando um dispositivo adequado para a atividade, que deverá estar disponível em todas as frentes de trabalho.

4.6.3 Queda altura

A norma estabelece algumas condições que a empresa deve tomar, a fim de aumentar a segurança do trabalhador ao exercer alguma função em altura, e para isso, as seguintes atividades, locais e equipamentos devem possuir:

Para passarelas com inclinação superior a 15° e altura maior que 2 metros:

- Rodapé de 20 centímetros;
- Guarda-corpo com tela com altura de até 40 centímetros do rodapé em toda sua extensão ou
- Outro sistema que impeça a queda do trabalhador.

Para trabalhos em telhados:

- Será somente executado com o uso de cinto de segurança tipo “pára-quedista” afixado em cabo-guia ou
- Outro sistema adequado de proteção contra quedas;
- Superfície inclinada, com risco de queda de 2 metros, obrigatório uso do cinto de segurança, adequadamente fixado.

Beneficiamento:

- Trabalho manual que ajuda na alimentação por gravidade de britadores, outros equipamentos ou locais com risco de queda, uso obrigatório do cinto de segurança firmemente fixado;
- Sinalização e proteção adequada para áreas de circulação de pessoas nos locais que possuem risco de queda de material ou pessoas ou contato com parte moveis.

Posto de trabalho:

- Todo Posto de trabalho que possuir a frente de trabalho com altura maior que 2 metros ou conformação do piso não possibilite a segurança necessária, sempre utilizar plataformas moveis.

Plataformas Moveis:

- Piso antiderrapante (mínimo 1 metro de largura);
- Rodapé de 20 centímetros de altura e
- Guarda-corpo;

Escadas fixadas para meios de acesso com inclinação entre 20° e 50° com a horizontal:

- Degraus e lances uniformes;
- Espelhos com altura entre 18 e 20 centímetros;
- Distância vertical entre planos ou lances no máximo de 3 metros e 60 centímetros;
- Guarda-corpo resistente e com uma altura entre 90 centímetro e 1 metro e,
- Piso com antiderrapante.

Escadas de mão para meios de acesso com inclinação superior a 50° com a horizontal:

- Rigidez e se fixa de modo seguro, reduzindo ao mínimo os riscos de queda;
- Desimpedido de elementos soltos ou quebrados;
- Distância entre degraus entre 25 e 30 centímetros;
- Espaçamento entre o degrau e a parede ou outra obstrução atrás da escada, no mínimo de 10 centímetros, para proporcionar maior segurança no apoio dos pés;

- Instalação de plataforma de descanso com no mínimo 60 centímetros por 1 metro e 20 centímetros, mantendo uma distância de, no máximo, 7 metros da abertura o suficiente para permitir a passagem dos trabalhadores;
- A plataforma de descanso deve ultrapassar em pelo menos 1 metro.

Observações para escada de mão:

- Passou de 60° de inclinação, deverá ser equipado com gaiola de proteção a partir de 2 metros do piso ou outro dispositivo de proteção contra quedas;
- Instalação em poços com passagem de pessoas, a escada deve possuir lances consecutivos com eixos diferentes, distanciados, no mínimo, de 60 centímetros.

4.6.4 Pisos irregulares e vias de acesso

Para evitar algum tipo de acidente em vias de circulação de pessoas, a empresa deverá sinalizar, desobstruir e proteger contra queda de material e manter em boas condições de segurança e trânsito as vias.

4.6.5 Choque elétrico:

Para melhorar a segurança dos trabalhadores as instalações e serviços de eletricidade devem:

- Possuir um planejamento adequado, de forma a permitir um segurança na distribuição de energia e isolamento;
- Possuir uma proteção eficaz contra fugas de corrente, curtos-circuitos, choques elétricos e outros riscos decorrentes do uso de energia elétrica;
- Os cabos e condutores de alimentação devem possuir selo do INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial;
- No subsolo, os cabos e linhas elétricas, devem ser organizados de forma que não sejam danificados por qualquer meio de transporte, lançamento de fragmentos de rochas ou pelo próprio peso.

Em locais de transformadores que possuírem terminais energizados:

- Devem ser isolados fisicamente por barreiras ou outros meios físicos, a fim de evitar contatos acidentais.

Em locais em contato com água:

- Devem ser planejadas, executadas e mantidas, principalmente, com muita atenção quanto à blindagem, estanqueidade, isolamento, aterramento e proteção contra falhas elétricas.

Em serviços de manutenção ou reparo de sistemas elétricos:

- Só devem ser executados com o equipamento desligado, etiquetado, bloqueado e aterrado, aberto a exceção se:
    - Utilizadas técnicas adequadas para circuitos energizados;
    - Utilizadas ferramentas e equipamentos adequados à classe de tensão e
    - Tomadas precauções necessárias para a segurança dos trabalhadores.

4.6.6 Iluminação

4.6.6.1 Em minas subterrâneas:

A norma determina que é obrigatório um sistema de iluminação estacionária no subsolo, mantendo-se os seguintes níveis mínimos de iluminamento médio em algumas áreas como:

- Fundo do poço: 50 lux;
- Na casa de máquinas: 50 lux;
- Nos caminhos principais: 20 lux;
- Nos pontos de carregamento, descarregamento e trânsito sobre transportadores contínuos: 20 lux;
- Na estação de britagem: 60 lux;
- No escritório e oficinas de reparos: 260 lux.

E em superfícies que dependem de iluminação artificial e, caso ocorra falha aumentará o risco a segurança das pessoas, devem possuir iluminação de emergência com as seguintes condições:

- Em caso de falha do sistema principal, possuir ligação automática;
- Ser independente do sistema principal;
- Prover iluminação suficiente que permita a saída das pessoas da instalação e
- Inspecionar a iluminação mantendo sempre em boas condições de funcionamento.

Observação:

- Em casos que não seja possível a instalação da iluminação de emergência, os trabalhadores devem dispor de equipamentos individuais de iluminação.

4.6.6.2 Em minas a céu aberto:

Em operações de basculamento ou descarregamento em minas céu aberto, no período noturno ou com pouca visibilidade devem disponibilizar iluminação suficiente para os trabalhadores.

Em casos que, mesmo com a iluminação artificial as condições atmosféricas impedem a visibilidades dos trabalhadores, toda a atividade e a circulação equipamentos e veículos deverão ser suspensos.

Observação:

- É obrigatório sinalização luminosa em condições de visibilidade adversa e à noite.

4.6.6.3 Iluminação individual:

A norma determina que é de uso obrigatório iluminação individual, nas seguintes condições:

- Para o acesso e o trabalho em mina subterrânea e
- Para deslocamento noturno na área de operação de lavra, basculamento e carregamento, nas minas a céu aberto.

Além de que, no subsolo, deve acrescentar mais iluminação para os trabalhadores além da iluminação individual nas seguintes atividades:

- Verificação de riscos de quedas de material;
- Verificação de falhas e descontinuidades geológicas;
- Abatimentos de chocos e blocos instáveis e
- Manutenção elétrica e mecânica nas frentes de trabalho.

E por ser tratar de mina de carvão, só será permitido o uso de lanternas de segurança, por causa das circunstâncias que podem gerar gases explosivos.

4.6.7 Desabamento

Para que não ocorra o desabamento nas minas, os métodos de extração do minério que utilizem abatimento controlado do maciço ou com recuperação dos pilares deverão ser

acompanhados de medidas de segurança, que permitam o monitoramento permanente do processo de extração e supervisionado por pessoal qualificado.

Durante o monitoramento forem verificadas algumas dessas condições levando em consideração as condições geotécnicas e geomecânicas do local:

- Quebras mecânicas com blocos desgarrados dos tetos ou paredes;
- Quebras mecânicas no teto, nas encaixantes ou nos pilares de sustentação;
- Surgimento de água em volume anormal durante escavação, perfuração ou após detonação e
- Deformação acentuada nas estruturas de sustentação.

Deverá paralisar imediatamente as atividades, e retomar as operações somente após adoção de medidas corretivas, e a decisão aprovada da supervisão técnica responsável para a liberação da área.

4.6.8 Risco de explosões e incêndio

A norma determina que o PGR - Programa de Gerenciamento de Riscos - deverá incluir ações de prevenção e combate a incêndio e de explosões acidentais.

Além de que, todo material inflamável ou explosivo, deve ser rotulado e guardado em depósito seguro, identificado e construído seguindo a regulamentação vigente do Ministério da Defesa.

4.6.8.1 Prevenção contra incêndio:

Para evitar a ocorrência de incêndio deverá efetuar a prevenção em todos os complementos da mina através das seguintes medidas:

- É proibido a pessoa portar ou utilizar produtos inflamáveis ou qualquer objeto que produza fogo ou faísca, com exceção os objetos necessários para os trabalhos de mineração subterrânea;
- É proibido a disposição de lixo ou material descartável com potencial inflamável em qualquer dependência da mina;
- É proibido a estocagem de produtos inflamáveis e de explosivos próximo a transformadores, caldeiras, e outros equipamentos e instalações que envolvam eletricidade e calor;
- É proibido fumar no subsolo;

- É proibido o porte e uso de lanternas de carbureto de cálcio e,
- Os trabalhos de soldagem, corte e aquecimento, que utilizem chama aberta, só poderão ser executados após dispor de todos os meios adequados para prevenção e combate de eventual incêndio.

Sistema de transporte por correia:

Ao utilizar sistema de transporte por correias transportadoras, deverá:

- Ser instalado um sistema de combate a incêndio próximo ao seu sistema de acionamento e dos tambores;
- Ser construídas de material resistente à combustão;
- Criar medidas necessárias para evitar o acúmulo de pó de carvão ao longo das partes móveis, onde há possiblidade de ocorrer aquecimento por atrito.

4.6.8.2 Prevenção contra explosões:

Para a diminuição do risco de explosão na mina, deve ser feito a identificação das fontes geradoras de poeiras, adotando medidas preventivas para evitar a possiblidade de inflamação de poeiras e a propagação da chama. Os principais locais que devem ser feitas as medidas preventivas são:

- Frentes de lavra:
    1. Umidificação das operações que possam gerar poeiras;
- Nos pontos de transferência e carregamento do minério:
    1. Umidificação;
    2. Neutralização com material inerte ou
    3. Lavagem periódica em intervalos de tempo a serem determinados para cada local, das paredes, teto e lapa.
- Em locais que existam fontes de ignição:
    1. Isolamento da fonte
    2. Umidificação ou
    3. Neutralização com material inerte.

A norma também estabelece algumas proibições aponta de evitar a ocorrência de acidentes envolvendo explosões, tais como:

- É proibido que explosivos e acessórios sejam armazenados fora dos locais apropriados;

- É proibido fazer o transporte de explosivos e cordéis detonantes em conjunto com acessórios, outros materiais e pessoas que não fazem parte da atividade;
- É proibida a escorva de explosivos fora da frente de trabalho;
- É proibido durante o transporte e/ou manuseio de explosivos e acessórios utilizar qualquer instrumento que gere faíscas, fagulhas ou centelhas, como exemplo: fósforos, isqueiros, chama exposta;
- É proibido em desmanche de rochas o aproveitamento de restos de furos falhados.

Tanques e depósitos:

Deve haver sinalização nos tanques e depósitos de substâncias tóxicas, de combustíveis inflamáveis, de explosivos e de materiais passíveis de gerar atmosfera explosiva, adotando os seguintes parâmetros:

- Indicação de perigo e proibição de uso de chama aberta nas proximidades;
- Placas de advertência contendo a menção “EXPLOSIVOS”;
- Acesso restrito a trabalhadores autorizados, devidamente qualificado e treinado;
- Possuir um sistema de combate a incêndio;
- Indicações do tipo do produto e
- Capacidade máxima.

No subsolo além dos parâmetros já mencionados, os depósitos de explosivos e acessórios devem ficar separados de galerias com acesso do pessoal e da ventilação principal da mina, e ainda assim:

- Manter a capacidade a ser utilizada num período de 5 dias de operação no máximo;
- Ser independentes;
- Ser seguro de impactos acidentais;
- Ser trancados sob responsabilidade de profissional habilitado;
- Ser sinalizados na planta da mina indicando-se sua capacidade;
- Manter local seco sem umidade excessiva e onde a ventilação possa manter a temperatura adequada e
- Em casos de acidente, reduzir o deslocamento de gases para as frentes de trabalho.

Observação:

- Não devem ser instalados depósitos de produtos combustíveis, inflamáveis ou explosivos, próximos aos acessos à mina subterrânea.

Manutenção elétrica:

Em locais com ocorrência de gases inflamáveis e explosivos, as tarefas de manutenção elétrica devem ser realizadas sob o controle de um supervisor, com a rede de energia desligada e chave de acionamento bloqueada, monitorando-se a concentração dos gases. E as instalações elétricas deverão ser à prova de explosão.

5 SUGESTÃO

Com o desenvolvimento do assunto, percebe-se que a importância da extração de carvão mineral, mesmo com queda de seu uso devido a outras de fontes de energia, o carvão ainda é a maior fonte geradora de energia elétrica, e por ser uma atividade de grau de risco elevado, a segurança e a saúde dos trabalhadores devem-se manter em prioridade, para isso é utilizado a norma regulamentadora nº 22.

Os riscos e perigos envolvidos na extração do carvão mineral, ao ser analisados e estabelecer medidas de controle através da NR-22, percebe-se que a norma foca mais em medidas de controle sobre fatores que podem causar acidentes aos trabalhadores, e outros fatores são poucos abordados e não muito diretos dificultando um pouco o seu entendimento.

A sugestão para as próximas pesquisas é fazer uma análise dos perigos e riscos in loco das minas de carvão existentes, visto que, possui poucas informações dos riscos e perigos em geral relacionados a extração de carvão mineral e a aplicar as medidas de controle determinadas verificando os resultados para analisar a sua eficácia.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil.** 3. ed. Brasília, 2008. 236 p.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho**. NR 22 Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração. Disponível em: http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr22.htm. Acesso em: 24 abr. 2020.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho**. NR 15 Atividade e operações insalubres. Disponível em: http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15.htm. Acesso em: 02 set. 2020.

CASTILHOS, Z.C.; NEUMANN, R.; BEZERRA, O. M. P. A. Exposição ocupacional e ambiental a poeiras de rochas e minerais industriais. IN: Rochas e Minerais Industriais no Brasil: usos e especificações. 2.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2008. p. 961-989.

Coal mining. World Coal Association, 2018. Disponível em: https://www.worldcoal.org/coal/coal-mining. Acesso em: 12 jun. 2020.

Considerações gerais sobre radiação solar e danos à pele. MANUAL MSD Versão Saúde para a Família, 2019. Disponível em: https://www.msdmanuals.com/pt/casa/distúrbios-da-pele/radiação-solar-e-danos-à-pele/considerações-gerais-sobre-radiação-solar-e-danos-à-pele/. Acesso em: 02 set. 2020

DNPM (2014), **Sumário Mineral 2014**. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2014. Acesso em: 18 out. 2020.

IEA (2019), **Coal 2019**, IEA, Paris. Disponível em: https://www.iea.org/reports/coal-2019. Acesso em: 24 abr. 2020.

LOPES, Marcos. **Carvão Mineral No Brasil E No Mundo**. 2017. Disponível em: https://tecnicoemineracao.com.br/carvao-mineral-no-brasil-e-no-mundo/. Acesso em: 24 abr. 2020.

MME (Brasil); Colaboração Empresa de Pesquisa Energética – EPE. **Plano Nacional de Energia, 2030.** Brasília, 2007. Ministério das Minas e Energia – MME.

Pneumoconiose dos carvoeiros. MANUAL MSD Versão Saúde para a Família, 2018. Disponível em: https://www.msdmanuals.com/pt-pt/profissional/distúrbios-pulmonares/doenças-pulmonares-ambientais/pneumoconiose-dos-carvoeiros. Acesso em: 02 set. 2020

Reducing CO2 emissions. World Coal Association, 2018. Disponível em: https://www.worldcoal.org/reducing-co2-emissions. Acesso em: 12 jun. 2020.

Riscos Físicos. EHS Segurança do Trabalho Ltda. Disponível em: https://ehsseguranca.com.br/riscos-fisicos/. Acesso em: 02 set. 2020.

Santos, Mónica; Almeida, Armando. (2016). **Ruído e saúde ocupacional: consequências para além da hipoacusia**, 30 jun. 2016. Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional. I. 10.31252/RPSO.24.03.2016.

Vibração ocupacional pode causar sérios danos à saúde do trabalhador. Associação Nacional de Medicina do Trabalho – ANAMT, 2018. Disponível em: https://www.anamt.org.br/portal/2018/01/18/vibracao-ocupacional-pode-causar-serios-danos-a-saude-do-trabalhador/ . Acesso em: 02 set. 2020.