

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
PÓS-GRADUAÇÃO ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA
DO TRABALHO**

LUCIANO MIRANDA

**PROJETO DE SINALIZAÇÃO UTILIZADO COMO ROTA DE FUGA EM
MINERAÇÃO SUBTERRÂNEA DE CARVÃO MINERAL**

**CRICIÚMA
2014**

LUCIANO MIRANDA

**PROJETO DE SINALIZAÇÃO UTILIZADO COMO ROTA DE FUGA EM
MINERAÇÃO SUBTERRÂNEA DE CARVÃO MINERAL**

Monografia apresentada ao Setor de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, para a obtenção do título de especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientadora: Prof. MSc Rosimeri Venâncio Redivo

**CRICIÚMA
2014**

**A minha esposa e companheira
Claudete, e a minha filha Mikaela.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido a oportunidade desta vida, por me dado saúde para que eu pudesse vencer em mais uma etapa a que me foi proposta.

Agradeço a minha esposa Claudete pela força, paciência e dedicação durante esses dois anos de estudos.

Aos meus pais João e Arlete principalmente na formação de personalidade e de caráter enquanto aqui presentes.

A minha orientadora Rosimeri.

Ao colega Wagner de Souza.

Aos professores do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da UNESC, hoje novos amigos por todo o conhecimento transferido.

A empresa Carbonífera Metropolitana S/A, na pessoa do Sr Diretor Claudio W. Faraco pela oportunidade dada em realizar todo levantamento dos dados necessários para a elaboração do projeto.



CARBONÍFERA METROPOLITANA S/A

Matriz: Praça Nereu Ramos, 114 - Centro - Criciúma - SC - CEP 88801-500 - Fone 0xx48-34377055 - Fax 0xx48-34379200
Mina: Estrada Geral S/N - Bairro Forquilha - Treviso - SC - CEP 88862-000 - Fone 0xx48-34690001 - Fax 0xx48-34690002
C.G.C.: 83.647.917/0006-14 - Inscrição Estadual: 250.877.260

Treviso, 15 de dezembro de 2014

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins e efeitos que LUCIANO MIRANDA, na qualidade de aluno concluinte do ensino de Pós Graduação, no ano letivo de 2014 - do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho do Estabelecimento de Ensino UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense, está autorizado a realizar pesquisa interna nas dependências da referida empresa, através de consulta de dados impressos, informatizados e através de fotos, com objetivo de suprir sua monografia no estudo de caso proposto, intitulado "**PROJETO DE SINALIZAÇÃO UTILIZADO COMO ROTA DE FUGA EM MINERAÇÃO SUBTERRÂNEA DE CARVÃO MINERAL**" bem como divulgar em biblioteca particular e interna do estabelecimento em questão.

Sendo assim, ressaltamos que tais informações estão autorizadas para circulação e publicação exclusivamente internas e para finalidade de pesquisa acadêmica.

Cordialmente,

Cláudio Ivan Faraco Wasniewski
Diretor

83 647 917/0006-14
CARBONÍFERA
METROPOLITANA S/A.
FORQUILHA - TREVISO - CEP 88862-000
SC

**Nem tudo que se enfrenta pode ser
modificado, mas nada pode ser
modificado até que seja enfrentado.”**

Albert Einstein

RESUMO

Os trabalhadores da mineração subterrânea de carvão mineral estão expostos a vários tipos de acidentes que podem variar de leves a graves dependendo do método de lavra e do tipo de camada.

O método de lavra subterrâneo é realizado muitas vezes distante da superfície chegando a quilômetros da saída principal da entrada da mina sendo que em caso de sinistro tendo os trabalhadores que evacuar emergencialmente seu posto de trabalho até um local seguro construído especificamente para esse caso no interior da mina denominado câmara de refúgio ou se deslocar até a superfície.

Com a finalidade de preservar a integridade física dos trabalhadores o presente projeto visa sinalizar uma saída de emergência de maneira que o trabalhador que precisar evacuar seu local de trabalho encontrará uma rota com dispositivos de sinalização que permitirá sua saída mais rápida e segura do interior da mina até a superfície.

Essa rota de fuga contará com placas refletivas de sinalização com a indicação à superfície em cor verde dispostas no teto para caso de inundação, nas laterais (quadração) a uma altura da lapa(chão) de 0,50m de altura para caso de fumaça e a meia altura entre o teto e a lapa para ambas as situações, lâmpada fluorescentes no teto e uma linha guia no centro da galeria com dispositivos refletivos que nesse caso auxiliará tanto no visual como no tato.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sequência Geológica Simplificada.....	24
Figura 2 - Sequência Geológica - Camada Bonito Mina Fontanella.....	25
Figura 3 - Plano de Ação Emergencial.....	38
Figura 4 - Banca de Refeição do Pannel.....	39
Figura 5 - Planta de Localização.....	40
Figura 6 - Câmara de Refúgio.....	41
Figura 7 - Portão de curto circuito.....	42
Figura 8 - Placa de Sinalização de emergência Fixada no teto da galeria.....	43
Figura 9 - Placa de Sinalização de emergência Fixada a 0,50m e a 1,80m do piso (Lapa) na lateral direita da galeria no sentido subsolo/superfície.....	44
Figura 10 - Placa de Sinalização de emergência Fixada a 0,50m e a 1,80m do piso (Lapa) na lateral esquerda da galeria no sentido subsolo/superfície.....	44
Figura 11 - Galeria sinalizada em ambos os lados com iluminação.....	45
Figura 12 - Galeria sinalizada em ambos os lados e no teto e sem iluminação....	46
Figura 13 - Galeria sinalizada em ambos os lados e no teto e com iluminação....	46
Figura 14 - Galeria sinalizada em ambos os lados e no teto e sem iluminação com linha guia no centro da galeria.....	47
Figura 15 - Galeria sinalizada em ambos os lados e no teto e sem iluminação com linha guia no centro da galeria.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APR	Análise Preliminar de Risco
ART	Análise Preliminar de Risco
CLT	Consolidação das leis Trabalhistas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
MEL	Mina Esperança Leste
MT	Ministério do trabalho
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NR	Normas regulamentadoras
NRM	Normas Regulamentadoras de Mineração
OHSAS	Sistema de Gestão de Saúde e segurança Ocupacional
OIT	Organização internacional do Trabalho
PPM	Partículas por Milhão
ROM	Run of Mine
USITESC	Usina Termétrica Sul-Catarinense SA

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.2 Objetivo Geral.....	12
1.3 Objetivos Específicos	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 HISTÓRIA DO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL.....	13
2.2 RESERVAS.....	14
2.3 RELATOS HISTORICOS DO CARVÃO.....	15
2.4 A EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL E AS PRIMEIRAS PREOCUPAÇÕES COM A SAÚDE DO TRABALHADOR.....	16
2.5 PRINCIPAIS RISCOS ASSOCIADOS À EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL Segundo Júnior e Madeira (2005, p. 12):	17 18
2.6 SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	18
2.7 ROTA DE FUGA	19
2.8 SINISTRO	19
2.9 CONCEITOS DE PERIGO E RISCO	20
3 METODOLOGIA	22
3.1 HISTÓRICO DA EMPRESA.....	22
3.2 NR-22-SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL NA MINERAÇÃO.....	26
3.3 NORMAS REGULAMENTADORAS DE MINERAÇÃO NO QUE SE REFERE AOS DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA.....	27
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	37
4.1 PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL.....	37
4.2 PONTO DE ENCONTRO NO PAINEL.....	39
4.3 PLANTA DE EMERGÊNCIA	40
4.4 CÂMARA DE REFÚGIO.....	41
4.5 CIRCUITO DE VENTILAÇÃO	42
4.6 APLICAÇÃO DAS PLACAS DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA.....	43
4.7 TIPOS DE PLACAS SAÍDA DE EMERGÊNCIA.....	43
4.8 EXECUÇÃO DO PROJETO.....	45
5 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a história do carvão se inicia há cerca de 210 milhões de anos, na época em que a crosta da terra ainda estava convulsionada por terremotos, vulcões, furacões, vendavais e maremotos. Estes fenômenos provocaram lentos ou violentos cisalhamentos e fizeram as montanhas e os limites costeiros separarem-se da África pelo Oceano Atlântico. Naquelas épocas geológicas, árvores gigantes e toda sorte de vegetação crescia, formando grandes e espessas florestas, favorecidas pela atmosfera muito rica em CO₂, permitindo a intensificação da função clorofiliana e o crescimento dos vegetais em um clima particularmente quente e úmido. O carvão é então a parte celulósica da vegetação, transformada pelo tempo, pressão, bactérias e outros agentes anaeróbicos, em uma massa carbonosa. Sucessivas formações de florestas e afundamentos podem ter ocorrido ao longo de milhares de anos em uma mesma região, e então, camadas e camadas de carvões diferentes serão encontradas. A matéria vegetal flutuante pode ainda ter sido transportada pelos rios e acumulada no fundo dos lagos ou pântanos mais ou menos isolados, e, assim, bactérias carboníferas limitadas serão encontradas separadas umas das outras, a profundidades diferentes. A extração de carvão é desenvolvida em espaços restritos, sujeitos ao calor, à umidade, à poeira, aos gases, aos ruídos e vibrações. A atividade possui elevado risco potencial de acidentes, quer pelos possíveis e frequentes caimentos de tetos, quer pela viabilidade de incêndios, por explosões de gases e/ou poeiras. (JÚNIOR E MADEIRA, 2005).

1.2 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é realizar a Sinalização de uma galeria que servirá como rota de fuga.

1.3 Objetivos Específicos

Definir rota de fuga;

Definir ponto de encontro;

Propor modelos de placas de saída de emergência.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 HISTÓRIA DO CARVÃO NO RIO GRANDE DO SUL

O carvão Sul-Rio-Grandense foi descoberto em 1795 pelo soldado português Vicente Wenceslau Gomes de Carvalho, conhecedor do carvão de pedra por ser ferreiro de profissão, na localidade de Curral Alto, na Estância do Leão. Em 1826, escravos de Fuão de Freitas descobrem carvão na região no Arroio dos Ratos, município de São Jerônimo, no Baixo Jacuí.

O empenho do presidente provincial Sr. Luiz Vieira Sinimbu, na busca de atrair indústrias para a Província, encarrega o inglês do País de Gales James Johnson, conhecedor do carvão de Cardiff, a realizar novas explorações. Em 1853, Johnson realiza sondagens e redescobre carvão à margem esquerda do Arroio dos Ratos, e juntamente com 10 mineiros naturais do País de Gales, abre a mina através de poço escavado e passa a produzir carvão em 1855. Johnson busca na Inglaterra recursos financeiros e cria a mineradora “Imperial Brazilian Collieries” e constrói estrada de ferro da mina dos Ratos até a vila de São Jerônimo (20 km), às margens do rio Jacuí. O carvão era transportado em vagonetas puxadas a burro (Barros Filho, Arlindo – Pioneiros das Minas de Carvão RS – Revista Carvão de Pedra, março 1970 e citação em Bunse, Heinrich A.W., 1984) e embarcado para Porto Alegre. Em 1875 Johnson passa a empresa para William Tweede, mas em 1880 a “Brazilian Collieries” vai à falência. Em 1882 foi substituída pela “Cia. Minas de Carvão do Arroio dos Ratos”; em 1887 a empresa abriu novo poço denominado Poço Dona Isabel, em homenagem à princesa imperial, que acompanha o imperador D. Pedro em visita às minas de carvão. Esta companhia operou até 1908.

O consumo de carvão nacional aumenta consideravelmente por ocasião da 1ª. Guerra Mundial, especialmente pela Viação Férrea (também abastecida pelo carvão do baixo Jacuí e Candiota-Hulha Negra). No pós-guerra o carvão estrangeiro volta a ocupar o mercado e as mineradoras gaúchas buscam novo mercado para o seu carvão, adquirindo o controle de duas empresas em Porto Alegre (Fiat Lux e Força e Luz) resultando na construção da primeira usina térmica a carvão – Usina do Gasômetro; foi o primeiro passo à utilização do carvão na termoelectricidade. Porto Alegre, em 1928, contava com energia elétrica,

bondes elétricos e gás encanado do carvão na Rua da Praia, mas por não contarem com filtros e precipitadores de cinzas, a poluição por particulados era intensa.

Em 1958 exauriu-se a mina dos Ratos após 105 anos de produção, desde sua descoberta, em 1826, e instalação da mina pelos ingleses em 1853.

A mineração do carvão em Candiota e Hulha Negra data de 1863 e atendia às fábricas e charqueadas da região. O carvão era garimpado em minas de encostas e às margens dos cursos d'água. Até 1920 o carvão do sul do Estado abasteceu a Viação Férrea. A partir de 1942 os estudos de Augusto Batista Pereira e do engenheiro José do Patrocínio Motta levaram à construção da usina elétrica de Candiota I (20 MW) em 1960, fator marcante para o desenvolvimento da indústria do carvão na região sul, bem como o progresso municipal de regiões isoladas.

A mineração do carvão em Charqueadas se dá com a abertura do poço "Otávio Reis" de 300 metros de profundidade, cujas galerias cruzavam o leito do rio Jacuí; a mina de Charqueadas operou até a década de 80, paralisada devido aos altos custos de extração do mineral. Charqueadas contava com avançado sistema de beneficiamento do carvão em meio-denso, produzindo carvão para Aços Finos Piratini que produzia aços especiais (metalúrgica, desmantelada em 1991), (GOMES, Aramis J. Pereira. Est Edições, 2002.).

2.2 RESERVAS

Segundo dados do DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), "O Brasil tem uma produção significativa de carvão mineral apenas do tipo energético, a qual teve um crescimento constante durante a década de 1990, atingindo um ápice de 6,69 X 106t em 2002 e desde então caindo. Em termos de faturamento, porém, o carvão catarinense, com um poder calorífico superior, garante a Santa Catarina uma participação de 68,3%, contra 28,5% do Rio Grande do Sul e 3,2% do Paraná, dentro de um total de cerca de R\$533.000.000,00."

O Rio Grande do Sul possui 89,2% das reservas de carvão mineral nacional, um total de 28,802 milhões de t. A região carbonífera fica na área do Baixo Jacuí.

A Copelmi na região carbonífera tem 46,0 milhões de t. e opera nas seguintes minas:

Em Butiá ficam as minas de Butiá Leste, Balança, Norte BR 290. Recreio fica em terras de Butiá e Minas do Leão; Faxinal está em área de Arroio dos Ratos, enquanto que a mina de Água Boa fica em Morrinhos, São Jerônimo. Coreia fica em Minas do Leão.

A Companhia Rio-Grandense de Mineração tem no estado, reservas de 3 bilhões de toneladas em áreas de lavra e áreas em fase de pesquisa. A CRM opera na mina de Taquara e Leão I, no município de Minas do Leão II, também localizado no mesmo município, que faz parte da região carbonífera. A mina Leão II foi arrendada em outubro de 2002 pelo empresário catarinense Alfredo Gazzola, da Carbonífera Criciúma. (BENEDITO, Veit Ed. Alcance, 2004.)

2.3 RELATOS HISTÓRICOS DO CARVÃO

No Brasil, as principais reservas de carvão mineral são encontradas na Região Sul, chegando até o estado de São Paulo, contemplando os Estados do Paraná e Santa Catarina, até o Rio Grande do Sul. No entanto, se desenvolveu expressivamente na Região Sul de Santa Catarina, onde importantes centros de mineração se desenvolveram nos municípios de Lauro Müller, Urussanga, Siderópolis, Treviso, Criciúma, Forquilha, Içara, Morro da Fumaça e Maracajá. (BELOLLI, QUADROS E GUIDI, 2002).

Na história do carvão em Santa Catarina os tropeiros tiveram papel importantíssimo, pois conduziam suas tropas de gado e de cavalos do Rio Grande do Sul até Sorocaba, em São Paulo, e dali para Minas Gerais, e durante a viagem eram obrigados a fazer paradas devido à lentidão dos gados e condições climáticas. Estes lugares de pouso foram o começo de muitas cidades, entre elas a de Lages. Mas a importância dos tropeiros relacionada ao carvão é que eles foram os primeiros a encontrar o carvão de pedra na região Sul de Santa Catarina, e a tomarem conhecimento do valor econômico que tinham estas pedras, pois ao levarem a diante a notícia da descoberta souberam que havia despertado o interesse da Corte. (BELOLLI, QUADROS E GUIDI, 2002).

2.4 A EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL E AS PRIMEIRAS PREOCUPAÇÕES COM A SAÚDE DO TRABALHADOR

No Brasil, as principais reservas de carvão mineral são encontradas na Região Sul, chegando até o estado de São Paulo, contemplando os Estados do Paraná e Santa Catarina, até o Rio Grande do Sul. No entanto, se desenvolveu expressivamente na Região Sul de Santa Catarina, onde importantes centros de mineração se desenvolveram nos municípios de Lauro Müller, Urussanga, Siderópolis, Treviso, Criciúma, Forquilha, Içara, Morro da Fumaça e Maracajá. (BELOLLI, QUADROS E GUIDI, 2002).

Na história do carvão em Santa Catarina os tropeiros tiveram papel importantíssimo, pois conduziam suas tropas de gado e de cavalos do Rio Grande do Sul até Sorocaba, em São Paulo, e dali para Minas Gerais, e durante a viagem eram obrigados a fazer paradas devido à lentidão dos gados e condições climáticas. Estes lugares de pouso foram o começo de muitas cidades, entre elas a de Lages. Mas a importância dos tropeiros relacionada ao carvão é que eles foram os primeiros a encontrar o carvão de pedra na região Sul de Santa Catarina, e a tomarem conhecimento do valor econômico que tinham estas pedras, pois ao levarem a diante a notícia da descoberta souberam que havia despertado o interesse da Corte. (BELOLLI, QUADROS E GUIDI, 2002).

Segundo Belolli, Quadros e Guidi (2002), em 1918 logo após a abertura das primeiras minas de carvão em Santa Catarina, observou-se a necessidade da prestação de serviços assistenciais aos trabalhadores das minerações. Devido às características peculiares dos trabalhos realizados pelos mineiros, e pelo aparecimento de doenças contagiosas, como a “gripe espanhola” que dizimou milhões de pessoas em todo o mundo, é que se fez necessário pensar em ações voltadas a saúde do trabalhador.

A primeira ação em relação ao cuidado com a saúde do trabalhador mineiro se deu em 1920, quando a Companhia Carbonífera de Araranguá contou com a participação do médico tubaronense, (Dr. Otto), que nas sextas feiras reservava sua agenda para atendimento aos trabalhadores das minas e suas famílias (já que mulheres e crianças trabalhavam na separação manual do carvão e, portanto, apresentavam alguns quadros clínicos referentes ao manuseio do carvão). (BELOLLI, QUADROS e GUIDI, 2002).

Segundo Belolli, Quadros e Guidi (2002), no início de 1940, com a intensificação da produção carbonífera e pelo aumento demográfico nesta região e, em particular, a de Criciúma, devido ao alto índice de mortalidade infantil se fez necessário a instalação de um Posto de Puericultura (ciência médica dedicada ao acompanhamento do desenvolvimento infantil), estabelecido no bairro Vila Operária (hoje bairro Santa Bárbara) e inaugurada em 24 de outubro de 1943.

Conforme Belolli, Quadros e Guidi (2002), a questão da saúde do trabalhador ainda permanecia em alta, tanto que em 1947, na primeira mesa redonda do carvão, realizada nas dependências do Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, no Rio de Janeiro, foi debatido o projeto do “Hospital dos Mineiros”, com sede em Criciúma, onde seriam destinados cinquenta centavos por tonelada de carvão em Santa Catarina para este projeto. Logo na segunda mesa redonda do carvão, em 1949, feita no mesmo local e cidade, o projeto foi reafirmado, e o valor da contribuição foi alterado para um cruzeiro por tonelada, para destinação ao projeto. Em 26 de agosto de 1949 foram aprovados os estatutos desse hospital, que passou a chamar-se “Aníbal Alves Bastos”, em homenagem ao engenheiro do Departamento Nacional de Produção Mineral que influenciou positivamente a região carbonífera desde questões técnicas na área de exploração e beneficiamento, até questões relativas à saúde dos trabalhadores mineiros, como a aquisição de um grande estoque de vacinas contra varíola e tifo, doenças comuns da época.

2.5 PRINCIPAIS RISCOS ASSOCIADOS À EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL

A mineração de carvão estabeleceu uma categoria especial de trabalhador: o mineiro. Devido a sua atividade no subsolo, que esta longe de ser um ambiente natural, seu trabalho apresenta características diferentes das ocupações de outros operários. Devido o processo produtivo ser extremamente dinâmico, sua atuação é única, já que a todo o momento as frentes de trabalho mudam, expondo os trabalhadores da mineração a novas situações. Nas minas subterrâneas, o ambiente apresenta ventilação forçada, ausência de iluminação natural e iluminação artificial inadequada. (JÚNIOR E MADEIRA, 2005).

A mineração está classificada entre as atividades de maior insalubridade e periculosidade (grau de risco 04), pelo Ministério do Trabalho e pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), Segundo Júnior E Madeira (2005), devido às características intrínsecas do processo de produção, que podem ocasionar graves danos à saúde do trabalhador, como por exemplo:

- Alta incidência de doenças respiratórias devido à liberação de dióxido de enxofre, monóxido de carbono (máquinas), e outros gases (explosivos);
- A Pneumoconiose nos mineiros das minas de carvão;
- Asma ocupacional e bronquite industrial.

Segundo Júnior e Madeira (2005, p. 12):

O **pulmão negro**, denominado também **Pneumoconiose dos carvoeiros** ou **Pneumoconiose dos mineiros de carvão**, é uma doença pulmonar ocupacional que tem como causa o depósito de pó de carvão nos pulmões, é uma doença crônica, não tem cura e apresenta manifestações tardias, entre cinco e oito anos após a exposição às poeiras.

Essa doença foi descrita pela primeira vez por Thompson, no ano de 1836. No final do século XX e início do XXI aumentou o número de casos de pulmão negro devido à ocorrência da Segunda Guerra Mundial. Tornou-se um problema epidêmico no país de Gales e Inglaterra, sendo, portanto, criada uma unidade de pesquisa para as **Pneumoconiose**, no ano de 1945.

2.6 SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A sinalização de emergência é utilizada para indicar as rotas de fuga e saídas de emergência das edificações, dos espaços e do ambiente urbano, ou para alertar quanto a um perigo iminente.

Rotas de fuga e saídas de emergência devem ser sinalizadas com informações visuais e sonoras. E em saídas de emergência, alarmes sonoros e visuais devem ser instalados. Assim, deficientes visuais e auditivos serão atendidos.

Quanto menor for a população envolvida na evacuação de locais desconhecidos, tanto maior será a importância da sinalização para assistir a orientação. “Wayfinding” é definido como um processo envolvendo tomada de

decisão, execução de decisão e processamento de informação necessária para atingir determinado destino (PASSINI, PROULX, 1995).

[...] O sistema de sinalização deve prover o indivíduo com informação suficiente para minimizar o tempo gasto com wayfinding. Isso é obtido quando o sistema guia os indivíduos por uma rota de fuga apropriada (NELSON, MACLENNAN, 1996).

Tal sistema tem que funcionar tanto em condições normais quanto em condições de evacuação, que pode incluir altos níveis de fumaça (PAULS, 1990).

2.7 ROTA DE FUGA

“Rota de Fuga” é definida pela NBR 9050/2004 como um trajeto contínuo, devidamente protegido, proporcionado por portas, corredores, antecâmaras, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos de saída ou combinações destes. em casos de incêndio, esta rota deve proporcionar segurança ao usuário de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou o espaço externo.

Na NBR 9050/2004 existem algumas condições gerais de rotas de fuga. Quando as rotas de fuga incorporarem escadas de emergência, devem ser previstas áreas de resgate com espaço reservado e demarcado para o posicionamento de pessoas em cadeiras de rodas. a área deve ser ventilada e fora do fluxo principal de circulação.

2.8 SINISTRO

No entanto, a palavra **Sinistro**, segundo o **Dicionário Aurélio**, é um adjetivo e significa:

- Esquerdo.
- Que é de mau agouro; fúnebre, funesto.
- De má índole; mau.

- Que infunde receio; ameaçador, temível.

Como substantivo masculino Sinistro significa

- Desastre, ruína.

- Grande prejuízo material; dano.

- Ocorrência de prejuízo ou dano (incêndio, acidente, naufrágio, etc.) em algum bem sobre o qual se faz seguro.

Sinistrado é o nome que recebe a aquela pessoa que sofreu sinistro. Ou seja, sofreu um acidente. Foi acometido de doença grave ou sem cura que, ainda que não o leve à morte, o leve a uma paralisia parcial, permanente e irreversível.

É sinistrado também aquela pessoa que sofre um acidente de qualquer natureza. O mais conhecido é o automobilístico. Mas, podem surgir acidentes dos mais imprevisíveis que se possa imaginar.

Logo, à luz das definições encontradas no Dicionário Aurélio, Sinistro é tudo aquilo que não queremos que aconteça a ninguém de nosso convívio, inclusive a nós mesmos.

2.9 CONCEITOS DE PERIGO E RISCO

Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles, segundo OHSAS 18001 (2007), requer que a empresa estabeleça e mantenha procedimento para a identificação contínua de perigos, a avaliação de riscos e a implementação das medidas de controle necessárias para que seus riscos sejam tratados. Estes procedimentos devem incluir as atividades rotineiras e não rotineiras, as atividades de todo pessoal que tem acesso aos locais de trabalho, inclusive subcontratados e visitantes, instalações nos locais de trabalho, tanto fornecidas pela organização como por outros. Os resultados destas avaliações e os efeitos desses controles devem ser considerados segundo a definição de seus objetivos de SSO. Segundo OHSAS 18001 (2007, p 02), perigo

define-se como sendo “fonte, situação ou ato com um potencial para dano em termos de prejuízo humano ou doenças, ou uma combinação destes”, e risco entende-se como a “combinação entre a probabilidade de ocorrência de um evento ou exposição perigosa e a gravidade da lesão ou doença que pode ser causada por este evento ou exposição”, assim Benite (2004) entende risco como sendo um adjetivo que caracteriza os perigos, ou seja, um perigo pode ter um risco alto ou baixo.

Segundo Benite (2004), é impossível ocorrer um acidente e suas consequências sem a presença de um perigo, por isso a importância de as empresas buscar o máximo conhecimento dos perigos existentes em seus locais de trabalho. Benite (2004, p. 47) complementa que a empresa “deve estabelecer uma sistemática de que permita a criação de um inventário dos perigos existentes, contemplando a avaliação dos riscos envolvidos”. Conforme OHSAS 18001 (2007 p. 03), a identificação de perigos é o “processo de reconhecimento que um perigo existe, e de definição de suas características”, e a avaliação de riscos é o “processo global de estimar a magnitude dos riscos e decidir se um risco é ou não tolerável”.

3 METODOLOGIA

3.1 HISTÓRICO DA EMPRESA

As origens da carbonífera metropolitana remontam a 29 de setembro de 1890, quando foi instalada a Companhia Metropolitana na região de Nova Veneza(SC) com vistas ao assentamento de 20 famílias oriundas da Europa.

O projeto de Colonização de terras no estado de Santa Catarina ocupava uma área que totalizava 45.000ha e compreendia os municípios de Turvo, Meleiro, Nova Veneza, Siderópolis, Treviso e Lauro Muller parte de Urussanga e Orleans.

Já no século XX, a empresa requisitou o controle das jazidas localizadas sob as terras ocupadas pelos imigrantes, tornando-se detentora das maiores reservas de carvão do País.

Em 1941 começou a extrair o mineral, já constituída como carbonífera Metropolitana, na região de Criciúma.

Em 1959, Santos Guglielmi e Diomício Freitas compraram a Metropolitana. Apesar do sucesso da sociedade, ela foi desfeita, entretanto em 1969, ficando o controle acionário com Santos Guglielmi. A Carbonífera União da qual eram sócios, tornou-se uma empresa do grupo Guglielmi. Santos continuou a frente da metropolitana até a década de 80, quando retirou-se definitivamente do negócio do carvão. Embora continuasse a tocar outros empreendimentos, como pecuária, agricultura, engarrafamento de água, hotelaria e saúde.

A empresa foi transformada em sociedade anônima em 1970. Nessa década, por conta da crise do petróleo, a grande demanda do minério por siderúrgicas e ferrovias permitiu a mecanização das minas. A história da metropolitana tem alguns marcos importantes a partir daí; em fevereiro de 1974, por exemplo, foi implantado um projeto de mecanização na mina União, que, desta forma, passou a produzir 50mil/ton/mês de carvão pré lavado.

Em 1891, foi implantada a Mina Esperança, localizada no município de Treviso, estimando produzir inicialmente 720mil ton/ano de carvão pré lavado.

Passadas duas décadas, a mina, que começou a produzir em 1984, conta com três conjuntos mecanizados e produz 1,2 milhão de ton. de ROM, 480

mil ton. Beneficiadas distribuídas entre concentrado e piritoso, CE 4.500 e CE 5.200. Ainda em 1981, também em Treviso, foi implantada a Mina Fontanella, com recursos próprios cuja produção foi iniciada em 1985. Em 2005 iniciou-se a abertura da Mina Esperança Área Leste (MEL), na camada barro branco.

A produção atualmente é destinada basicamente a usina Jorge Lacerda, pertencente a Tractebel(75%), e o restante para a indústria cerâmica, cimenteira e de fundição.

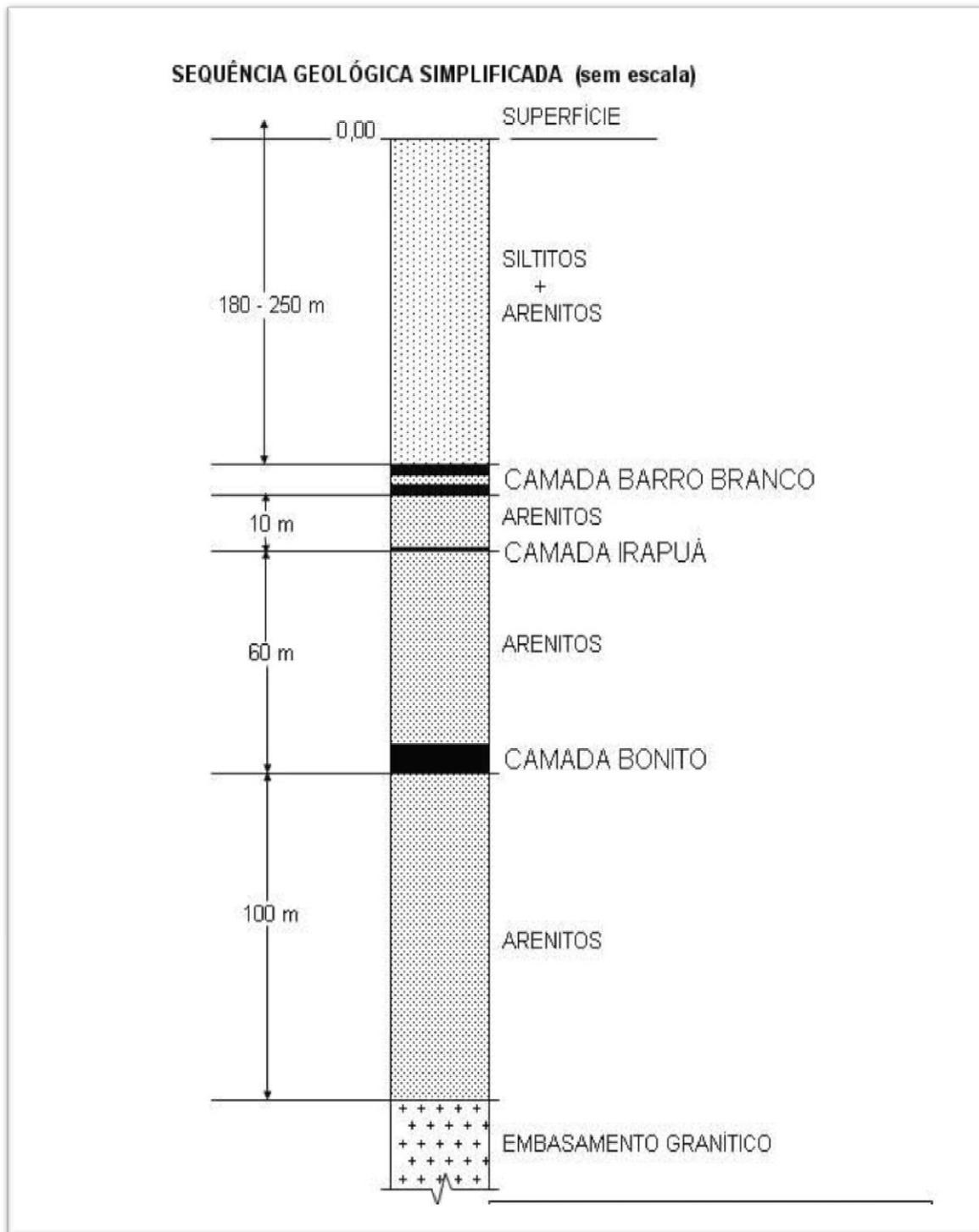
Para planejamento e desenvolvimento das minas, a Metropolitana mais uma vez foi a pioneira ao introduzir, no ano de 1995 na região carbonífera, o uso intensivo de sondagens geológicas horizontais no subsolo, atingindo distancias acima de 450 metros e obtendo-se excelentes resultados para os projetos e dimensionamento de suas áreas de lavra; já as sondagens verticais são também sistematicamente efetuadas para detalhamento das jazidas, alcançando por sua vez profundidades de até 400 metros.

Caracterizando seu pioneirismo a empresa foi a primeira a utilizar o Estratascope para pesquisas geológicas, equipamento importado em 1998 e especialmente desenvolvido para investigações mineiras, notadamente no reconhecimento das rochas do teto das galerias.

<http://carboniferametropolitana.com.br/historico.htm>

A Carbonífera metropolitana possui áreas de carvão situadas nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Figura 1: Sequência Geológica Simplificada

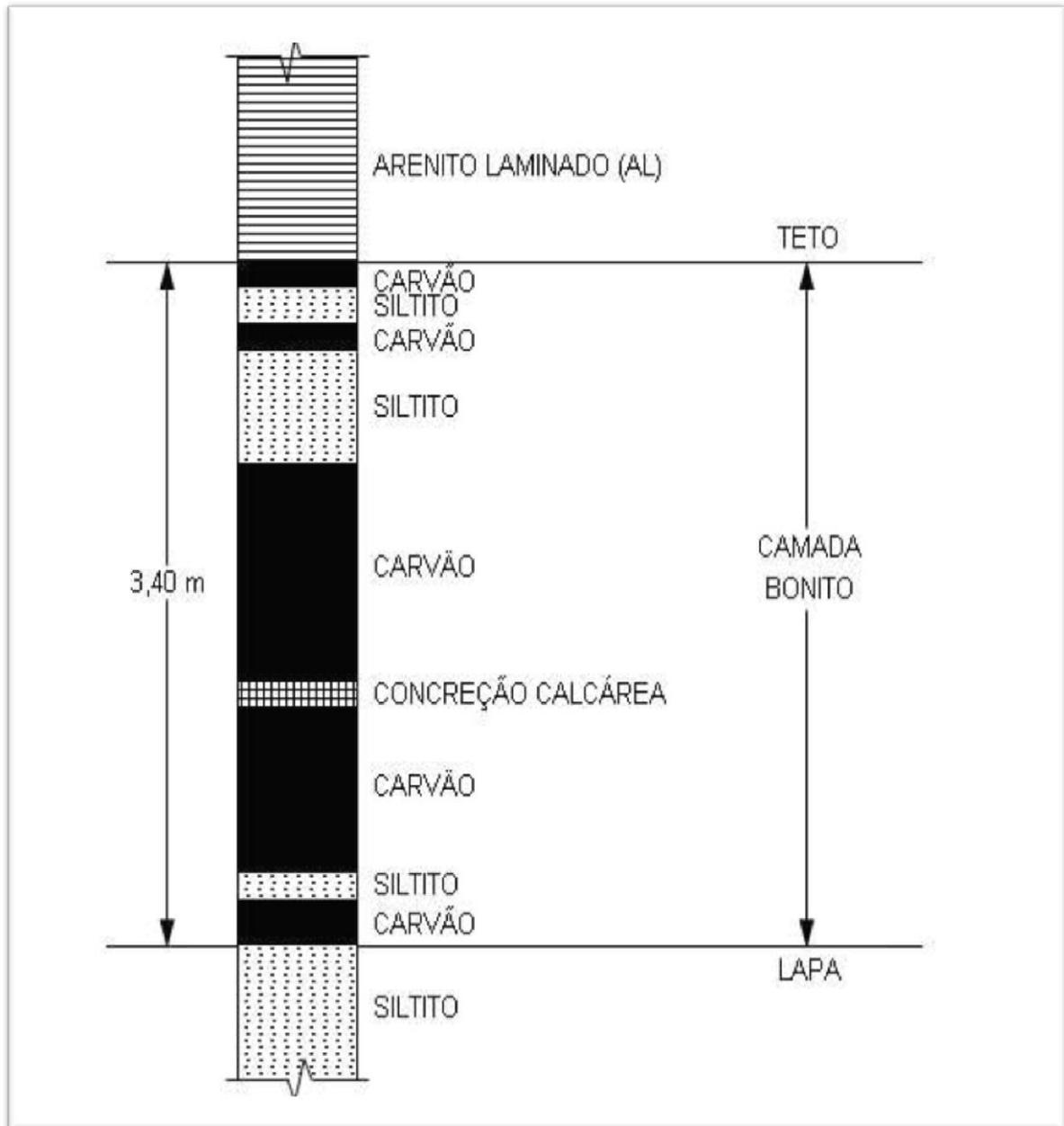


Fonte: Departamento de Geologia da Empresa

A camada Bonito já está em fase de extração, que está suprindo a cota estabelecida, enviando carvão para TRACTEBEL(Jorge Lacerda), e em um futuro próximo deverá suprir o combustível da Usina Termelétrica a ser instalada nas proximidades da mina (USITESC, cuja construção já foi autorizada).

A reserva conhecida e pesquisada da Mina Fontanella é de 95 milhões de toneladas de carvão bruto (Run of Mine), o "ROM" por mês é de 60 mil toneladas, com poder calorífico de 4.500Kcal/Kg.

Figura 2: Sequência Geológica da Camada Bonito



Fonte: Departamento de Geologia da Empresa.

3.2 NR-22-SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL NA MINERAÇÃO

Devido ao fato de a mineração de carvão ser considerada uma atividade perigosa comparada às demais atividades econômicas é que a CLT dá resguardo para estas condições perigosas de trabalho, ou seja; Art. 189 da CLT dispõe quem serão consideradas atividades ou operações insalubres aquelas que, por sua natureza, condições ou métodos de trabalho, exponham os empregados a agentes nocivos a saúde, acima dos limites de tolerância fixados em razão da natureza e da intensidade do agente e do tempo de exposição aos seus efeitos(BRASIL, 2011a).

De acordo com Brasil (2011b, p. 1), a Norma Regulamentadora nº 22, 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” se aplica a:

- a) minerações subterrâneas;
- b) minerações a céu aberto;
- c) garimpos, no que couber;
- d) beneficiamentos de minerais e
- e) pesquisa mineral.

A NR 22 é extremamente completa, pois detalha ao máximo cada fator da mina que pode gerar um risco ao trabalhador, e como aquele fator deve ser tratado de forma a evitar o risco. Segue o índice da NR 22, com os temas que são abordados:

- 22.1 Objetivo
- 22.2 Campos de Aplicação
- 22.3 Das Responsabilidades da Empresa e do Permissionário de Lavra Garimpeira
- 22.4 Das Responsabilidades dos Trabalhadores
- 22.5 Dos Direitos dos Trabalhadores
- 22.6 Organização dos Locais de Trabalho
- 22.7 Circulação, Transporte de Pessoas e Materiais
- 22.8 Transportadores Contínuos através de Correias
- 22.9 Superfícies de Trabalho
- 22.10 Escadas
- 22.11 Máquinas, Equipamentos, Ferramentas e Instalações
- 22.12 Equipamentos de Guindar

- 22.13 Cabos, Correntes e Polias
- 22.14 Estabilidade de Maciços
- 22.15 Aberturas Subterrâneas
- 22.16 Tratamento e Revestimentos de Aberturas Subterrâneas
- 22.17 Proteção contra Poeira Mineral
- 22.18 Sistemas de Comunicação 32
- 22.19 Sinalização de Áreas de Trabalho e de Circulação
- 22.20 Instalações Elétricas
- 22.21 Operações com Explosivos e Acessórios
- 22.22 Lavra com Dragas Flutuantes
- 22.23 Desmonte Hidráulico
- 22.24 Ventilação em Atividades Subterrâneas
- 22.25 Beneficiamento
- 22.26 Deposição de Estéril, Rejeitos e Produtos
- 22.27 Iluminação
- 22.28 Proteção contra Incêndios e Explosões Acidentais
- 22.29 Prevenção de Explosão de Poeiras Inflamáveis em Minas Subterrâneas de Carvão
- 22.30 Proteção contra Inundações
- 22.31 Equipamentos Radioativos
- 22.32 Operações de Emergência
- 22.33 Vias e saídas de Emergência
- 22.34 Paralisação e Retomada de Atividades nas Minas
- 22.35 Informação, Qualificação e Treinamento
- 22.36 Comissão Interna de Prevenção de Acidentes na Mineração - CIPAMIN
- 22.37 Disposições Gerais (Brasil, 2011b, p. 1),

O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) formou um conjunto de normas, as Normas Reguladoras de Mineração (NRM), onde segundo NRM 01 que trata das Normas Gerais os objetivos das NRM são:

“[...] disciplinar o aproveitamento racional das jazidas, considerando-se as condições técnicas e tecnológicas de operação, de segurança e de proteção ao meio ambiente, de forma a tornar o planejamento e o desenvolvimento da atividade minerária compatíveis com a busca permanente da produtividade, da preservação ambiental, da segurança e saúde dos trabalhadores. (DNPM, 2001, p. 03)

3.3 NORMAS REGULAMENTADORAS DE MINERAÇÃO NO QUE SE REFERE AOS DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA.

A metodologia consistiu em aplicar a NR 22.19, na mineradora em estudo avaliando todos os itens exigidos pela norma. A avaliação foi realizada através de vistoria in loco e análise de documentos da empresa.

3.3.1 NR 22.19 - Sinalização de Áreas de Trabalho e de Circulação

22.19.1 - As vias de circulação e acesso das minas devem ser sinalizadas de modo adequado, para a segurança dos trabalhadores visível, indicações do tipo do produto e capacidade máxima dos mesmos.

22.19.5 - Os dispositivos de sinalização devem ser mantidos em perfeito estado de conservação.

22.19.6 - Todas as galerias principais devem ser identificadas e sinalizadas de forma visível.

22.19.6.1- Nos cruzamentos e locais de ramificações principais devem estar indicadas as direções e as saídas da mina, inclusive as de emergência.

22.19.7 - As plantas de beneficiamento devem ter suas vias de circulação e saídas identificadas e sinalizadas de forma visível.

22.19.8 - As áreas em subsolo já lavradas ou desativadas devem permanecer sinalizadas e interditadas, sendo o acesso permitido apenas a pessoas autorizadas.

22.19.9 - As áreas de superfície mineradas ou desativadas, que ofereçam perigo devido a sua condição ou profundidade, devem ser cercadas e sinalizadas ou vigiadas contra o acesso inadvertido.

22.19.10 - As tubulações devem ser identificadas segundo a Norma Regulamentadora n.º 26, ou, alternativamente, identificadas a cada cem metros, informando a natureza do seu conteúdo, direção do fluxo e pressão de trabalho.

22.19.11 - Os recipientes de produtos tóxicos, perigosos ou inflamáveis devem ser rotulados conforme disposto na NR 26, contendo, no mínimo, a composição do material utilizado.

22.19.11.1 - Nos locais de estocagem, manuseio e uso de produtos tóxicos, perigosos ou inflamáveis devem estar disponíveis fichas de emergência contendo

informações acessíveis e claras sobre o risco à saúde e as medidas a serem tomadas em caso de derramamento ou contato acidental ou não.

22.19.12 - As áreas de basculamento devem ser sinalizadas, delimitadas e protegidas contra quedas acidentais de pessoas ou equipamentos.

22.19.13 - Os acessos às bancadas devem ser identificados e sinalizados.

3.3.2 NR 22.24 Ventilação em Atividades de Subsolo

22.24.1 As atividades em subsolo devem dispor de sistema de ventilação mecânica que atenda aos seguintes requisitos:

- a) suprimento de oxigênio;
- b) renovação contínua do ar;
- c) diluição eficaz de gases inflamáveis ou nocivos e de poeiras do ambiente de trabalho;
- d) temperatura e umidade adequadas ao trabalho humano e
- e) ser mantido e operado de forma regular e contínua.

22.24.1.1 Devem ser observados os níveis de ação para implantação de medidas preventivas, conforme disposto nesta Norma.

22.24.2 Para cada mina deve ser elaborado e implantado um projeto de ventilação com fluxograma atualizado periodicamente, contendo, no mínimo, os seguintes dados:

- a) localização, vazão e pressão dos ventiladores principais;
- b) direção e sentido do fluxo de ar e
- c) localização e função de todas as portas, barricadas, cortinas, diques, tapumes e outros dispositivos de controle do fluxo de ventilação.

22.24.2.1 O fluxograma de ventilação deverá estar disponível aos trabalhadores ou seus representantes e autoridades competentes.

22.24.2.2 Um diagrama esquemático do fluxograma de ventilação, de cada nível, deve ser afixado em local visível do respectivo nível.

22.24.3 Todas as frentes de lavra devem ser ventiladas por ar fresco proveniente da corrente principal ou secundária.

22.24.4 É proibida a utilização de um mesmo poço ou plano inclinado para a saída e entrada de ar, exceto durante o trabalho de desenvolvimento com exaustão ou adução tubulada ou através de sistema que garanta a ausência de mistura entre os dois fluxos de ar.

22.24.5 Em minas com emanções de grisú, a corrente de ar viciado deve ser dirigida ascendentemente.

22.24.5.1 A corrente de ar viciado só poderá ser dirigida descendentemente mediante justificativa técnica.

22.24.6 Nos locais onde pessoas estiverem transitando ou trabalhando, as concentrações de oxigênio no ar não deve ser inferior a dezenove por cento em volume.

22.24.7 A vazão de ar necessária em minas de carvão, para cada frente de trabalho, deve ser de, no mínimo, seis metros cúbicos por minuto por pessoa.

22.24.7.1 A vazão de ar fresco em galerias de minas de carvão constituídas pelos últimos travessões arrombado deve ser de, no mínimo, duzentos e cinqüenta metros cúbicos por minuto.

22.24.7.2 Em outras minas, a quantidade do ar fresco nas frentes de trabalho deve ser de, no mínimo, dois metros cúbicos por minuto por pessoa.

22.24.7.3 No caso da utilização de veículos e equipamentos a óleo diesel que operem com diesel com teor de enxofre máximo de 50 ppm e motores que tenham padrões de emissão aceitáveis pela fase P7 do Proconve -Programas de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, a vazão de ar fresco na frente de trabalho deve ser aumentada em dois vírgula sessenta e cinco metros cúbicos por minuto para cada cavalo-vapor de potência instalada. (Alterado pela Portaria MTE n.º 732, de 22 de maio de 2014).

22.24.7.3.1 No caso da utilização de veículos e equipamentos a óleo diesel com teor de enxofre acima de 50 ppm ou que operem com motores diesel que não tenham padrões de emissão aceitáveis pela fase P7 do Proconve -Programas de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, a vazão de ar fresco na frente de trabalho deve ser aumentada em três e meio metros cúbicos por minuto para cada cavalo-vapor de potência instalada. (Alterado pela Portaria MTE n.º 732, de 22 de maio de 2014).

22.24.7.3.2 No caso de uso simultâneo de mais de um veículo ou equipamento a diesel que operem com diesel com teor de enxofre máximo de 50 ppm e motores

que tenham padrões de emissão aceitáveis pela fase P7 do Proconve, em frente de desenvolvimento, deverá ser adotada a seguinte fórmula para o cálculo da vazão de ar fresco na frente de trabalho:

(Alterado pela Portaria MTE n.º 732, de 22 de maio de 2014).

$$QT = 2,65 (P1 + 0,75 \times P2 + 0,5 \times Pn) \text{ [m}^3\text{/min]}$$

Onde:

QT = vazão total de ar fresco em metros cúbico por minuto

P1 = potência em cavalo-vapor do equipamento de maior potência em operação

P2 = potência em cavalo-vapor do equipamento de segunda maior potência em operação

Pn = somatório da potência em cavalo-vapor dos demais equipamentos em operação.

22.24.7.3.2 No caso de uso simultâneo de mais de um veículo ou equipamento a óleo diesel com teor de enxofre acima de 50 ppm ou que operem com motores diesel que não tenham padrões de emissão aceitáveis pela fase P7 do Proconve - Programas de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, a vazão de ar fresco em frente de desenvolvimento, deverá ser adotada a seguinte fórmula para o cálculo da vazão de ar fresco na frente de trabalho:

(Alterado pela Portaria MTE n.º 732, de 22 de maio de 2014).

$$QT = 3,50 (P1 + 0,75 \times P2 + 0,5 \times Pn) \text{ [m}^3\text{/min]}$$

Onde:

QT = vazão total de ar fresco em metros cúbico por minuto

P1 = potência em cavalo-vapor do equipamento de maior potência em operação

P2 = potência em cavalo-vapor do equipamento de segunda maior potência em operação

Pn = somatório da potência em cavalo-vapor dos demais equipamentos em operação

22.24.7.3.4 No caso de desenvolvimento, sem uso de veículos ou equipamentos a óleo diesel, a vazão de ar fresco deverá ser dimensionada à razão de quinze metros cúbicos por minuto por metro quadrado da área da frente em desenvolvimento. (Alterado pela Portaria MTE n.º 732, de 22 de maio de 2014).

22.24.8 Em outras minas e demais atividades subterrâneas a vazão de ar fresco nas frentes de trabalho será dimensionada de acordo com o disposto no Quadro II prevalecendo a vazão que for maior.

22.24.9 O fluxo total de ar fresco na mina será, no mínimo, o somatório dos fluxos das áreas de desenvolvimento e dos fluxos das demais áreas da mina, dimensionados conforme determinado nesta Norma.

22.24.10 A velocidade do ar no subsolo não deve ser inferior a zero vírgula dois metros por segundo nem superior à média de oito metros por segundo onde haja circulação de pessoas.

22.24.10.1 Os casos especiais que demandem o aumento de limite superior da velocidade para até dez metros por segundo deverão ser submetidos à instância regional do Ministério do Trabalho e Emprego -MTE.

22.24.10.2 Em poços, furos de sonda, chaminés ou galerias, exclusivos para ventilação, a velocidade pode ser superior a dez metros por segundo.

22.24.11 Sempre que a passagem por portas de ventilação acarretar riscos oriundos da diferença de pressão, deverão ser instaladas duas portas em série, de modo a permitir que uma permaneça fechada enquanto a outra estiver aberta, durante o trânsito de pessoas o equipamentos.

22.24.11.1 A montagem e desmontagem das portas de ventilação somente será permitida com autorização do responsável pela mina.

22.24.12 Na corrente principal, as estruturas utilizadas para a separação de ar fresco do ar viciado, nos cruzamentos, devem ser construídas com alvenaria ou material resistente à combustão ou revestido com material anti-chama.

22.24.12.1 Os tapumes de ventilação devem ser conservados em boas condições de vedação de forma a proporcionar um fluxo adequado de ar nas frentes de trabalho.

22.24.13 A instalação e as formas de operação do ventilador principal e do de emergência devem ser definidas e estabelecidas no projeto de ventilação constante do plano de lavra.

22.24.14 O sistema de ventilação deve atender, no mínimo, aos seguintes requisitos:

- a) possuir ventilador de emergência com capacidade que mantenha a direção do fluxo de ar, de acordo com as atividades para este caso, previstas no projeto de ventilação;
- b) as entradas aspirantes dos ventiladores devem ser protegidas;
- c) o ventilador principal e o de emergência devem ser instalados de modo que não permitam a recirculação do ar e

d) possuir sistema alternativo de alimentação de energia proveniente de fonte independente da alimentação principal para acionar o sistema de emergência nas seguintes situações:

I. minas sujeitas a acúmulo de gases explosivos ou tóxicos e

II. minas em que a falta de ventilação coloque em risco a segurança das pessoas durante sua retirada.

22.24.14.1 Na falta de alimentação de energia e de fonte independente da alimentação principal, o responsável pela mina deverá providenciar a retirada imediata das pessoas.

22.24.15 A estação onde estão localizados os ventiladores principais e de emergência deve estar equipada com instrumentos para medição da pressão do ar.

22.24.16 O ventilador principal deve ser dotado de dispositivo de alarme que indique a sua paralisação.

22.24.17 Os motores dos ventiladores a serem instalados nas frentes com presença de gases explosivos devem ser a prova de explosão.

22.24.18 Todas as galerias de desenvolvimento, após dez metros de avançamento, e obras subterrâneas sem comunicação ou em fundo de saco devem ser ventiladas através de sistema de ventilação auxiliar e o ventilador utilizado deverá ser instalado em posição que impeça a recirculação de ar.

22.24.18.1 A chave de partida dos ventiladores deve estar na corrente de ar fresco.

22.24.19 Para cada instalação ou desinstalação de ventilação auxiliar deve ser elaborado um diagrama específico, aprovado pelo responsável pela ventilação da mina.

22.24.20 A ventilação auxiliar não deve ser desligada enquanto houver pessoas trabalhando na frente de serviço, salvo em casos de manutenção do próprio sistema e após a retirada do pessoal, permitida apenas a presença da equipe de manutenção, seguindo procedimentos previstos para esta situação específica.

22.24.21 É vedada a ventilação utilizando-se somente ar comprimido, salvo em situações de emergência ou se o mesmo for tratado para a retirada de impurezas.

22.24.21.1 O ar de descarga das perfuratrizes não é considerado ar de ventilação.

22.24.22 O pessoal envolvido na ventilação e todo o nível de supervisão da mina, que trabalhe em subsolo, devem receber treinamento em princípios básicos de ventilação de mina.

22.24.23 Devem ser executadas, mensalmente, medições para avaliação da velocidade, vazão do ar, temperatura de bulbo seco e bulbo úmido contemplando, no mínimo, os seguintes pontos:

- a) caminhos de entrada da ventilação;
- b) frentes de lavra e de desenvolvimento e
- c) ventilador principal.

22.24.23.1 Os resultados das medições devem ser anotados em registros próprios.

22.24.24 No caso de minas grisutasas ou com ocorrência de gases tóxicos, explosivos ou inflamáveis o controle da sua concentração deve ser feito a cada turno, nas frentes de trabalho em operação e nos pontos importantes da ventilação.

QUADRO II

Determinação da vazão de ar fresco conforme disposto no item 22.24.8

a) Cálculo da vazão de ar fresco em função do número máximo de pessoas ou máquinas com motores a combustão a óleo diesel

$$QT = Q1 \times n1 + Q2 \times n2 \text{ [m}^3\text{/min]}$$

Onde: QT= vazão total de ar fresco em m³/min

Q1 = quantidade de ar por pessoa em m³/min (em minas de carvão = 6,0 m³/min ; em outras minas = 2,0 m³/min)

n1 = número de pessoas no turno de trabalho

Q2 = 3,5 m³/min/cv (cavalo-vapor) dos motores a óleo diesel

n2 = número total de cavalo-vapor dos motores a óleo diesel em operação

b) Cálculo da vazão de ar fresco em função do consumo de explosivos

$$QT = 0,5 \times A \text{ [m}^3\text{/min]}$$

Onde: QT= vazão total de ar fresco em m³/min

A = quantidade total em quilogramas de explosivos empregados por desmonte

t = tempo de aeração (reentrada) da frente em minutos

c) Cálculo da vazão de ar fresco em função da tonelagem mensal desmontada

$$Q = q \times T \text{ [m}^3\text{/min]}$$

Onde: QT= vazão total de ar fresco em m³/min

q = vazão de ar em m³/minuto para 1.000 toneladas desmontadas por mês
(mínimo de 180 m³/minuto/1.000 toneladas por mês)

T = produção em toneladas desmontadas por mês.

3.3.3 NR 22.32 - Operações de Emergência

22.32.1- Toda mina deverá elaborar, implementar e manter atualizado um plano de emergência que inclua, no mínimo, os seguintes requisitos:

- a) Identificação de seus riscos maiores;
- b) normas de procedimentos para operações em caso de:
 - I) incêndios;
 - II) inundações;
 - III) explosões;
 - IV) desabamentos;
 - V) paralisação do fornecimento de energia para o sistema de ventilação;
 - VI) acidentes maiores e
 - VII) outras situações de emergência em função das características da mina, dos produtos e dos insumos utilizados;
- c) localização de equipamentos e materiais necessários para as operações de emergência e prestação de primeiros socorros;
- d) descrição da composição e os procedimentos de operação de brigadas de emergência para atuar nas situações descritas nos incisos I a VII;
- e) treinamento periódico das brigadas de emergência;
- f) simulação periódica de situações de salvamento com a mobilização do contingente da mina diretamente afetado pelo evento;
- g) definição de áreas e instalações devidamente construídas e equipadas para refúgio das pessoas e prestação de primeiros socorros;
- h) definição de sistema de comunicação e sinalização de emergência, abrangendo o ambiente interno e externo e a articulação da empresa com órgãos da defesa civil.

22.32.1.1- Compete ao supervisor conhecer e divulgar os procedimentos do plano de emergência a todos os seus subordinados.

22.32.2 - A empresa proporcionará treinamento semestral específico à brigada de emergência, com aulas teóricas e aplicações práticas.

22.32.3 - Devem ser realizadas, anualmente, simulações do plano de emergência com mobilização do contingente da mina diretamente afetado.

22.32.4- Nas minas de subsolo deve existir uma área reservada para refúgio, em caso de emergência, devidamente construída e equipada para abrigar o pessoal e prestação de primeiros socorros.

3.3.4 NR 22.33 - Vias e Saídas de Emergência

22.33.1- Toda mina subterrânea em atividade deve possuir, obrigatoriamente, no mínimo, duas vias de acesso à superfície, uma via principal e uma alternativa ou de emergência, separadas entre si e comunicando-se por vias secundárias, de forma que a interrupção de uma delas não afete o trânsito pela outra.

22.33.1.1 - O disposto neste item não se aplica durante a fase de abertura da mina.

22.33.2 - Na mina subterrânea em operação normal de suas atividades, as vias principais e secundárias devem proporcionar condições para que toda pessoa, a partir dos locais de trabalho, tenha alternativa de trânsito para as duas vias de acesso à superfície, sendo uma delas o caminho de emergência.

22.33.3 - No subsolo, os locais de trabalho devem possibilitar a imediata evacuação, em condições de segurança para os trabalhadores, devendo ser previsto o número e distribuição do pessoal no plano de emergências conforme disposto no subitem 22.32.1.

22.33.4 - As vias e saídas de emergência devem ser direcionadas o mais diretamente possível para o exterior, em zona de segurança ou ponto de concentração previamente determinado e sinalizado.

22.33.5 - As vias e saídas de emergência, assim como as vias de circulação e as portas que lhes dão acesso, devem ser devidamente sinalizadas e mantidas desobstruídas.

22.33.6. Os planos inclinados e chaminés destinadas à saída de emergência devem possuir escadas construídas e instaladas conforme prescrito no item 22.10.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para o levantamento do projeto de sinalização fez-se necessário o conhecimento e a descrição do plano de evacuação em caso de sinistro, as entradas e saídas do subsolo, ter uma galeria totalmente liberada e desobstruída afim de que se execute o projeto proposto.

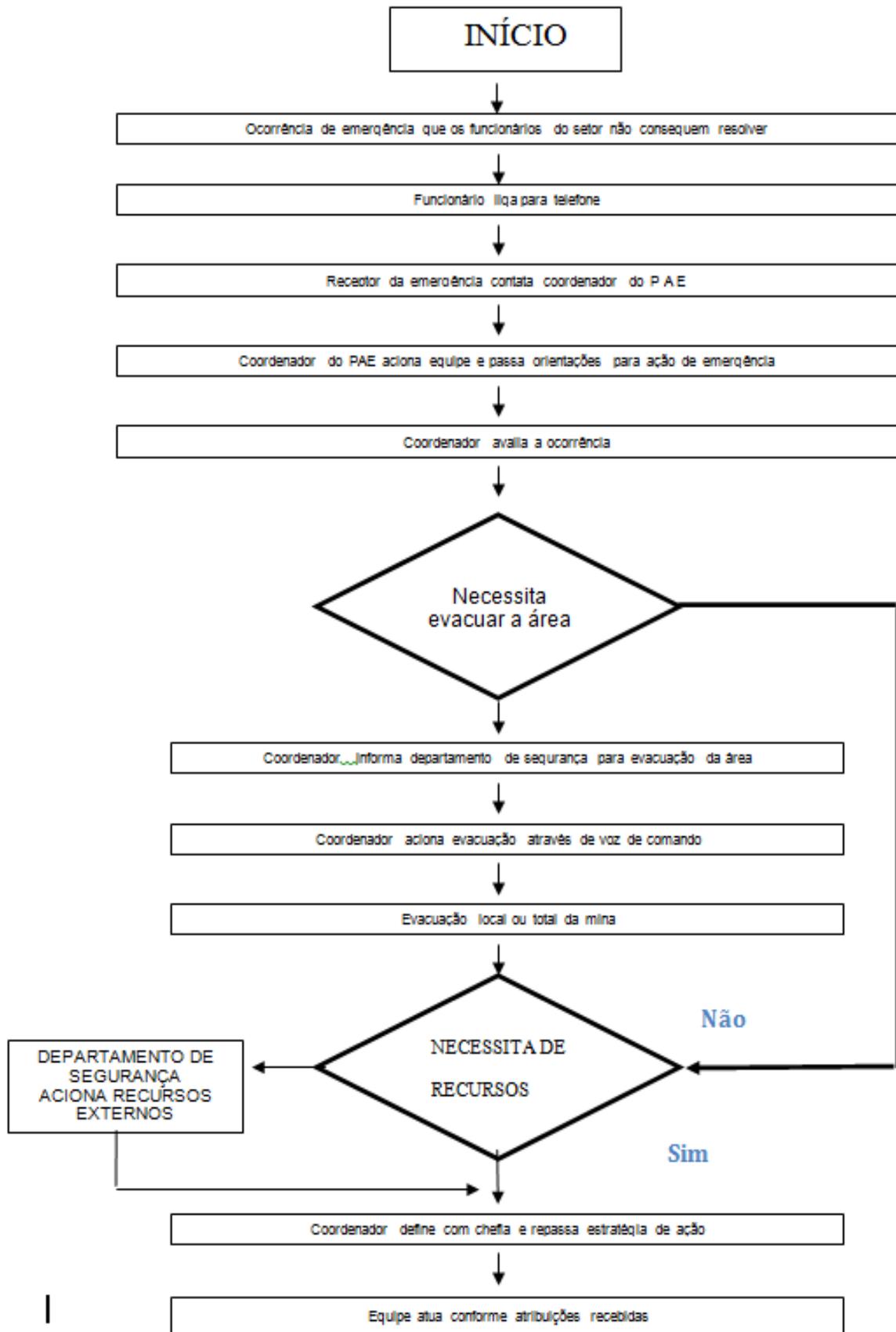
4.1 PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL

O plano de ação Emergencial (PAE) conforme detalhado na figura 3 é um procedimento realizado pela empresa juntamente com todos os colaboradores que realizam suas atividades no subsolo e que apresente algum risco a vida ou que esteja em eminência de sofrer um acidente. De uma forma geral é uma ação de desocupação que tem por objetivo minimizar e prevenir o máximo possível à ocorrência de acidentes que possam provocar danos pessoais.

O conhecimento dos procedimentos de emergência é muito importante, e por consequência, conhecer a localização das rotas de fuga, dos pontos de encontro e saídas de emergência, pode ser a diferença entre sair são e salvo de uma situação emergencial ou sofrer as consequências do evento. Através de exercícios simulados é que conseguimos memorizar de maneira profunda e automatizar o trajeto a percorrer.

Um dos objetivos dos simulados de emergência é justamente avaliar a eficácia das rotas de fuga e o seu conhecimento por parte dos colaboradores, nos dando também, uma resposta da sua adequação e eventuais melhorias a fazer.

Figura 3: Plano de Ação Emergencial (PAE).



Fonte: Departamento de segurança da Empresa.

4.2 PONTO DE ENCONTRO NO PAINEL

Local previamente estabelecido, onde serão reunidos todos os colaboradores, que neste caso será considerado com o primeiro ponto de encontro que será a banca de refeição do painel (conjunto mecanizado) conforme figura 4.

Neste local o supervisor responsável fará uma contagem e ou lista de chamada dos colaboradores que fazem parte da sua equipe certificando-se que todos estejam presentes aguardando uma ordem de evacuação

Figura 4: Banca de Refeição do Painel.



Fonte: Do autor.

4.3 PLANTA DE EMERGÊNCIA

Representação gráfica em forma de planta que orienta os ocupantes de cada painel (conjunto mecanizado) sobre qual rota deve ser seguida para o abandono em segurança, de forma a dirigi-los ao Ponto de Encontro afastado das frentes de trabalho.

Essa planta (figura 5) ficará na banca de refeição de cada painel com indicações de onde a equipe está e qual rota deverá usar para evacuação do local.

O Supervisor será o responsável à conduzir a sua equipe até o Ponto de Encontro seguindo a Rota de Fuga contida na Planta de Emergência ou orientado pelo responsável pelo setor de Segurança da empresa.

Figura 5: Planta de Localização.



Fonte: Departamento de Planejamento da Empresa.

4.4 CÂMARA DE REFÚGIO

A câmaras de refúgio (Figura 6) ou Abrigos de emergência são um componente integral do Plano de Resposta de Emergência de uma operação em minas subterrâneas.

Incêndios, explosões, quedas de rochas , inundações,fumo de escape ou outros gases tóxicos são incidentes que podem ocorrer durante a atividade mineira, Neste tipo de emergência , quando a evacuação não é mais seguro ou não viável, abrigos de emergência são projetados no subsolo para proporcionar uma zona de segurança para a primeira opção pessoal para atender e esperar para ser removido.

Figura 6: Câmara de Refúgio



Fonte: Do autor

4.5 CIRCUITO DE VENTILAÇÃO

A ventilação em minas subterrâneas tem como finalidade assegurar o ar puro a fim de criar condições ótimas de trabalho e a prevenção de explosões em consequência das acumulações de gases ou pó explosivos.

O ar chega às frentes de trabalho através de dois circuitos de ventilação: o circuito principal e o circuito secundário. O circuito principal tem como objetivo conduzir o ar novo até as frentes de lavra mais distantes, e retirar o ar impuro e o pó presente nessas frentes. O circuito secundário tem como objetivo levar ar puro e refrigerado até as frentes de lavra e a exaustão do pó nas frentes de lavra.

O sistema de ventilação tem como o objetivo, retirar do interior da mina o ar de “má qualidade” e fornecer ar puro a todas as frentes de trabalho, em quantidade suficiente para oferecer aos trabalhadores condições mínimas de higiene e segurança.

A figura 7 mostra um curto circuito de ventilação onde é separado o ar limpo do ar viciado proveniente das frentes de lavra separados por um tapume de alvenaria com um portão de ferro que serve tanto para separar o ar como acesso de trabalhadores, máquinas e veículos para ambos os lados do circuito.

Figura 7: Portão de curto circuito



Fonte: Do autor

4.6 APLICAÇÃO DAS PLACAS DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA

As Placas de saída de emergência devem ser fixadas exclusivamente na indicação de uma saída utilizada como Rota de Fuga em caso de Emergência. Portanto, é fundamental diferenciar as saídas comuns das saídas exclusivas para uso de emergência para que em caso de sinistro não haja dúvidas em que direção tomar para sair do subsolo com segurança.

4.7 TIPOS DE PLACAS SAÍDA DE EMERGÊNCIA

- Placas saída de emergência rota de fuga;
- Placas saída de emergência saída de emergência;
- Placas saída de emergência escadas;
- Placas saída de emergência rampa;
- Placas saída de emergência porta contra fogo; entre outros.

Neste caso serão usadas placas de saída de emergência na cor verde com setas indicativas que serão colocadas dispostas no teto e em ambos os lados da galeria como mostram as figuras 8, 9 e 10.

Figura 8: Placa de Sinalização de emergência Fixada no teto da galeria.



Fonte: Do autor.

Figura 9: Placa de Sinalização de emergência Fixada a 0,50m e a 1,80m do piso(Lapa) na lateral direita da galeria no sentido subsolo/superfície.



Fonte: Do autor.

Figura 10: Placa de Sinalização de emergência Fixada a 0,50m e a 1,80m do piso(Lapa) na lateral esquerda da galeria no sentido subsolo/superfície.



Fonte: Do autor.

De acordo com a Norma Brasileira NBR 13434-1:2004, a **Sinalização de emergência** deve ser localizada acima das portas, de forma visível e clara no máximo a 10 cm da verga. No entanto se não for possível colocar a **Sinalização de emergência** neste local deve-se colocá-las diretamente na folha da porta, centralizada a uma altura de 1,80 m, medida do piso à base da sinalização.

Em função de o projeto estar sendo realizada no subsolo de uma mineradora a recomendação da altura estipulada pela NBR em 1,80m para portas em edificações, essa altura ficou determinada para as alturas laterais superiores em ambos os lados da galeria, tendo em vista que a altura da mesma galeria usada como rota de fuga pode variar de 2,,50m à 4,50m, desta maneira contemplaremos a sinalização no teto também com placas de sinalização de emergência ao longo da galeria e com afastamento do teto entre 0,30m.

4.8 EXECUÇÃO DO PROJETO

Para essa etapa do projeto fez-se necessário a determinação da galeria exemplificada pelas figuras 11, 12, 13, 14 e 15, que será usada levando-se em consideração que a mesma deverá estar totalmente limpa e desobstruída.

Figura 11: Galeria sinalizada em ambos os lados com iluminação.



Fonte: Do autor.

Figura 12: Galeria sinalizada em ambos os lados e no teto e sem iluminação



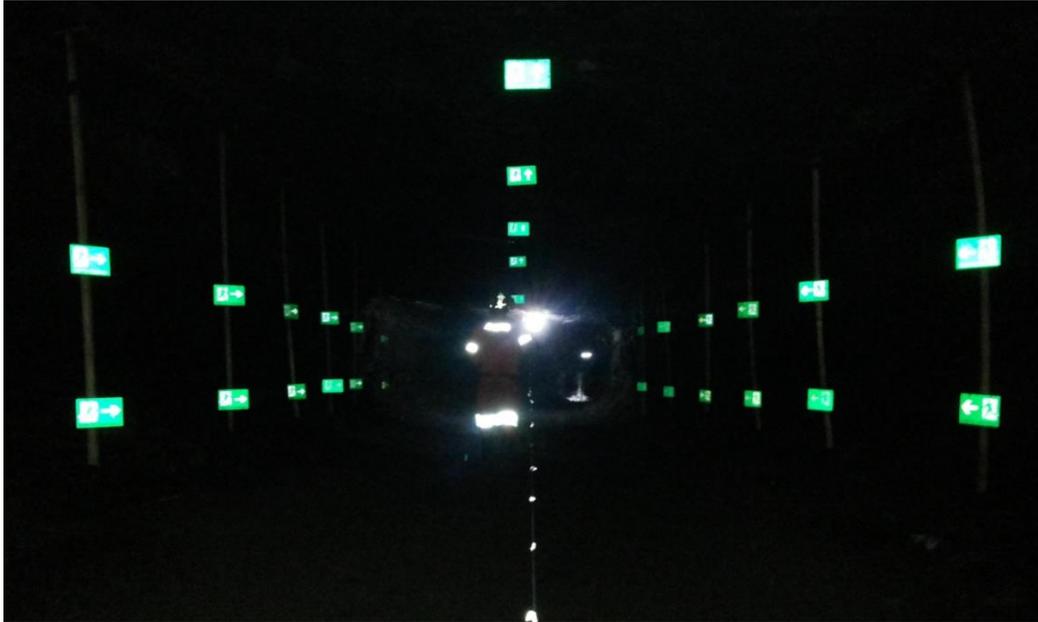
Fonte: Do autor.

Figura 13: Galeria sinalizada em ambos os lados e no teto e com iluminação



Fonte: Do autor.

Figura 14: Galeria sinalizada em ambos os lados e no teto e sem iluminação com linha guia no centro da galeria



Fonte: Do Autor.

Figura 15: Galeria sinalizada em ambos os lados e no teto e sem iluminação com linha guia no centro da galeria.



Fonte: Do Autor

5 CONCLUSÃO

O Projeto, sobre sinalização de emergência para Rota de Fuga, foi apresentado em função de que podem ocorrer situações excepcionais (Sinistros) no subsolo da mineradora em que os controles de prevenção não são suficientes para mitigar seus efeitos, sejam por falhas humanas ou de equipamentos, sejam pela simultaneidade de fatores imponderáveis (como desabamento de teto, inundações, incêndios ou explosões) que resultem numa emergência. Por isso, planejam-se ações emergenciais com o intuito de preparar a empresa, neste caso, seus colaboradores para tais situações. A metodologia adotada, utilizando as principais normas regulamentadoras relacionadas com o tema, foi importante para o atendimento aos objetivos, sendo que o projeto proposto é voltado a aplicação nas empresas mineradoras e de acordo com a legislação aplicável.

Esse projeto de sinalização elaborado do plano de atendimento a esses eventos visa permitir o deslocamento para os locais seguros, ou pontos de encontro, também determinados no Plano de Ação Emergencial da empresa (PAE), seja bastante facilitado, buscando garantir o maior nível de segurança possível para aqueles que farão seu uso.

A utilização das Rotas de Fuga deve ser feita seguindo à risca as recomendações do Plano de Ação Emergencial, quais sejam: obedecer a sinalização, não depredar ou danificar tais dispositivos de sinalização, comunicar ao SESMT possíveis reparos na sinalização, deslocar-se de forma rápida, porém ordenada, manter em fila indiana conforme treinamento, manter as rotas de fuga desobstruídas (afinal, nunca sabemos com certeza o momento em que iremos precisar dela). Essas determinações fazem com que essas vias funcionem de forma eficiente no seu principal objetivo e também evitam que os colaboradores, na ansiedade de sair do local da emergência, entrem em pânico e acabem por se tornar vítimas por se deslocarem em direções equivocadas afastando-se das saídas.

Para que isso possa acontecer de maneira eficaz é necessário que todos os colaboradores sejam repetidamente treinados sobre os procedimentos de emergência, conhecer o painel de trabalho, conhecer o primeiro ponto de encontro (neste caso a banca de refeição do painel), conhecer o segundo ponto de encontro (neste caso a câmara de refúgio), conhecer a localização da rota de

fuga, dos pontos de encontro e saídas de emergência, essas regras pode ser a diferença entre sair são e salvo de uma situação emergencial ou sofrer as consequências do evento.

Lembrando que o presente projeto, do ponto de vista do autor, visa aperfeiçoar, melhorar e ou implantar uma sinalização tendo em vista anos de vivência no trabalho minerário em regime de subsolo.

Para que tal Rota Sinalizada seja eficaz tem-se a realizar simulado de ação de evacuação para poder avaliar as necessidades de melhoria conforme as tomadas de tempo em relação à saída e justamente avaliar a eficácia da rota de fuga e o seu conhecimento por parte dos colaboradores, nos dando também, uma resposta da sua adequação e eventuais melhorias a fazer.

REFERÊNCIAS

BARROS FILHO, Arlindo – **Pioneiros das Minas de Carvão RS** – Revista Carvão de Pedra, março 1970 e citação em *Bunse*, Heinrich A.W., 1984

BELOLLI, Mario; QUADROS, Joice. GUIDI, Ayser. **História do Carvão em Santa Catarina**. Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina. Criciúma, 2002

BENITE, Anderson Glauco. **Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho**. São Paulo: Nome da Rosa, 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (2011a). **NR – Normas Regulamentadoras** Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nrs.htm>. Acessado em 31 de Maio de 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego (2011b). **NR – Normas Regulamentadoras**. Disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras. Acessado em 31 de Maio de 2014.

DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral (2001). **Portaria nº 237**. Disponível em: http://www.dnpm.org.br/portarias/nrm_237. Acessado em 31 de Maio de 2014

GOMES, Aramis J. Pereira. **Carvão do Brasil turfa agrícola: geologia, meio ambiente e participação estratégica na produção de eletricidade no Sul do Brasil**. Porto Alegre: EST, 2002 164 p

IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração (2011). **Revista Minérios &Minerales**. Disponível em: http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=144464. Acessado em 31 de Maio de 2014.

JÚNIOR, Antéro Mafra. MADEIRA, Mário Sérgio. **A Segurança do trabalho e minas de carvão agindo na prevenção da pneumoconiose – Região carbonífera de Santa Catarina**. Trabalho de conclusão de curso de especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC. Criciúma, 2005. Disponível em: <http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000028/000028C9.pdf>

NELSON, H. E, MACLENNAN, H. A. “Emergency Movement”. In: *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (2nd Edition), National Fire Protection Association, Quincy, Massachussets, pp. 3-295, 1996.

OHSAS 18001, Occupational Health and Safety Assessment Series (1999). **Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional** - Requisitos.

PASSINI, R., PROULX, G. "Building Access and Safety for the Visually Impaired Person". In *Proceedings for the International Conference on Fire Science and Engineering – ASIAFLAM'95*. ISBN 0951632078, pp. 139-150, March 1995.

VEIT Benedito, "**Assim Nasce uma Riqueza: A Trajetória do Carvão na Região Carbonífera**", Ed. Alcance, 2004. Disponível em: http://www.carvaomineral.com.br/interna_conteudo.php?i_subarea=8&i_area=4. Acessado em 01 de junho de 2014.

SITES VISITADOS

<http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/759/1/monografia.pdf>

[\(http://carboniferametropolitana.com.br/historico.htm\)](http://carboniferametropolitana.com.br/historico.htm)

<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-22.htm>

http://www.apsbr.com.br/br/pagina/?id=49/diferenca_entre_risco_e_perigo.html

<http://www.acessibilidadenapratica.com.br/textos/rotas-de-fuga/>

http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/nrm_06.htm

http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/nrm_22.htm

http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/nrm_07.htm

http://www.fecra.edu.br/admin/arquivos/MODELO_PRE-PROJETO_2012.pdf