

# **PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA PARA OS TRABALHADORES EM MINA DE POTÁSSIO.**

**Eraldo Bomfim de Oliveira<sup>1</sup>**

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo apresentar as doenças que atingem o sistema respiratório dos trabalhadores que executam atividades em Mina Subterrânea, fornece informações e orientação sobre o modo apropriado de selecionar, usar e cuidar dos respiradores. As recomendações abrangem o uso de equipamento de proteção respiratória cuja finalidade é a de dar proteção contra inalação de contaminantes nocivos do ar e contra deficiência de oxigênio na atmosfera do ambiente de trabalho.

Palavras Chave: Proteção Respiratória. Riscos. Saúde do Trabalhador. Ambientes de Trabalho

## **ABSTRACT**

This work presents the diseases that affecting the respiratory system of workers who perform activities in Underground Mine, provides information and orientation on the way to select, using and care of respirators. The recommendations cover the use of respiratory protective equipment whose purpose the protection against inhalation of harmful contaminants from air and oxygen deficient atmosphere in the workplace.

Keyword: Respiratory Protection. Risks. Health of the Worker. Environments of Work.

---

<sup>1</sup>OLIVEIRA, Eraldo Bomfim de – Graduado em Engenharia Elétrica – Faculdade Pio Décimo, Pós Graduação – Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho – Faculdade de Negócios de Sergipe - Fanese, Exercendo suas atividades laborais na VPN – Vale Potássio Nordeste. Artigo sob a orientação do Prof. Esp. João Lins e Co-orientação da Profa. Ma. Jussara Maria Viana Silveira.

## Introdução

A Saúde e Segurança do Trabalho constituem a interação entre a saúde e o trabalho tendo como objetivos preservar a integridade física dos trabalhadores em minas subterrâneas e objetivando a preservação da vida humana. Para tanto, é necessário entender as relações muitas vezes confusas entre as legislações trabalhistas e previdenciárias, com o surgimento do Decreto 4.882, de 18/11/2003, da Presidência da República, e aplicando-se os procedimentos técnicos de levantamento ambiental definidos na Instrução Normativa nº. 99 do Ministério da Previdência. Apesar de novas tecnologias no controle e prevenção das nocividades, ainda há ambientes de trabalho que são entendidos como situações combinadas, capaz de trazer ou ocasionar danos à saúde ou à integridade física do trabalhador ou ainda ocasionar alterações no conforto, eficiência e produtividade. Em 1950, na cidade de Genebra, foi criado o Comitê Misto da OIT/OMS, definindo que “A Saúde Ocupacional tem como objetivos a promoção e manutenção do mais alto grau de bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores, a prevenção entre os trabalhadores, de desvios de saúde causados pelas condições de trabalho; a proteção dos trabalhadores em seus empregos, dos riscos resultantes de fatores adversos à saúde; a colocação e manutenção do trabalhador adaptadas às aptidões fisiológicas e psicológicas, e a adaptação do trabalho ao homem e de cada homem a sua atividade”. O artigo tem como objetivo apresentar as necessidades de proteger a saúde dos trabalhadores contra a inalação de agentes químicos através do emprego de respiradores;

Divulgar os tipos de doenças respiratórias contidas nos diversos ramos de atividades e nos ambientes de trabalho e;

As formas de contaminação através dos agentes nocivos a saúde dos trabalhadores.

## **PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA PARA OS TRABALHADORES EM MINA DE POTÁSSIO.**

Desde os primeiros séculos da era cristã, já mencionava – se o uso de um capuz de bexiga animal contra a inalação de óxido de chumbo vermelho nos trabalhos realizados no interior das minas. No século XVI, Leonardo da Vinci (1452-1519) recomendava o uso de um pano molhado sobre as vias respiratórias contra agentes químicos. Para trabalhos demorados sob a água, indicava a utilização de um “Snorkel” ligado a um longo tubo cuja extremidade livre ficava presa a uma bóia na superfície da água.

Nas muitas atividades de trabalho em minas subterrânea de potássio, existem inúmeros e minúsculos contaminantes, que ficam suspensos no ar.

O ar que respiramos é composto de aproximadamente 21% vinte e um por cento de oxigênio, 78% setenta e oito por cento de nitrogênio e 1% um por cento de outros gases. Nesta combinação estes gases mantêm a existência da vida.

A saúde dos trabalhadores depende do ar puro que respiramos porem, quando outras substâncias estão presentes, poderemos estar sujeito a irritações, indisposições, problemas de saúde e até mesmo a morte porque os riscos em um ambiente de trabalho em muitas das vezes não são percebidos.

É importante compreender os possíveis riscos que podem afetar a saúde dos trabalhadores, simplesmente porque o ar aparenta ser puro, não significa que não existem riscos, que muitas das vezes eles não são visíveis e nem têm cheiro.

O Corpo humano é comparável a uma indústria química, tanta são as transformações que nele se processam. A energia química armazenada nos alimentos é transformada, após uma cadeia de reações:  $(C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{energia})$ , energia cinética e energia térmica.

Esta cadeia de reações sempre termina com uma reação típica de combustão, ou seja, a combinação de algum hidrocarboneto com oxigênio, resultando daí o dióxido de carbono e vapor d'água.

O meio de transporte que leva o oxigênio a todas as células do nosso organismo é o sangue. A tarefa de transportar o oxigênio através do corpo é uma das funções do aparelho circulatório, bem como recolher o produto da reação, o CO<sub>2</sub> e levá-lo aos pulmões para ser expelido.

Durante o século XIX, nos Estados Unidos, surgiu a necessidade de se identificar a presença de gases tóxicos ou asfixiantes nas minas subterrâneas. O gás

metano, gerado pela decomposição de matéria orgânica, e o gás sulfídrico foram causadores de vários acidentes, muitos deles fatais. As primeiras tentativas para identificação de gases e vapores tóxicos eram utilizando pequenos animais como pássaros, roedores e cães.

Com o desenvolvimento industrial e à utilização cada vez mais freqüentes dos produtos químicos tóxicos, inflamáveis e com maior controle dos órgãos governamentais, foi propiciado o desenvolvimento de uma grande variedade de instrumentos de detecção de gases e vapores, como também aparelhos para monitoramento em corpos hídricos, alertando quando a concentração ultrapassa parâmetros aceitáveis, pela portaria N°. 3.214, de 8-6-1978, Norma Regulamentadora NR-15.

Na identificação de gases ou vapores são utilizados analisadores fixos e portáteis de leitura direta. O uso de analisadores fixos é restrito ao interior de instalações onde o monitoramento é necessário para avaliar a exposição ocupacional. A utilização dos analisadores portáteis de leitura direta surgiu com a necessidade de realização de leituras rápidas em campo por ocasião de acidentes ambientais ou quando da necessidade de levantamento de valores relativos à segurança e saúde ocupacional.

O monitoramento poderá ser feito por diversos tipos de analisadores, relativamente fáceis de operar e que fornecem informações quantitativas sobre a presença de uma determinada substância química conhecida ou esperada existir no ambiente.

Um risco respiratório existe num ambiente de trabalho sempre que uma substância estiver presente na atmosfera em concentrações que sejam agressivas ao organismo ou sempre que uma deficiência de oxigênio ocorra nessa atmosfera. Os riscos respiratórios dentro de uma mina de potássio podem consistir na deficiência de oxigênio e contaminantes do ar, material particulado (poeiras), névoas, fumos, vapores e gases.

Os meios primários para proteção dos trabalhadores contra os riscos respiratórios são: engenharia de controle, normas administrativas e práticas de trabalho. Os controles de engenharia podem eliminar o risco respiratório e reduzir os níveis de riscos respiratórios, riscos nas atmosferas dos ambientes de trabalho a níveis suficientemente baixos para que não sejam agressivos às pessoas. Isto é, controles de engenharia asseguram de que o ar que respiramos nos ambientes seja de boa qualidade.

Normas Administrativas limitam o tempo de exposição dos trabalhadores aos riscos respiratórios nas atmosferas de trabalho, de forma que os trabalhadores também

não sofram essas agressões. Práticas de trabalho previnem ou reduzem exposição dos trabalhadores a riscos respiratórios nos ambientes de trabalho de forma que as tarefas e procedimentos sejam realizados sem riscos. Instalar exaustores para coletar e remover os contaminantes do ar é uma medida de engenharia de controle. Limitar a exposição do trabalhador a riscos em 2 (duas) horas por dia é uma determinação administrativa. Reescrever procedimentos de trabalho de forma que a chance de exposição a substâncias potencialmente tóxicas seja reduzida, é um controle de boas práticas de trabalho.

O uso de respiradores como forma de proteção respiratória é o último recurso, por isso ele não está listado entre os meios primários. No entanto, existem situações onde controles de engenharia, normas administrativas e práticas de trabalho podem não ser aplicáveis, impossíveis, ou não adequadamente eficientes. Além disso, também existem situações em que os controles de engenharia ainda estejam sendo desenvolvidos, instalados e avaliados e a proteção é necessária nesse ínterim. Em tais situações, os empregadores e os supervisores durante a execução de suas atividades de lavra dos painéis, devem providenciar respiradores adequados aos trabalhadores, de forma a protegê-los contra os riscos respiratórios. Também devem estar disponíveis respiradores para escape de emergências e operações de salvamento.

O Programa de Proteção Respiratória, do Ministério do Trabalho, é uma norma administrativa estabelecida pela Instrução Normativa nº. 1 de 11 de abril de 1994, é um documento hábil e completo que ajuda não somente na seleção correta do respirador adequado ao trabalho a ser realizado, mas também contém recomendações importantes quanto ao seu uso e cuidados.

O sistema respiratório se divide em três regiões, cada uma cobrindo uma ou mais regiões anatômicas. Essas diferem significativamente quanto à estrutura, ao perfil de escoamento do ar no seu interior (laminar, turbulento), à função (dutos condutores, área de troca gasosa) e à sensibilidade perante as partículas depositadas.

A primeira é a região da cabeça ou nasofaringe que inclui o nariz, boca, faringe e laringe. Esta região possui uma vasta vascularização, funciona como um condicionador de ar, porque ao passar, pela região, é aquecido aproximadamente a 37°C e umedecido com vapores de água proveniente das mucosas até quase a saturação. Nos pêlos nasais e nesta região ficam retidas principalmente as partículas maiores que 10 µm.

O muco que reveste toda região condutora de ar até os alvéolos desempenha um papel importante no fornecimento de vapor de água para o umedecimento do ar e na retenção das partículas que não ficaram presas aos pêlos e na cavidade nasal. Ele é

constantemente produzido pelas células caliciformes e outras glândulas mucosas existentes nas paredes.

A faringe liga a cavidade nasal à laringe, serve de passagem para o ar e alimentos e forma uma câmara de ressonância para a fala.

A laringe é uma estrutura tubular cartilaginosa, situada entre a faringe e a traquéia, sendo facilmente percebida na porção superior do pescoço; move-se durante a deglutição e participa da condução do ar que vai ao sai dos pulmões. A epiglote é uma cartilagem elástica, em forma de lâmina, e serve para impedir que o alimento entre na laringe durante a deglutição.

A segunda região é a traqueobrônquica que inclui desde a laringe até os bronquíolos terminais e se assemelha a uma árvore invertida, onde o tronco é a traquéia, que se subdivide em ramos cada vez mais finos, constituindo a chamada árvore brônquica. A traquéia tem aproximadamente 12 cm de comprimento e 1,7 cm de diâmetro, vai da laringe até mais ou menos a metade do tórax, onde se divide em dois brônquios, denominados brônquios primários. É formado em anéis de cartilagens em forma de C, empilhados um sobre o outro, formando um duto. O ar, ao transitar por este duto com vazão de 20 L/min, correspondente a um trabalho leve, apresenta velocidade de 145 cm/s. Os bronquíolos medem cerca de 2 cm de comprimento e têm diâmetro de 1,7 mm, sendo que a velocidade do ar nessa região são para 21 cm/s. Já nos dutos alveolares, com 1,5 mm de comprimento e 0,7 mm de diâmetro, a velocidade é de 0,08 cm/s. Essa grande diferença de velocidade nas diferentes regiões altera os mecanismos de deposição das partículas que chegam transportadas pelo ar inalado, ação gravitacional, inércia e movimento browniano, entre outros.

A traquéia e os brônquios são recobertos por células ciliadas, caliciformes e basais. As células ciliadas se encontram em todas as vias condutoras chegando até os bronquíolos respiratórios. Os cílios com formato de filamentos, desempenham um papel importante na remoção de partículas depositadas. Essas partículas medem cerca de 6  $\mu\text{m}$  de comprimento e 0,3  $\mu\text{m}$  de largura, e cada célula da parede dos dutos condutores do ar contém de 200 a 270 cílios que oscilam coordenadamente, aproximadamente mil vezes por minuto.

As superfícies das duas primeiras regiões que constituem o compartimento extratorácico são cobertas por uma camada de muco secretado por células caliciformes intercaladas com os cílios. As células basais, como indicam o nome, não ficam na superfície do revestimento dos dutos e são fontes de novas células quando há necessidade de substituição. Graça ao movimento ondulatório dos cílios, o muco, que os

lubrificada, é depositada nas paredes tubulares até a zona de deglutição, onde passa, então, para o trato gastrointestinal. As células ciliadas formam uma verdadeira esteira rolante que transporta o muco. O movimento ciliar pode ficar inibido pela fumaça do cigarro ou quando a umidade relativa do ar interno cair abaixo de 70% e cessar completamente em umidades muito baixas. Álcool e tabagismo alteram a mobilidade ciliar.

A terceira região é a alveolar, que constitui o compartimento intratorácico. É a região em que ocorre a troca gasosa entre o ar e o sangue. São constituídos pelos bronquíolos respiratórios, os dutos alveolares, os átrios, os alvéolos e os sacos alveolares.

À medida que os brônquios vão formando ramificações menores, a estrutura das paredes vai se modificando, mais ainda contém células ciliares e muco. Pouco antes de chegar à área de troca gasosa, os bronquíolos são chamados de bronquíolos terminais. Os dutos alveolares, que iniciam a porção respiratória, são condutos longos e tortuosos que possuem em suas paredes alvéolos e sacos alveolares. Os bronquíolos terminais acabam nos alvéolos e também em conjunto de alvéolos denominados sacos alveolares. Os alvéolos são pequenas bolsas abertas de um lado, semelhantes aos favos de colméia, com espessuras de duas células (0,2  $\mu\text{m}$  a 0,6  $\mu\text{m}$ ). Formados por tecidos elásticos e permeáveis aos gases, são as últimas porções da árvore brônquica e os responsáveis pela estrutura esponjosa dos pulmões. Alguns alvéolos ficam dispostos ao longo de um trato aéreo linear comum, formando uma via de passagem denominada “duto alveolar”, de modo semelhante a cubículos que se abrem completamente para um único corredor. A parede entre dois alvéolos vizinhos, pode conter um ou mais orifícios, denominado poros de Kohn, de 10  $\mu\text{m}$  a 15  $\mu\text{m}$  de diâmetro, que fazem intercomunicação, permitindo igualar a pressão ou, então, realizando uma circulação de ar entre eles, quando uma das entradas estiver obstruída. Existem fibras musculares envolvendo os bronquíolos e os alvéolos para dar uma sustentação ao sistema. Calcula-se que o número de alvéolos em um adulto saudável atinge cerca de 300 milhões, e a área de troca gasosa varia de 30 metros quadrados na expiração até 100 metros quadrados na inspiração. Como o corpo humano não pode armazenar oxigênio, necessário. Daí a razão da grande área alveolar. O corpo humano consegue ficar sem comer durante semanas e sem beber por alguns dias, mas, sem oxigênio sobrevive apenas por alguns minutos.

Os Contaminantes do ar atmosférico em concentrações maiores do que as normais, ou qualquer outra substância presente no ar atmosférico podem ser consideradas como contaminantes ou poluentes do ar. Os contaminantes do ar variam quanto à sua forma (gás, vapor, líquido, sólido) ou quanto à sua composição partículas atômicas elementares, íons, moléculas simples e moléculas complexas.

Os contaminantes do ar geralmente são classificados de acordo com suas características físicas, composição química e propriedades, ou efeitos fisiológicos nos seres humanos.

Contaminantes particulados são contaminantes compostos por partículas discretas tanto sólidas quanto líquidas suspensas no ar, podendo ser classificadas de acordo com seu estado físico e propriedades ou podem ser classificados de acordo com seus efeitos fisiológicos nos seres humanos.

O termo aerossol é frequentemente aplicado a um sistema que consiste de partículas suspensas no ar. Um aerossol é um sistema disperso no qual o ar é a fase contínua ou meio dispersante, e o material particulado, na forma de sólido ou líquido discreto suspenso no ar, é a fase dispersa ou dispersóide.

As classificações físicas dos aerossóis são descritos de acordo com os dois principais processos envolvidos em sua formação: Dispersóide mecânico é definido como partículas de matéria, sólida ou líquida, que são formadas e dispersas no ar por meios mecânicos tais como processos de desintegração de moagem, trituração, perfuração, explosão e produção de sprays.

Dispersóide condensado é definido com sendo partículas de matéria, sólida ou líquida, que são formadas e dispersas no ar por reações físico-químicas tais como: combustão, vaporização, condensação, sublimação, calcinação ou destilação. Geralmente, as partículas são formadas por condensação do estado vapor/gás da substância.

A poeira é um aerossol no qual a fase dispersa é um dispersóide sólido mecânico. As partículas de uma poeira podem variar em tamanho desde submicroscópico até visível ou macroscópico.

O spray muitas vezes descrito como névoa é um aerossol no qual a fase dispersa é um dispersóide líquido mecânico. As partículas de um spray geralmente são visíveis, ou, de tamanho macroscópico.

O fumo é um aerossol no qual a fase dispersa é um dispersóide sólido de condensação. As partículas de fumos são geralmente menores do que 1 µm em tamanho.



A névoa é um aerossol no qual a fase dispersa é um dispersóide líquido de condensação. As partículas de uma névoa podem variar consideravelmente em tamanho, desde submicroscópico até visível, ou, macroscópico.

Fog é um tipo de névoa que tem densidade óptica de suficiente magnitude para interceptar ou obscurecer perceptivelmente a visão.

A fumaça é normalmente utilizada para definir um sistema que inclui produtos de combustão incompleta de substâncias orgânicas na forma de partículas sólidas ou líquidas suspensas no ar e produtos gasosos misturados com o ar. A densidade óptica de uma fumaça geralmente é suficientemente grande para se tornar visível e para interceptar ou obscurecer perceptivelmente a visão.

Smog é um sistema complexo que pode consistir de qualquer combinação de dispersóides, sólidos ou líquidos, suspensos no ar, gás ou vapores contaminantes dispersos no ar; Descreve-se, às vezes, o Smog como sendo uma mistura de “fog e fumaça (smoke)”. A densidade óptica do Smog geralmente é suficientemente grande para se tornar visível e para interceptar ou obscurecer perceptivelmente a visão.

#### Classificação Fisiológica de Aerossóis:

- a) Incômodo e/ou relativamente inerte. Este tipo de aerossol pode causar desconforto e pequena irritação sem causar lesões. No entanto, uma alta concentração dessas partículas de aerossol pode encobrir a aptidão do sistema respiratório em eliminá-los do trato respiratório, e grandes depósitos do material particulado que permanece no trato respiratório podem causar lesão. Exemplos são partículas de mármore e gesso suspensas no ar como partículas de poeiras.
- b) Produtores de Fibroses Pulmonares. Este tipo de aerossol produz nódulos e fibroses nos pulmões. Exemplos são suspensões de quartzo (sílica cristalina), partículas de poeiras e fibras de asbestos suspensas no ar.
- c) Carcinogênio, é um aerossol que resulta câncer em algumas pessoas, geralmente ocorre após um longo período latente. Exemplos são partículas de cromatos suspensas no ar, fibras de asbestos e partículas radiativas suspensas no ar.
- d) Irritantes químicos são aerossóis que produzem irritação, inflamação e ulceração, geralmente na porção superior do trato respiratório. Exemplos

incluem poeiras, sprays, fumos e névoas que contêm partículas compostas de ácidos, álcalis ou peróxidos.

e) Venenos Sistêmicos são aerossóis que produzem reações de patologia tóxica em várias partes do organismo. Exemplos incluem: poeiras, spray, fumo ou névoa que contêm partículas compostas de chumbo ou seus compostos que danificam os glóbulos vermelhos do sangue causando anemia; que afetam os intestinos produzindo cólicas, constipações e dores, que prejudicam os nervos e causam paralisia de certos músculos; que podem prejudicar o cérebro; como também poeiras e fumos contendo partículas de cádmio que causam doenças dos pulmões e lesões ao fígado e rins.

f) Alergogênio, este tipo de aerossol produz alergias, reações de hipersensibilidade no corpo tais como coceiras na cavidade nasal, corrimento nasal e respiração dificultada. Exemplos incluem poeiras contendo partículas de pólen, resinas plásticas, borrachas, fibras de pêlos, especiarias e tabaco.

g) Produtores de reações febris são aerossóis que produzem sensação de frio, seguida de febre. Exemplos incluem fumos de zinco e cobre e poeiras contendo partículas de certas fibras têxteis (algodão, cânhamo, juta e bagaço).

h) A pneumoconiose é literalmente um material particulado de poeira depositado nos pulmões, tanto que causam lesões ou inócuos. Num entendimento comum, a pneumoconiose é empregada como termo geral para qualquer das doenças dos pulmões resultantes de depósitos de material particulado nos pulmões.

Os contaminantes do ar no estado gasoso, gases ou vapores misturados com o ar, podem ser classificados de acordo com suas propriedades químicas e composição, ou de acordo com seus efeitos fisiológicos sobre o organismo humano.

Os contaminantes inertes do ar são substâncias que não reagem quimicamente com outras substâncias sob a maioria das condições. No entanto, estes gases inertes contaminantes do ar podem gerar um risco respiratório quando eles deslocam ar, assim produzindo uma deficiência de oxigênio. Exemplos são: Hélio, Argônio, Criptônio e Xenônio.

Os gases ácidos como contaminantes do ar são substâncias que reagem com água para produzir ácidos. Na água, eles produzem íons hidrogênio carregados positivamente e com um pH <7. Exemplos de contaminantes ácidos fortes do ar são: gás bromídrico, gás clorídrico, gás fluorídrico, dióxido de enxofre, trióxido de enxofre, dióxido de

nitrogênio e ácido acético. Exemplos contaminantes ácidos fracos são: gás carbônico, gás sulfídrico e gás cianídrico. A toxicidade de um gás ácido contaminante do ar não depende da força da substância como um ácido. Alguns dos mais tóxicos contaminante do ar são ácidos fracos.

Os álcalis como contaminantes do ar são substâncias alcalinas que reagem com a água para produzir um álcali. Na água, eles produzem íons hidroxilas de carga negativa e um  $\text{pH} > 7$ . Eles não são realmente substâncias álcalis fortes que existem no estado gasoso. Exemplos de contaminantes do ar que são considerados como álcalis fracos é a amônia e as aminas. Exemplos de contaminantes do ar que são substâncias alcalinas muito fracas incluem a fosfina, a arsina e a estibina. A toxicidade de contaminantes alcalinos do ar não depende da força do álcali. Alguns dos álcalis mais tóxicos como contaminantes do ar são álcalis muito fracos.

Os contaminantes orgânicos do ar são classificados como vapores ou gases. Compostos orgânicos contêm átomos de carbono, que têm 4 elétrons cada e que os dividem com outros átomos, incluindo outros átomos de carbono, e, portanto, têm a capacidade de formar centenas de milhares de compostos. As estruturas moleculares dos compostos orgânicos são usadas para classificá-los. Alguns dos grupos mais comuns e importantes de compostos orgânicos são contaminantes gasosos do ar: hidrocarbonetos saturados (metano, etano, propano e butano), hidrocarbonetos insaturados (etileno, acetileno), álcoois (álcool metílico, álcool etílico e álcool propílico), éteres (éter metílico e éter etílico), aldeídos (formaldeído e acetaldeído), cetonas (dimetil cetona e metil etil cetona), ácidos orgânicos (ácido fórmico e ácido acético), haletos (clorofórmio, tetracloreto de carbono, tricloretileno e clorobromoetano), amidas (formamida e acetamida), nitrilas (acetonitrila e acrilonitrila), isocianatos (TDI), aminas (metilamina e etilamina), epóxis (epoxietano, epoxibutano e epiclorigrina) e aromáticos (benzeno, tolueno e xileno).

Os compostos organometálicos são aqueles nos quais os metais estão quimicamente ligados para formar grupos. Alguns dos organometálicos são voláteis e, portanto podem ser considerados contaminantes do ar. Exemplos de organometálicos são: silicato de etila, chumbo tetraetila e fosfatos orgânicos.

Os hidretos são compostos no qual o hidrogênio está quimicamente ligado a metais e certos elementos tais como os metalóides. Exemplos de contaminantes do ar que são hidretos gasosos incluem os hidretos de boro (diborano, pentaborano e decaborano).

## Classificação Fisiológica dos Contaminantes Gasosos do Ar:

Os contaminante do ar que são gases e vapores também podem ser classificados de acordo com seu efeito fisiológico sobre o organismo humano. A classificação fisiológica não é perfeita, porque os efeitos fisiológicos causados por vários gases e vapores dependem de suas concentrações no ar e alguns contaminantes têm mais de um tipo de efeito fisiológico no organismo humano apesar de que um efeito pode até predominar sobre o outro.

Os asfixiantes gasosos são substâncias que interferem com o suprimento de oxigênio ao organismo.

Os asfixiantes simples são substâncias fisiologicamente inertes que reduzem o fornecimento de oxigênio ao organismo pela diluição do oxigênio na atmosfera abaixo de concentrações necessárias para sustentar a respiração interna. Os asfixiantes simples devem estar presentes no ar em pressão parcial considerável antes de exercerem influência apreciável na respiração. Exemplos de asfixiantes simples são: nitrogênio, hidrogênio, hélio, metano e etano.

Os asfixiantes químicos impedem que o sangue transporte oxigênio dos pulmões às células ou impedem que as células utilizem o oxigênio para liberar energia necessária à vida. Os asfixiantes químicos podem ser perigosos mesmo se suas concentrações forem baixas. Exemplos de asfixiantes químicos são: monóxido de carbono que se combina com a hemoglobina do sangue impedindo a oxigenação das células, o gás cianídrico, o cianogênio, as nitrilas que inibem a utilização do oxigênio pelos tecidos e células interferindo com as ações catalíticas das enzimas que normalmente regulam as reações do oxigênio com as substâncias alimentícias nas células para produzir energia.

Os gases irritantes são corrosivos, podem causar irritação e inflamação das superfícies do trato respiratório e também podem causar irritação ou lesão nos olhos e na pele. Inflamações no trato respiratório podem resultar em edema pulmonar. Em casos mais sérios, isto pode efetivamente fechar o trato respiratório, enchendo os alvéolos com fluidos, interferindo seriamente com a troca dos gases entre o ar nos pulmões e o sangue nos capilares pulmonares. O edema pulmonar pode causar morte tanto por sufocamento como por ataque cardíaco. Exemplos de irritantes gasosos do ar que afetam as porções superiores do trato respiratório incluem amônia, gás clorídrico, gás fluorídrico, trióxido de enxofre, formaldeído e ácido acético. Irritantes gasosos que afetam ambas as partes do trato respiratório, superior e inferior, incluem dióxido de enxofre, iodo, bromo, cloro, flúor, ozônio e tricloreto de fósforo. Gases irritantes que

afetam principalmente as partes inferiores do trato respiratório são: tricloreto de arsênico, dióxido de nitrogênio e fósforo.

Anestesia é uma perda parcial ou total dos sentidos e sensações. Anestesia local é a perda de sensação limitada a uma parte particular do corpo. Anestesia geral é a perda da sensação em todo o corpo e é acompanhada de perda de consciência. Anestésicos gasosos são substâncias que, quando inaladas, produzem uma ação de anestesia geral no organismo pela depressão da atividade do sistema nervoso central. Uma intoxicação leve com anestésicos resulta em tonturas e perda da coordenação. Intoxicação intensa com anestésicos resulta em inconsciência e podem levar à paralisia da respiração e morte.

Alguns anestésicos, além de sua ação anestésica, podem também lesar certas partes do organismo. Os anestésicos algumas vezes são chamados de narcóticos. Exemplos de anestésicos gasosos que produzem efeito anestésico primário sem outros efeitos mais sérios são: óxido nítrico, hidrocarbonetos, tais como propano, butano, etileno, acetileno e éteres, éter etílico e éter isopropílico. Exemplos de anestésicos gasosos que lesam vários órgãos do organismo humano além de sua ação anestésica incluem o tetracloreto de carbono que lesa seriamente o fígado e os rins; clorofórmio que lesa seriamente o fígado e o coração; cloreto de metila que lesa seriamente o fígado, rins, coração e o sistema nervoso; e o álcool metílico que lesa severamente o sistema nervoso especialmente o nervo óptico.

Os venenos são sistêmicos gasosos que produzem lesões a órgãos específicos do corpo humano ou sistemas específicos do corpo. Exemplos de venenos gasosos sistêmicos incluem vapor de mercúrio, que é um veneno do protoplasma, destrói a vitalidade de qualquer tecido vivo com o qual entram em contato e que principalmente danifica o sistema nervoso, rins e certas glândulas e enfraquece a saúde de um modo geral; o fósforo causa danos aos ossos; gás sulfídrico, paralisa o centro de controle da respiração; e a arsina resulta em destruição dos glóbulos vermelhos e causa lesão no fígado; o gás cilíndrico lesiona o fígado e o baço, o cloreto de metila lesiona o sistema nervoso, incluindo o cérebro e danifica fígado e rins.

Os gases carcinogênicos causam câncer. Exemplos, o cloreto de vinila, benzeno e hidrazina.

As rotas de penetração de substâncias tóxicas no corpo humano são três: penetração pela pele, ingestão pelo trato digestivo e deposição no trato respiratório.

Uma das formas de proteger o trabalhador contra a inalação de contaminantes atmosférico é através do uso de Equipamentos de Proteção Respiratória (EPR). Estes

equipamentos, popularmente conhecidos como respiradores (máscaras) são constituídos por uma peça que cobre, no mínimo, a boca e o nariz, através da qual o ar chega à zona respiratória do usuário, passando por um filtro ou sendo suprido por uma fonte de ar limpa.

Os respiradores filtrantes são geralmente composto de várias camadas de filtros, que retêm certos contaminantes suspensos no ambiente de trabalho.

Existem basicamente duas classes de respiradores, os que filtram o ar do ambiente local e são chamados de purificadores de ar e os respiradores que recebem o ar de uma fonte externa ao ambiente de trabalho, os de ar mandado (ou linha de ar comprimido) e a máscara autônoma. Ainda, os respiradores pode ser peça semifacial ou peça facial inteira.

Os respiradores possuem limitações de uso, isto é, devem ser usados apenas para proteger contra contaminantes específicos e até certos níveis de concentração.

Para que o respirador seja adequado e garanta uma eficiente proteção respiratória, devemos considerar as seguintes características:

- a) Qualidade do elemento filtrante, é muito importante para adequada proteção respiratória. Devemos escolher o filtro apropriado para cada situação e contaminante;
- b) Sua vedação, o respirador que não ajusta bem à face não dará uma boa vedação e não estará protegendo o usuário, uma que os contaminantes entrarão pelas deficiências de vedação;
- c) O tempo de uso, após ter sido selecionado, com base nos riscos existentes no ambiente de trabalho, o respirador deve ser usado por todo o tempo em que o trabalhador permanecer no ambiente contaminado. A exposição a estes ambientes, mesmo que por curtos períodos, pode causar doenças ocupacionais ou até mesmo a morte.

Resultados de uma avaliação de quartzo (sílica):

A tabela 1 mostra os resultados de uma avaliação de poeira em diversos cargos lotados em uma mina de potássio, localizada na Cidade de Rosário do Catete – SE.

**Tabela 1 – Avaliação ambiental do agente químico poeira.**

<b>RESULTADOS DE POEIRAS</b>			
<b>CARGO</b>	<b>CONCENTRAÇÃO (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>PERCENTUAL DE SILICA %</b>	<b>LT – LIMITE DE TOLERÂNCIA (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Operador	32,5	0,5	3,2
Técnico de Operação	32,5	0,5	3,2
Líder de Turno	8,66	0,5	3,2
Técnico de Manutenção	2,20	0,5	3,2
Técnico de Mina	2,79	0,5	3,2
Técnico de Seg. Trabalho	2,51	0,5	3,2
Analista Operacional	6,41	0,5	3,2
Eng. Minas	2,05	0,5	3,2
Eng. Eletricista	1,63	0,5	3,2
Eng. Mecânico	4,96	0,5	3,2
Técnico em Elétrica	2,04	0,5	3,2
Eletricista	2,04	0,5	3,2
Técnico Mecânico	2,20	0,5	3,2
Gerente Extração	6,41	0,5	3,2
Pedreiro	2,20	0,4	3,3
Encarregado	2,20	0,4	3,3
Carpinteiro	2,20	0,4	3,3
Geólogo	0,73	0,5	3,2
Técnico Geólogo	1,52	0,5	3,2
Eng. Analista M. Rochoso	0,73	0,4	3,3
Técnico de Produção	1,52	0,5	3,2
Coordenador de Operação	2,56	0,5	3,2
Mecânico	2,20	0,5	3,2
Topógrafo	1,56	0,5	3,2
Aux. Topografia	1,59	0,5	3,2
Aux. de Produção	1,49	0,4	3,3
Operador de Eqp. Moveis	1,86	0,5	3,2
Ajudante	1,49	0,5	3,2
Técnico Eletroeletrônico	1,47	0,5	3,2

Técnico Eletrônico	2,10	0,5	3,2
Lubrificador	0,65	0,5	3,2
Técnico de Serviço Sênior	2,35	0,1	3,8
Aux. Mecânica	1,92	0,1	3,8
Mecânico Sênior	1,39	0,1	3,8
Mecânico de Guincho	1,54	0,1	3,8
Mecânico de Refrigeração	2,03	0,5	3,2
Aux. de Operação	3,36	0,1	3,8
Soldador	0,61	0,1	3,8
Eletricista Sênior	2,94	0,5	3,2
Operador Veículos Pesado	3,36	0,5	3,2
Supervisor de Materiais	0,51	0,5	3,2
Inspetor de Equipamentos	2,39	0,1	3,8

Fonte: Mineradora localizada em Rosário do Catete – SE (Abr.2009)

Considerando que as concentrações de poeira ultrapassem o Limite de Tolerância legal, com base no teor de sílica encontrado, e não sendo possível à adoção de medidas de controle no ambiente de trabalho, uma das alternativas é o uso de equipamento de proteção individual que seja capaz de diminuir a concentração de poeira que podem atingir as vias respiratórias, a níveis do limite de tolerância conforme preceitua o artigo 191 da CLT – e que, no caso, são os respiradores semi – faciais com filtro mecânico. A NR-06 da Portaria 3214 estabelece para o empregador a obrigatoriedade de adquirir o Equipamento de Proteção Individual – EPI, adequado à atividade e aprovação do Mtb – Ministério do Trabalho, bem como a de obrigar o empregado sobre o uso do equipamento a torná-lo obrigatório.

Apesar de a empresa assim proceder, fornecendo respirador com Certificado de Aprovação – C.A. fornecido pela Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho – SSST e, considerando que conforme o fabricante o fator de proteção do respirador utilizado é de 10 (dez) para utilização em concentrações até dez vezes maior que o limite de tolerância que reduz esses níveis aos limites legais e, por ser a concentração medida acima de dez vezes o Limite de Tolerância, há a caracterização de insalubridade devido o agente químico poeira, para o ambiente de trabalho, enquanto mantida esta condição.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão sucinta do histórico dos conhecimentos de proteção respiratória, torna-se claro que os trabalhadores das minas subterrâneas estão vencendo a “era primitiva” do trabalho com riscos ambientais nocivos à saúde. Hoje, já não é preciso morrer por algumas doenças associadas às grandes exposições, porque não somente podem ser prevenidas, como também totalmente erradicadas.

Dentro do contexto, ficou claro que a crença dos legisladores é da opção pelas medidas técnicas que, desejavelmente, eliminem os riscos ocupacionais ou, ao menos, o reduzam. A disposição dos recursos é extremamente grande, as grandes empresas, conhecem muito bem esses recursos e inclusive já os utilizam em grande parte.

Pela abordagem dada à questão da legislação vigente no país, devemos levar em consideração que durante os últimos anos, muitos problemas vêm sendo correlacionados aos riscos respiratórios nas indústrias, gerando crescente atenção a este assunto por parte das autoridades e profissionais de diversas áreas. Problemas graves, neste tipo de risco ocupacional, ocorreram em vários ramos de atividades, tais como a pneumoconiose chamada silicose adquirida pelos trabalhadores da indústria da construção e mineração, provocando grandes perdas, inclusive com mortes em muitos casos.

Por último, em 2003, com as mudanças ocorridas na Previdência Social, as aposentadorias concedidas aos trabalhadores submetidos a agentes nocivos para a saúde exigem menos tempo de contribuição e, por isso, são chamadas de aposentadorias especiais. Até 1995, elas eram por categoria profissional. Um mineiro que trabalhava na mina tinha o mesmo direito de um mineiro que trabalhava no escritório. Assim sendo, o governo vendo que a legislação beneficiava quem não precisava, editou lei mudando os critérios para a concessão da aposentadoria especial, deixando de ser por categoria profissional e passando a ser concedida apenas aos expostos à insalubridade.

## BIBLIOGRAFIA

TORLONI, Maurício. **Programa de Proteção Respiratória: Recomendações, Seleção e uso de respiradores.** Coordenação de Maurício Torloni. São Paulo: FUNDACENTRO, 2002.

Protección Respiratoria – **Un Manual y Guía** – AIHA Press – Segunda Edición – 1993.

BRASIL, NBR's 12543, 13716, 13694, 13695, 13696, 13697, 13698 ABNT.

MEUSBURGER, Vili Francisco. **Programa de Proteção Respiratória em 12 passos.** Rio de Janeiro: EPICON, 2003.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Portaria 3.214/78 – **Normas Regulamentadoras (NR-7 e NR-9).** Brasília – DF. 1978.

ARAÚJO, Giovanni Moraes de. **Segurança na Armazenagem, Manuseio e Transporte de Produtos Perigosos.** Rio de Janeiro: Gerenciamento Verde Consultoria, 2005.

TORLONI, Maurício. **Manual de Proteção Respiratória.** São Paulo: MTC Produções Gráfica, 2003.

ARAÚJO, Giovanni Moraes de. **Normas Regulamentadoras Comentadas.** Rio de Janeiro: Gerenciamento Verde, 2003.