

NEUSA FAUSTINO DA SILVA

PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA NOS TRABALHOS DO CORPO DE BOMBEIROS DA
POLICIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

EPMI
ESP/EST-2010
Si38p

São Paulo

2010

NEUSA FAUSTINO DA SILVA

PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA NOS TRABALHOS DO CORPO DE BOMBEIROS
DA POLICIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Engenharia de
Segurança do Trabalho

São Paulo

2010

DEDICATÓRIA

A minha filha Regiane que compreendeu com maturidade a falta de atenção de sua mãe por todo longo do curso e mais nos últimos dias em que precisei me dedicar a esta monografia, ao meu esposo Mario Cesar que muito me apoiou com carinho me encorajou estando presente nos momentos mais difíceis em que me encontrei e que compartilho mais esta conquista.

"No passado, e em alguns casos no presente, a quantidade de fumaça que o bombeiro inalava, e se vangloriava, era sinônimo de machismo e coragem. Com o "Pulmão de Couro", o bombeiro era considerado herói quando vomitasse e tossisse por alguns dias após expor-se a atmosferas agressivas. Tal exposição leva a doenças do coração e pulmões, bem como ao câncer, quando não à morte, e hoje é sinônimo de falta de profissionalismo." (Coronel Freitas)

RESUMO

As Medidas de Proteção Respiratória são fundamentais para a segurança do trabalhador no exercício de suas funções, principalmente quando se leva em conta que este diariamente está exposto ao mais variados riscos em virtude de suas atividades. O tema que será abordado está intimamente relacionado aos trabalhos desenvolvidos pelo Corpo de Bombeiros com o objetivo de definir qual o tipo de máscara autônoma que apresenta melhor desempenho para o serviço operacional, apresentando os riscos respiratórios e seus efeitos fisiopatológicos, os cuidados e a manutenção dos cilindros de ar, a utilização de equipamentos autônomos de nova geração, a influência do Equipamento de Proteção Respiratória (EPR) no rendimento operacional do bombeiro e a situação dos equipamentos do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP). Com base na pesquisa bibliográfica, entrevistas e levantamento de campo nos Postos do Corpo de Bombeiro, propõe-se um padrão de máscara autônoma de demanda positiva com cilindro de ar de composite (cilindro para armazenamento de ar respirável, que em sua fabricação é usado uma combinação entre liga metálica de alumínio, fibras carbono, vidro e resina epóxi que o deixa mais leve) que atenda a real necessidade no tocante aos trabalhos realizados pelo Corpo de Bombeiros proporcionando um melhor desempenho operacional e conseqüentemente um grau maior de segurança para o bombeiro.

Palavras-chave: Medidas de Proteção Respiratória. Bombeiros. Máscara Autônoma. Cilindros de Ar. Riscos Respiratórios. Trabalhos. Desempenho. Segurança.

ABSTRACT

The measures protection respiratory they are key to the security the worker, the exercise of their functions especially, when one takes into account this is daily exposed to a variety of risks because of their activities. The theme will be dealt with is closely related to the work developed by the Fire Department in order to define what type of breathing apparatus that has the best performance for operations, presenting the risk of respiratory and its pathophysiological effects care and maintenance of air cylinders, the use of self contained, new generation, the influence of Equipment Protective Respiratory (EPR) in operating income of the firefighter and the situation of equipment the Fire Department of the Military Police of São Paulo (CBPMESP). Based on the literature, interviews and field survey, proposes a standard breathing apparatus with positive demand air cylinder composite (cylinder for storage of breathable air, which in its manufacture is used a combination of aluminum alloy, carbon fiber, glass and epoxy resin that lets more light) that meets a real need in relation to work done by the Fire Department providing improved operational performance and therefore a greater degree of safety for the firefighter.

Keywords: Protective measures respiratory. Firefighters. Mask autonomy. Air cylinders. Respiratory risk. Works. Performance. Security.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivos.....	16
1.1.1 Objetivo Geral.....	16
2. REVISÃO DA LITERARIA.....	17
2.1 Históricos da Proteção Respiratória.....	17
2.2 Classificações dos Riscos Respiratórios.....	18
2.2.1 Os Contaminantes.....	18
2.2.2 Classificação física dos contaminantes particulados ou aerodispersóides.....	19
2.2.3 Partículas Sólidas.....	19
2.2.4 Partículas Líquidas.....	19
2.2.5 Partículas sólidas e líquidas.....	19
2.2.6 Classificação fisiológica dos contaminantes particulados.....	20
2.2.7 Classificação das substâncias Químicas.....	20
2.2.8 Classificação fisiológica dos contaminantes Gasosos.....	21
2.2.9 Mistura de contaminantes gasosos e aerodispersóides.....	23
2.3 Deficiência de Oxigênio.....	23
2.3.1 Redução da concentração de Oxigênio em volume.....	23
2.3.2 Pressão atmosférica reduzida.....	25
2.4 O Ambiente Classificado como Imediatamente Perigoso à Vida ou à Saúde (IPVS).....	26
2.5 Avaliações do Risco – Padrões de Qualidade Ambiental.....	26
2.5.1 Valores de LT.....	27
2.5.1.1 Limite de tolerância – média ponderada.....	27
2.5.1.2 Limite de tolerância – valor teto.....	27

2.6 Métodos de Controle Ambiental.....	27
2.7 Legislação e Normas.....	29
2.7.1 Programa de Proteção Respiratória (PPR).....	29
2.7.1.1 Instrução e treinamento do bombeiro.....	30
2.7.2 A Máscara autônoma de ar comprimido com circuito aberto de demanda.....	31
2.7.3 A autonomia da máscara autônoma para bombeiro.....	32
2.7.4 Fórmula para calcular o consumo de ar.....	33
2.7.5 A qualidade do ar respirável para as máscaras autônomas.....	34
2.7.6 Certificados de Aprovação – CA.....	34
2.8 As Máscaras autônomas de ar comprimido com circuito aberto de demanda com pressão positiva para bombeiros.....	35
2.9 Os Cilindros de Ar Comprimido para Máscaras Autônomas.....	36
2.9.1 Cilindros de composite.....	37
2.9.2 Inspeção Visual Externa do Cilindro de Composite.....	38
2.9.3 Preparação para a inspeção.....	38
2.9.4 Tipos de Danos.....	39
2.9.5 Níveis de dano.....	40
2.9.6 Critérios de medição dos danos.....	41
2.9.6.1 Abrasão.....	41
2.9.6.2 Cortes.....	42
2.9.7 Dano por impacto.....	42
2.9.8 Danos estruturais.....	42
2.9.9 Danos por calor ou fogo.....	42
2.9.10 Inspeção Interna do Cilindro.....	42
2.9.11 Dispositivo de segurança	42
2.9.12 Exigências Especiais para Cilindros de Composite.....	43
2.9.13 Etiqueta do Fabricante do Cilindro.....	43
2.9.14 O Risco de Exposição do Composite a Produtos Químicos.....	44
2.10 O Estresse Térmico.....	44
2.11 A influência da massa do EPR no desempenho do bombeiro.....	45
2.12 Dispositivos do Homem Morto.....	46
2.13 A Situação dos EPR no Comando de Bombeiros Metropolitano.....	

(CBM).....	47
2.13.1 Cilindros.....	47
2.13.2 Máscaras autônomas (cilindro, suporte anatômico e peça facial).....	48
2.13.3 A Situação dos EPR nas UOp/CB do Interior e Litoral.....	48
2.13.3.1 Cilindros.....	48
2.13.3.2 Máscaras autônomas.....	49
2.14 Os Equipamentos de Proteção Respiratória em desacordo com a Nórgma Brasileira.....	50
2.14.1 Cilindros.....	50
2.14.2 Máscaras autônomas.....	50
2.14.3 Máscaras autônomas de demanda (pressão negativa)	51
2.15 Manutenção de Cilindros e EPR.....	51
3.METODOLOGIA.....	52
3.1 Revisão da literatura.....	52
3.2 Justificativa.....	53
4. APRESENTAÇÃO DO CASO.....	54
4.1 A empresa estudada.....	54
5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	55
5.1 Aquisição de EPR pelo Corpo de Bombeiros.....	55
5.2 Órgão Responsável pela manutenção de EPR.	55
5.3 Oficina.....	56
5.3.1 Equipamento de Teste – Eurotest.....	56
5.3.2. Limpeza e higienização.....	57
5.3.3 Recarga de Cilindros através de equipamento fixo.....	58
5.3.3.1 Recarga de cilindros de ar por meio de viatura.....	58
5.3.3.2 Compressor de ar respirável com estação de recarga móvel.....	59
6.DISSCUSSÃO.....	61
6.1 O ambiente de trabalho do bombeiro.....	61
6.2 A deficiência de oxigênio e seus efeitos.....	61

6.3 O Equipamento de Proteção Respiratória (EPR).....	61
6.4 Variações de padrões de equipamentos.....	62
6.5 Programa Proteção Respiratória.....	62
7. CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIAS.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Efeitos fisiológicos do CO.....	22
Tabela 02	Gases da atmosfera.....	23
Tabela 03	Efeitos fisiológicos da deficiências de oxigênio.....	24
Tabela 04	Condições diversas com deficiências de oxigênio.....	25
Tabela 05	Classificação dos Riscos Respiratório (Adaptado da NBR 12543)...	28
Tabela 06	Qualidade do Ar Respirável (de acordo com as normas ANSI – CGA G – 71 – 1989, (ar respirável grau D).....	34
Tabela 07	Quadro comparativo entre cilindros para máscara autônoma.....	37
Tabela 08	Quadro comparativo entre conjuntos de máscara autônomas cilindro + suporte anatômico + cilindro cheio).....	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	Quantidade de Cilindro do CBM, distribuídos por tipo de material construtivo.....	47
Gráfico 02	Distribuição de cilindros no CBM de acordo com o tipo de material construtivo em %.....	47
Gráfico 03	Máscaras Autônomas do CBM – Distribuição de acordo com o tipo de cilindro em %.....	48
Gráfico 04	Quantidade de cilindros das UOp/CB do interior e litoral de acordo com o material construtivo.....	49
Gráfico 05	Distribuição de cilindros nas UOp/CB do interior e litoral de acordo com o material construtivo em %.....	49
Gráfico 06	Distribuição de máscaras autônomas das UOP/CB do interior litoral de acordo com o tipo de cilindro em %.....	49
Gráfico 07	Distribuição dos cilindros de aço de acordo com a capacidade volumétrica mínima exigida por norma em %.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Filtro de fumaça – John Rober, utilizado em 1825.....	17
Figura 02	Atmosferas irrespiráveis; Presença de Fumaça, poços e Galerias.....	24
Figura 03	Treinamento com Equipamento de Proteção Respiratória para Produtos Perigosos.....	30
Figura 04	Trabalhos de Equipe do Corpo de Bombeiros nos trabalhos do Acidente da TAM.....	31
Figura 05	Máscara autônoma de ar comprimido.....	32
Figura 06	Composite total de fibra de carbono ou fibra de vidro.....	38
Figura 07	Composite parcial de fibra de vidro (Hoop-wrapped cylinder).....	38
Figura 08	Abrasão nível 1 (aceitável).....	39
Figura 09	Corte nível 3 (condenado).....	39
Figura 10	Dano por impacto nível 3 (condenado).....	39
Figura 11	Dano estrutural nível 3 (condenado).....	40
Figura 12	Dano for fogo nível 3 (condenado).....	40
Figura 13	Abrasão nível 2 (reparo e teste hidrostático são necessários).....	41
Figura 14	Cilindros Condenados.....	41
Figura 15	Cilindro com roscas danificadas.....	43
Figura 16	Exemplos de etiqueta do fabricante.....	43
Figura 17	Teste ergoespiométrico utilizando EPR com cilindro de aço e composite.....	46
Figura 18	Centro de Suprimento manutenção de Materiais Operacionais de Bombeiros (CSM/MOpB).....	55
Figura 19	19 - Oficina de manutenção de equipamentos de proteção respiratória.....	56

Figura 20	Equipamento Eurotest que se encontra disponível na oficina do Corpo de Bombeiros.....	57
Figura 21	Sistema de limpeza por ultra-som e produtos químicos utilizados na oficina do Corpo de Bombeiros.....	57
Figura 22	Equipamento fixo de recarga de cilindro e compressor de ar.....	58
Figura 23	Viatura do Corpo de bombeiros denominada AF (Auto Farol).....	59
Figura 24	Estação de recarga móvel.....	60
Figura 25	Vista lateral da estação de recarga móvel.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS

AF	- Auto Farol
CA	- Certificados de Aprovação
CBM	- Comando do Corpo de Bombeiros Metropolitano
CBPMESP	- Comando do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CCB	- Comando do Corpo de Bombeiros
CEMAFE	- Centro de Medicina da Atividade Física e do Esporte da Universidade Federal de São Paulo da Escola Paulista de Medicina
CLT	- Consolidação das Leis do Trabalho
CSM/MOpB	- Centro de Suprimento e Manutenção de Materiais Operacionais de Bombeiro
DFP	- Departamento de Finanças e Patrimônio
DOP	- Departamento de Operações
DOT	- Departamento de Transportes dos Estados Unidos
DSCI	- Departamento de Segurança Contra Incêndio
EPI	- Equipamento de Proteção Individual
EPR	- Equipamento de Proteção Respiratória
GB	- Grupamento de Bombeiros
IPVS	- Imediatamente Perigoso à Vida ou à Saúde
LT	- Limite de Tolerância
MSHA	- Mine Safety and Health Administration
MTB	- Manual Técnico de Bombeiros
NBR	- Normas Técnicas Brasileiras
NFPA	- National Fire Protection Association
NIOSH	- Us Department and Human Services
NR	- Norma Regulamentadora
OSHA	- Occupational Safety and Health Administration, US Department of Labor
PB	- Posto de Bombeiros
PPR	- Programa de Proteção Respiratória
SSST/MTb	- Secretaria de Segurança e Saúde no trabalho do Ministério do trabalho
UOp/CB	- Unidade Operacional do Corpo de Bombeiros

1. INTRODUÇÃO

Os bombeiros são os profissionais que estão sujeitos, em razão da periculosidade do seu serviço, a uma gama variada de riscos, destacando-se os respiratórios e por conta disso, estes, devem estar cientes da importância do equipamento de proteção respiratória para sua segurança e qualidade de vida, no presente e no futuro.

Um estudo da National Fire Protection Association (NFPA) indica que 1(um) em cada 10 (dez) bombeiros mortos, no cumprimento do dever, nos Estados Unidos, tinham inalado fumaça ou gases tóxicos. Mais da metade dos demais bombeiros mortos faleceram por ataques do coração, cujas células podem morrer em menos de dez minutos após a exposição aos produtos da combustão.

O registro das mortes de bombeiros militares no cumprimento do dever, no Estado de São Paulo, desde 1936, indica que 6,5% das mortes ocorreram devido aos riscos respiratórios.

Além dos efeitos do calor proveniente dos incêndios, o bombeiro está exposto aos diversos produtos da combustão, os quais são gases e vapores altamente tóxicos. Além das ocorrências de combate a incêndio, diversas substâncias químicas perigosas podem estar presentes em situações em que não há fogo. São as ocorrências típicas de salvamento; em poço, galeria, espaços confinados e outros.

A falta de proteção respiratória conduz a sintomas como cefaléia, vertigens, náuseas, vômito, tosse, mal estar, irritação das vias aéreas superiores, dispnéia, danos pulmonares, fibrose, enfisema, danos no sistema nervoso central, convulsões, hepatite tóxica, coma e até mesmo câncer.

Devido aos avanços da tecnologia de materiais e suas transformações, cada vez mais os bombeiros estarão sujeitos ao trabalho em atmosferas aonde, além da deficiência de oxigênio e do ar aquecido, há uma grande concentração de substâncias agressivas.

Cabe alertar que alguns bombeiros tiveram suas vidas tragicamente interrompidas pela falta do uso de um aparelho autônomo de ar respirável ou ainda devido à falta de uma corda espia (corda guia) necessária durante as ações de busca num local desconhecido e sem iluminação.

O Equipamento de Proteção Respiratória (EPR) empregado no serviço de bombeiros é a máscara autônoma de ar comprimido com circuito aberto de demanda

com pressão positiva, porém, conforme levantamento em campo, ainda há existência de máscara autônoma com demanda positiva e negativa e aquisições de cilindros de aço, que será objeto deste estudo.

A problemática estudada por esta obra é a influência destes equipamentos no desempenho operacional do bombeiro, que, apesar da consciência da importância da máscara autônoma, há uma certa resistência ao seu uso regular nas emergências, nas quais é necessária, e as alegações mais comuns referem-se ao peso do equipamento e ao desconforto, além do que estudos realizados nos EUA mostram que a capacidade operacional do bombeiro cai em torno de 20% quando da utilização da máscara autônoma.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral.

Definir qual o tipo de máscara autônoma de pressão positiva que apresenta melhor desempenho para o serviço operacional do Corpo de Bombeiros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Históricos da Proteção Respiratória

A necessidade de proteção respiratória, em algumas situações de trabalho, inicia-se a partir do momento em que o homem passou a transformar os recursos naturais em produtos para serem usados em seu próprio benefício.

Nesta época, surgiram as primeiras preocupações com as doenças ocupacionais, pois os mineiros de carvão, asbestos e mineiros em geral sentiram suas capacidades físicas diminuídas no manuseio daqueles produtos aparentemente inofensivos.

No ano 50 d.C., os romanos, para se protegerem contra poeiras contendo chumbo e mercúrio, vestiam capuzes feitos de bexigas dos animais.

No século XVI, em 1480, Leonardo Da Vinci utilizou proteção respiratória.

No século XIX, em 1825, John Robert desenvolveu um filtro de fumaça para uso dos bombeiros, que consistia de um capuz de couro com uma mangueira comprida presa à perna do usuário, que tinha sua extremidade nas proximidades do solo.

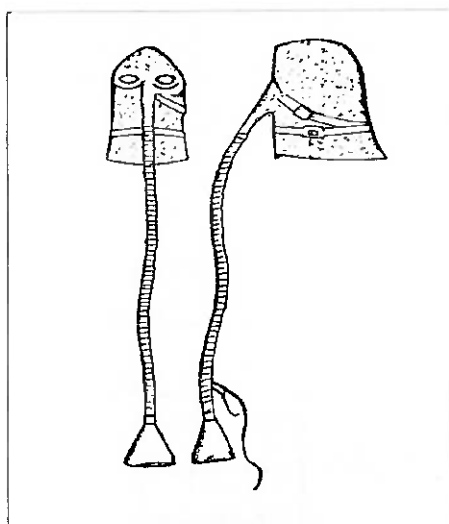


Figura 01 –Filtro de fumaça – John Rober, utilizado em 1825

Finalmente, em 1854, com a descoberta da capacidade que o carvão ativo tem de remover vapores orgânicos e gases do ar contaminado, houve realmente o início da era dos Equipamentos de Proteção Respiratória.

Os riscos respiratórios ocorrem devido à presença de contaminantes no ar ou devido à deficiência de oxigênio e de acordo com as propriedades físico-químicas dos contaminantes e os seus efeitos fisiopatológicos.

Em 1997, 2000 e 2003 foram realizados congressos nacionais de proteção respiratória, respectivamente denominados Respiratória 97, Respiratória 2000 e Respiratória 2003.

Cabe ressaltar que um contaminante pode penetrar no corpo humano por inalação, absorção através da pele e por ingestão. Outras vias de entrada podem ser através de abrasão e por ferimentos profundos. (Manual de Proteção Respiratória, Torloni e Vieira, 2003)

2.2 Classificações dos Riscos Respiratórios

Os riscos respiratórios ocorrem devido à presença de contaminantes no ar ou devido à deficiência de oxigênio e de acordo com as propriedades físico-químicas dos contaminantes e os seus efeitos fisiopatológicos.

2.2.1 Os Contaminantes

Um ambiente pode estar contaminado por aerodispersóides e ou gases e vapores.

Os aerodispersóides são formados por partículas muito maiores que as moléculas e os danos que causam no organismo, quando inalados, dependem de suas características como: tamanho, formato, densidade e propriedades físicas e químicas.

O risco potencial depende do tamanho e da concentração das partículas, porque os parâmetros determinarão a parte do trato respiratório onde elas irão depositar-se. Partículas respiráveis são aquelas com diâmetro inferior a 10 microns, que podem penetrar nos alvéolos e ali permanecerem.

As partículas grandes, acima de 10 microns, geralmente não conseguem penetrar no trato respiratório, mas podem estar associadas a contaminantes sistêmicos, alergênicos, cancerígenos etc. Exemplo: chumbo.

As partículas de diâmetro aerodinâmico inferiores a 3 microns são preferencialmente depositadas na região alveolar. Os contaminantes gasosos apresentam-se como moléculas individuais, como aquelas que constituem o ar que respiramos e alcançam instantaneamente a corrente sanguínea.

2.2.2 Classificação física dos contaminantes particulados ou aerodispersóides

A classificação física, que é levada em conta para a escolha dos filtros mecânicos, divide as partículas de acordo com o seu estado físico em:

2.2.3 Partículas sólidas

a) Poeiras: aerodispersóides constituídos por partículas sólidas suspensas no ar, resultantes de qualquer processo de fracionamento de sólidos. Tamanhos das partículas: desde o visível até 0,1 micron. Exemplo: perfuração de rochas por martelete, enchimento de sacos de cimento, o simples varrer de uma rua etc.

b) Fumos: aerodispersóides constituídos por partículas sólidas suspensas no ar resultantes da solidificação dos vapores de um plástico ou metal. Tamanho das partículas: desde o invisível até 0,01 micron. Exemplo: fumos metálicos formados nas operações de solda ou corte com maçarico.

2.2.4 Partículas líquidas

a) Névoas: partículas líquidas geradas mecanicamente, que muitas vezes estão combinadas com substâncias tóxicas, agravando assim sua ação prejudicial à saúde. Tamanho das partículas: desde visível até 5 microns. Exemplo: pinturas pulverizadas em geral, pulverização de inseticida, névoa de ácido sulfúrico etc.

b) Neblinas: partículas líquidas geradas pela condensação do vapor d'água.

2.2.5 Partículas sólidas e líquidas

a) Fumaça: mistura de gases, vapores e material particulado proveniente da combustão incompleta das substâncias. Como resultado desta combustão incompleta temos gases como: oxigênio (O_2), gás carbônico (CO_2) monóxido de carbono (CO), produtos da degradação química dos produtos queimados, vapores e partículas sólidas como fuligem (carbono) e cinzas.

b) Radionuclídeos: materiais que sofrem transformação espontânea denominada decaimento (Decay), durante a qual ocorre a emissão de radiação e o aparecimento de uma nova substância. A radiação e a distribuição de energia são específicas para cada espécie de radionuclídeo. Exemplo: sais de cério.

2.2.6 Classificação fisiológica dos contaminantes particulados.

Tais como os gases, os contaminantes particulados na faixa respirável são classificados de acordo com seus efeitos causados ao corpo humano em:

a) Incômodos ou inertes: quando inalados em concentrações elevadas, nosso organismo é incapaz de eliminá-los e passam, então, a provocar danos diretos e indiretos. Exemplo: argila, talco, mármore de calcário.

b) Irritantes químicos: partículas quimicamente ativas, que irritam, inflamam e ulceram o trato respiratório. Partículas irritantes causam desconforto imediato. Alguns exemplos de partículas irritantes são névoas ácidas e alcalinas.

c) Alergênicos: partículas que produzem reações alérgicas que podem ir de uma simples irritação ao um incômodo acentuado. Exemplo: pimenta, cravo, fumaça de cigarro, resinas epóxi, pêlos de animais.

d) Fibrogênicos: partículas que produzem o endurecimento dos alvéolos e anulam a capacidade de troca de O_2 . Exemplo: sílica, asbesto (amianto).

e) Causadores de febre: partículas que produzem calafrios seguidos de febre intensa. Tais efeitos podem demorar horas para aparecerem após a exposição. Exemplos: fumos de Cobre e Zinco, causadores da febre dos fumos metálicos.

f) Venenos sistêmicos: o material inalado passa para a corrente sanguínea e produz reações tóxicas ou doenças mais graves, como o câncer, em vários sistemas do corpo humano. Exemplo: manganês, mercúrio, chumbo, cádmio, agro-tóxicos fosforados.

2.2.7 Classificação das substâncias químicas

A natureza química dos contaminantes é levada em conta para a escolha dos filtros químicos. As substâncias químicas são classificadas em:

a) Gases: fluídos aeriformes que se encontram no estado gasoso, na temperatura e pressão ambiente. Exemplos: O_2 , CO_2 , SO_2 , HCl etc.

b) Vapores: fase gasosa de substâncias que em condições ambientais de temperatura e pressão são líquidas ou sólidas. A evaporação tanto pode ocorrer pelo aumento da temperatura como pela descompressão de líquidos voláteis. Exemplo: Vapores de álcool, Acetona, Benzeno, Naftalina etc.

Os gases e vapores são divididos em:

a) Vapores orgânicos: compostos que contêm, na sua estrutura molecular, carbono, hidrogênio e oxigênio. Exemplos: Hidrocarbonetos Alifáticos (Octano);

álcoois (etanol, metanol); cetonas (acetona); halogenados (tricloroetano); ácidos orgânicos (ácido acético); Nitrilas (acrilonitrila); Epóxi (óxido de propileno) e aromáticos (benzeno, xileno).

b) Gases inertes: substâncias que não reagem com outras numa faixa muito ampla de condições, mas podem criar um risco respiratório devido ao deslocamento do ar e produzem deficiência de oxigênio. Exemplos: Hélio, Neon, Argônio etc.

c) Gases e vapores alcalinos: substâncias básicas que reagem com a água, produzindo a base; com água geram íons hidroxilas (OH^-) e o pH fica maior que 7(sete). Tem sabor amargo e muitas vezes corroem os tecidos. Exemplos: Amônia e Aminas.

d) Gases ácidos: substâncias que são ácidas ou que podem reagir com água para produzir ácido; com água produzem íons de hidrogênio (H^+) e o pH fica menor que 7(sete). Tem sabor ácido e muitos corroem os tecidos. Exemplos: Cloreto de Hidrogênio, Dióxido de Enxofre, Flúor, Dióxido de Nitrogênio, Dióxido de Carbono etc.

e) Vapores organometálicos: compostos no qual um metal está quimicamente ligado a um grupo orgânico. Exemplo: chumbo tetraetila.

2.2.8 Classificação fisiológica dos contaminantes gasosos

a) Irritantes: gases altamente solúveis na água e que causam irritações e inflamações do nariz e do trato respiratório superior, por exemplo: Amônia (NH_3) e Cloreto de Hidrogênio (HCl). Existem alguns gases com solubilidade em água relativamente baixa, como por exemplo, o Dióxido de Nitrogênio (NO_2), que penetra mais profundamente no sistema respiratório, causando irritações no trato respiratório inferior, sendo absorvidos pela corrente sanguínea.

Os gases irritantes do sistema respiratório superior geralmente possuem boas propriedades de advertência. Eles são facilmente percebidos pelo trabalhador. Diferentemente dos irritantes do trato inferior, que são difíceis de serem percebidos e o trabalhador acaba ficando exposto a estes contaminantes por mais tempo, até que os sintomas sejam percebidos.

b) Asfixiantes químicos: gases que mesmo em baixas concentrações podem interferir com o suprimento de oxigênio no sangue por terem melhor afinidade com a hemoglobina. Exemplos: Monóxido de Carbono, Cianeto de Hidrogênio, Cianogênio, Nitrilas etc.

O Monóxido de carbono (CO) é o maior causador de mortes entre as vítimas do fogo, incluindo os bombeiros. Este gás é inodoro e incolor e quanto mais deficiente é a ventilação e mais incompleta é a combustão em um incêndio, maior é a quantidade de monóxido de carbono formado.

Um método empírico de determinação, sujeito a muita variação, está relacionado à cor da fumaça, quanto mais escura, mais altos são os níveis de monóxido de carbono presentes. A fumaça negra tem um alto conteúdo de partículas de carbono e monóxido de carbono devido à combustão incompleta.

O monóxido de Carbono não afeta os pulmões, mas interfere no transporte do oxigênio até as células das diferentes partes do corpo, pois comparado a este, combina com a hemoglobina cerca de trezentas vezes mais rapidamente.

A tabela 01 mostra o efeito das asfixias bioquímicas pelo monóxido de carbono. (LT=39ppm; TLV=25ppm; lpsv1200ppm)

Tabela 01 – Efeitos fisiológicos do CO

CONCENTRAÇÃO (ppm)	TEMPO DE EXPOSIÇÃO (minutos)	EFEITOS
39	480	Nenhum sintoma
200	180	Ligeira dor de cabeça. Desconforto.
600	60	Dor de cabeça. Desconforto
1000 - 2000	120	Confusão. Dor de cabeça
1000 - 2000	90	Tendência a cambalear
1000 - 2000	30	Palpitação leve
2000- 5000	30	Inconsciência
10000	01	Fatal

FONTE:(VIEIRA, Antonio Vladimir, TORLONI, Maurício. Manual de Proteção Respiratória, ano 2003)
Adaptado

c) Sistêmicos: gases que, quando absorvidos pelo sangue, prejudicam órgãos específicos do corpo humano. Exemplos: o mercúrio ataca o sistema nervoso central e rins; o fósforo ataca os ossos; o sulfeto de hidrogênio é causador de paralisia respiratória, tetracloreto de carbono causa problemas ao fígado.

d) Anestésicos: gases que, quando inalados, causam completa ou parcial perda dos sentidos. Seus efeitos são similares ao da ingestão do álcool, causando inicialmente leve intoxicação com mal estar e perda de coordenação. A exposição contínua pode levar

a perda de consciência, a parada respiratória ou a morte. Exemplos: solventes orgânicos comuns, Metil Etil Cetona, Tricloroetileno.

2.2.9 Mistura de contaminantes gasosos e aerodispersóides

A mistura de contaminantes pode gerar efeitos sinérgicos, ou seja, a ação conjunta de dois ou mais agentes produzindo efeitos maiores que a soma de seus efeitos individuais, situação de grande probabilidade em um incêndio.

2.3 Deficiência de Oxigênio

O oxigênio é um componente natural da atmosfera necessário para a vida. A atmosfera terrestre é constituída principalmente pelos seguintes gases, além do vapor d'água, nas proporções abaixo:

Tabela 02 - Gases da atmosfera

GÁS*	VOLUME (%)	PRESSÃO PARCIAL** mm Hg ao nível do mar
Nitrogênio	78,1	593
Oxigênio	20,9	159
Argônio	0,9	7,1

FONTE: VIEIRA, (Antonio Vladimir, TORLONI, Maurício. Manual de Proteção Respiratória, ano 2003) Adaptado

(*) Pequenas quantidades de outros gases, tais como Dióxido de Carbono, Neônio, Kriptônio e Hélio estão presentes, além do vapor d'água.

(**) A pressão parcial é calculada multiplicando a concentração de gás - % em volume / 100 pela pressão atmosférica total do ambiente

As concentrações em percentagem de volume desses gases não variam com a altitude, porém, a pressão parcial decresce com o aumento da altitude, devido ao decréscimo da pressão total.

As seguintes situações podem causar a redução da pressão parcial de oxigênio:

2.3.1 Redução da concentração de Oxigênio em volume

Esta situação pode ocorrer quando o oxigênio é deslocado ou consumido. Esta é a causa de deficiência de oxigênio mais comumente encontrada, exigindo extremos cuidados quando se entra em um espaço confinado.

Espaço confinado é todo local que possui entradas ou saídas limitadas ou restritas como, por exemplo, tanques fixos, tanques para transporte, containers,

silos, galerias, armazéns de estocagens etc, que não está designado para uso ou ocupação contínua possuindo uma ou mais das seguintes características:

- a) Contém ou conteve potencial de risco na atmosfera:
- b) Possui atmosfera com deficiência O_2 (menos que 20,9%) ou excesso de O_2 (mais de 22%);
- c) possui configuração interna tal que possa provocar asfixia, claustrofobia e até mesmo medo ou insegurança;
- d) possui agentes contaminantes agressivos à segurança ou à saúde.

A tabela a seguir indica os efeitos fisiológicos da deficiência de O_2 :

Tabela 03 – Efeitos fisiológicos da deficiência de oxigênio

Volume de O_2 ao nível do mar (760 mmHg)	Pressão parcial do O_2 (mmHg) no ambiente	EFEITOS
20.9 a 16.0	158.8 a 136.8	Nenhum
16.0 a 12.0	121.6 a 95.2	Perda de visão periférica. Aumento do volume respiratório. Aceleração do batimento cardíaco. Perdas de atenção, raciocínio e de coordenação.
12.0 a 10.0	91.2 a 76.0	Perda de capacidade julgamento. Coordenação muscular muito baixa. A ação muscular causa fadiga, que por sua vez causa dano permanente ao coração. Respiração intermitente.
10.0 a 6.0	76.0 a 45.6	Náusea, vômito. Incapacidade de executar movimentos vigorosos. Inconsciência seguida de morte.
Menor que 6.0	Menor que 45.6	Respiração espasmódica. Movimentos convulsivos. Morte em minutos.

FONTE: VIEIRA, Antonio Vladimir, TORLONI, Maurício. Manual de Proteção Respiratória, ano 2003



Figura 02 - Atmosferas irrespiráveis; Presença de Fumaça, Poços e Galerias.
Fonte: Manual Técnico do Corpo de Bombeiros

2.3.2 Pressão atmosférica reduzida

Esta situação ocorre quando a pressão atmosférica total é reduzida. A percentagem do oxigênio por volume continua constante (20,9%), mas a pressão parcial do oxigênio (ppO_2) estará a um nível inferior ao normal.

Os efeitos da deficiência de oxigênio sobre o corpo, nos dois casos, são o mesmo.

O importante é a quantidade de oxigênio expressa em termos de pressão parcial de oxigênio disponível e não a pressão atmosférica ou a percentagem em volume considerado isoladamente.

Quanto maior a altitude, menor a ppO_2 . Pessoas moram e trabalham em altas altitudes com poucos ou nenhum efeito fisiológico porque estão aclimatadas. O corpo humano adapta-se às ppO_2 mais baixas graças a mudanças compensatórias nos sistemas cardiovascular, respiratório e no sistema formador de sangue. A aclimação completa exige permanência contínua durante quatro semanas aproximadamente, no ambiente com baixa ppO_2 .

Tabela 04 – Condições diversas com deficiências de oxigênio

Altitude (m)	Pressão atmosférica (mmHg)	O_2 equivalente ao nível do mar (% vol)	PpO_2 na atmosfera ambiente (mmHg)	ppO ₂ do ar fresco inalado		EFEITOS
				Na parte superior dos pulmões (mmHg)	Nos alvéolos (mmHg)	
Nível do mar	760	20.9	159	149	110	Normal
760	689	19.0	145	135	96	Ocorrem alguns efeitos fisiológicos, mas não são percebidos
2270	581	16.0	121	114	70	Aumento da pulsação e da frequência respiratória. Diminuição da atenção e do raciocínio. Redução da coordenação.
3030	523	14.0	110	100	6.0	Fadiga anormal. Perturbação emocional. Perda de coordenação, pequena capacidade de julgamento
4240	450	12,5	96	86	48	Muito pequena capacidade de julgamento. Respiração prejudicada o que pode provocar danos permanentes ao coração.
> 5400	< 387	< 10	< 81	< 71	< 33	Incapacidade de realizar movimentos vagarosos. Perda de consciência. Convulsão. Morte.

FONTE: VIEIRA, Antonio Vladimir, TORLONI, Maurício. Manual de Proteção Respiratória, ano 2003

2.4 O Ambiente Classificado como Imediatamente Perigoso à Vida ou à Saúde (IPVS)

Qualquer atmosfera que apresente risco imediato à vida ou produza imediato efeito debilitante irreversível à saúde é considerada imediatamente perigosa à vida ou à saúde (IPVS). A denominação IPVS vem do inglês IDLH – Immediately Dangerous to life or Health.

O ambiente, nas condições abaixo, é classificado como IPVS:

- a) Concentração de contaminantes superior a concentração IPVS ou suspeita de ser superior à IPVS;
- b) Espaço confinado com percentual O₂ menor que 20,9 % a não ser que a causa da redução seja conhecida ou controlada.
- c) Percentual de O₂ menor que 12,5% ao nível do mar ou pressão parcial de oxigênio menor que 95 mmHg;
- d) Pressão atmosférica local menor que 450 mmHg (4240 m de altitude).

2.5 Avaliação do Risco – Padrões de Qualidade Ambiental

A presença de contaminantes no ambiente ou a deficiência de oxigênio oferece um risco à saúde. Entretanto, o fato de estar exposto a estes contaminantes não implica, obrigatoriamente, que uma pessoa venha sofrer a ação destes contaminantes.

Para que os contaminantes causem danos, é necessário que estejam acima de uma determinada concentração e que o tempo de exposição a esta concentração seja suficiente para uma ação negativa sobre a saúde.

Os padrões de qualidade ambiental têm por objetivo garantir a proteção da saúde, mas o seu caráter não é absoluto, refletindo o estado em que se encontram os conhecimentos em um dado momento.

Eles são baseados nas informações disponíveis, provenientes de estudos epidemiológicos.

Os padrões de qualidade ambiental representam um instrumento essencial no controle e gerenciamento dos ambientes de trabalho, ajudando a eliminar os riscos advindos da presença de contaminantes, na medida em que permitem sua comparação com os resultados das avaliações de campo.

Denomina-se padrão de qualidade ambiental ou limite de tolerância (LT), aqueles valores de concentração dos agentes químicos presentes no ambiente de

trabalho, aos quais os trabalhadores podem ficar expostos durante sua vida laboral, sem sofrer efeitos adversos à sua saúde.

A Legislação Brasileira define este conceito na sua Norma Regulamentadora NR 15, Portaria 3214 do Ministério do Trabalho e Emprego, de 8 de junho de 1978, item 15.1.5: “Entende-se por limite de tolerância, para fins desta norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará danos à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral”.

2.5.1 Valores de LT (Limite de Tolerância)

Basicamente no Brasil há dois tipos de limites de tolerância:

2.5.1.1 Limite de tolerância – média ponderada

Representa a concentração média ponderada existente durante a jornada de trabalho, isto é, os valores podem ultrapassar o limite fixado, desde que sejam compensados por valores abaixo deste, acarretando uma média ponderada igual ou inferior ao limite de tolerância.

No entanto, estas oscilações para cima não podem ser indefinidas.

2.5.1.2 Limite de tolerância – valor teto

Representa uma concentração que não pode ser exercida em momento algum durante o desenvolvimento dos trabalhos.

2.6 Métodos de Controle Ambiental

O reconhecimento e a avaliação de riscos servem para identificar os processos nos quais os trabalhadores estão expostos aos contaminantes e avaliar sua exposição. O próximo passo é o controle das fontes, que deve ser preferencialmente coletivo.

Os princípios básicos para controle de exposição do trabalhador são:

a) Substituição: Os riscos à saúde do trabalhador devido à geração de contaminantes atmosféricos por processo industrial deve ser reduzido ou eliminado pela substituição ou modificação do processo utilizando materiais menos perigosos à saúde, equipamentos mais seguros ou mesmo processos menos perigosos.

2.7 Legislação e Normas

2.7.1 Programa de Proteção Respiratória (PPR)

A seleção do equipamento de proteção respiratória é feita de acordo com a Instrução Normativa nº 1 de 11 de abril de 1994 da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho do Ministério do Trabalho (SSST/MTb), que estabelece o regulamento técnico sobre o uso de equipamentos para proteção respiratória.

Esta Instrução Normativa, em seu artigo 1º, atribui ao empregador a obrigação de adotar um programa de proteção respiratória com a finalidade de adequar a utilização dos equipamentos de proteção respiratória (EPR) quando as medidas de proteção coletiva adotadas não são viáveis, não atingem níveis aceitáveis de contaminação, estão em manutenção, em estudo ou sendo implantadas.

O Programa de Proteção Respiratória deve observar os seguintes princípios:

1. O estabelecimento de procedimentos escritos abordando, no mínimo:
 - a) os critérios para a seleção dos equipamentos;
 - b) o uso adequado dos equipamentos, levando em conta o tipo de atividade e as características individuais do trabalhador;
 - c) a orientação ao trabalhador para deixar a área de risco por motivos relacionados ao equipamento.
2. A indicação do equipamento de acordo com os riscos aos quais o trabalhador está exposto;
3. A instrução e o treinamento do trabalhador sobre o uso e as limitações do EPR;
4. O uso individual dos equipamentos, salvo em situações específicas, de acordo com a finalidade dos mesmos;
5. A guarda, a conservação e a higienização adequada;
6. O monitoramento apropriado e periódico nas áreas de trabalho e dos riscos ambientais a que estão expostos;
7. O fornecimento somente às pessoas fisicamente capacitadas a realizar suas tarefas utilizando os equipamentos;
8. O uso somente de respiradores aprovados e indicados para as condições em que forem utilizados;

9. A adoção da proteção respiratória individual após a avaliação prévia dos seguintes parâmetros:

- a) características físicas do ambiente de trabalho;
- b) necessidade de utilização de outros Equipamentos de Proteção Individual (EPI);
- c) demandas físicas específicas das atividades de que o usuário está encarregado;
- d) tempo de uso em relação à jornada de trabalho;
- e) características específicas de trabalho tendo em vista possibilidade da existência de atmosfera imediatamente perigosa à vida ou à saúde;
- f) a realização de exame médico no candidato ao uso do EPR, quando por recomendação médica, levando em conta, dentre outras, as disposições do inciso anterior, sem prejuízo dos exames previstos na Norma Regulamentadora - NR 7.

2.7.1.1 Instrução e treinamento do bombeiro

O Corpo de Bombeiros desenvolve um rigoroso treinamento nas Unidades Operacionais para desempenho das suas atividades de salvamento e incêndio:



FIGURA 03 – Treinamento com Equipamento de Proteção Respiratória para Produtos Perigosos
FONTE: Fotografia – tirada no local do treinamento na cidade de Pirassununga

No entanto, não possuem um programa de proteção respiratória voltado para a conscientização no tocante aos riscos existentes no ambiente de trabalho, havendo a retirada precoce dos equipamentos de proteção respiratória, ficando as equipes expostas aos mais variados riscos de contaminação, conforme figuras a seguir:



FIGURA 04 – Equipe do Corpo de Bombeiros nos trabalhos do Acidente da TAM em 2007

FONTE: http://www1.folha.uol.com.br/folha/galeria/album/p_20070717-tam18.shtml

2.7.2 A Máscara autônoma de ar comprimido com circuito aberto de demanda

As condições mínimas exigíveis para este tipo de EPR são determinadas pela NBR 13716:1996 - Equipamento de Proteção Respiratória – Máscara autônoma de ar comprimido com circuito aberto.

A máscara autônoma de circuito aberto é projetada e construída para permitir ao usuário respirar ar, sob demanda, de um cilindro com ar sob alta pressão, através de um redutor de pressão e uma válvula de demanda ativada pelo pulmão. A válvula de demanda pode estar conectada diretamente à peça facial ou não. O ar exalado sai para o ambiente, no lugar de ser recirculado. Basicamente, existem dois tipos de máscaras autônomas de circuito aberto:

- a) de demanda, na qual o ar respirável é admitido à peça facial somente quando a pressão dentro dela fica negativa, devido à inalação;
- b) demanda com pressão positiva, na qual o ar respirável é admitido à peça facial somente quando a pressão positiva dentro dela é reduzida pela inalação.

Como já foi colocado anteriormente, o serviço de bombeiros deve utilizar somente máscaras autônomas de circuito aberto de demanda com pressão positiva, que proporcionam uma maior proteção respiratória aos bombeiros. Tal exigência é feita desde 01 de Julho de 1983 nos EUA pelo Occupational Safety and Health Administration, US Department of Labor (OSHA) e normas da NFPA, da mesma forma, mais recentemente aqui no Brasil, pelos regulamentos do Ministério do Trabalho e Emprego e pela norma NBR 13716:1996. Portanto, os EPR de demanda devem ser removidos dos serviços de bombeiros ou adaptados para operarem com pressão positiva.

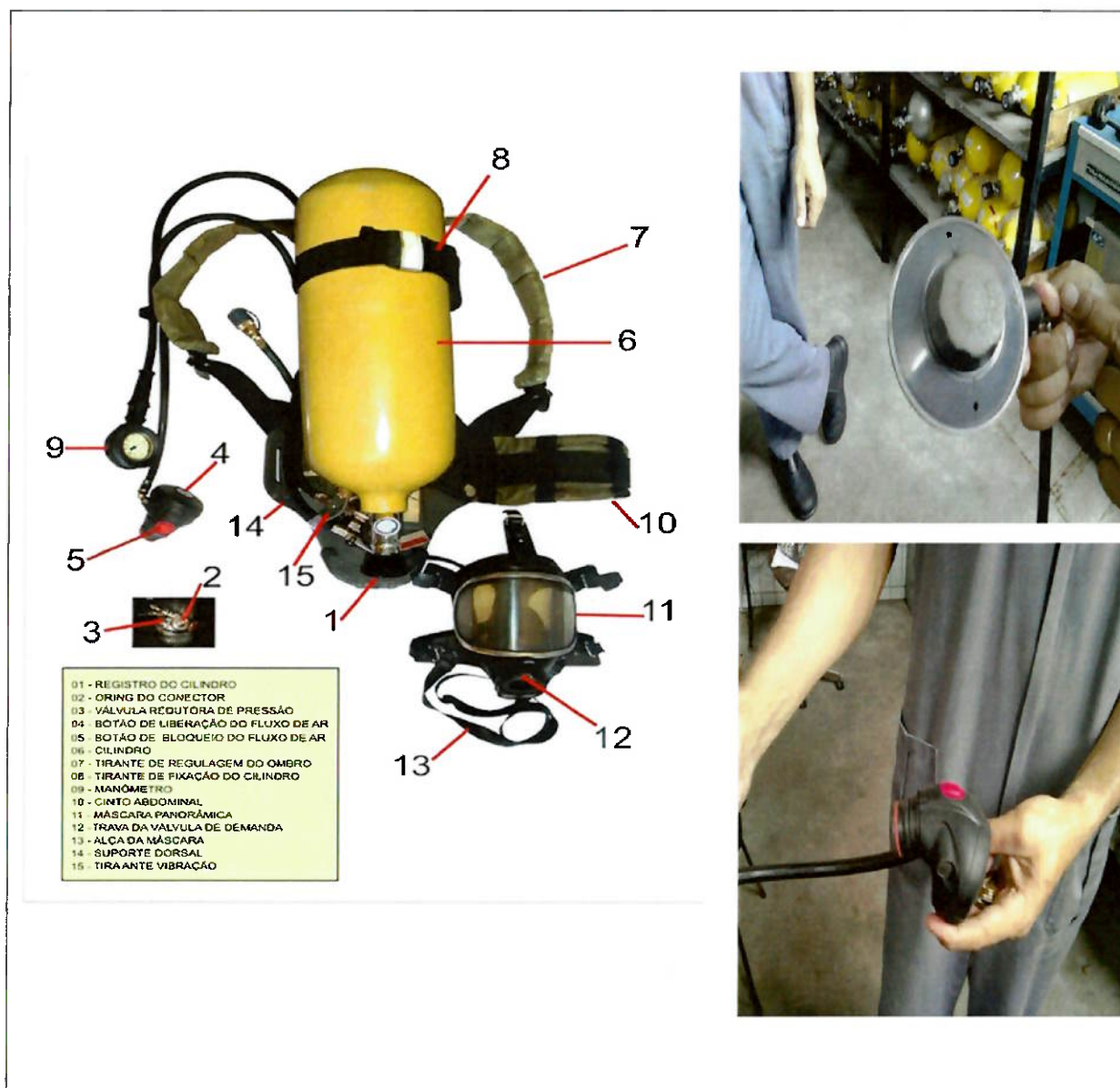


FIGURA 05 – Máscara autônoma de ar comprimido

FONTE: 3M do Brasil Ltda. Máscara autônoma. Fotos tiradas da oficina do Corpo de Bombeiro

2.7.3 A autonomia da máscara autônoma para bombeiro

O Equipamento de Proteção Respiratória para os serviços de incêndios deve ter uma capacidade nominal de serviço mínima de 30 minutos. As homologações do National Institute for Occupational Safety and Health of the US Department and Human Services (NIOSH) e do Mine Safety and Health Administration (MSHA) para tal duração de emprego se baseiam em ensaios realizados em um equipamento de teste, considerando um consumo médio de 40 l/min. A NBR 13716:1996 estabelece que os cilindros para bombeiros devem ter capacidade mínima de 1600 litros, o que garante uma autonomia mínima de 32 minutos, considerando-se um consumo de 50

l/min (trabalho pesado), entretanto, esforços extremos, por exemplo, podem reduzir a autonomia em até 50% do valor calculado. A autonomia de cada unidade depende de fatores tais como:

- a) grau de atividade física do usuário;
- b) condições físicas do usuário;
- c) condições emocionais tais como tensão e excitação (o que pode aumentar o índice de respiração pelo usuário);
- d) nível de treinamento e experiência do usuário em relação ao equipamento;
- e) nível de enchimento do cilindro;
- f) possível presença de CO₂ na reserva de ar comprimido em concentrações superiores a 0,4%, quantidade normal no ar;
- g) pressão atmosférica (por exemplo: utilização de EPR em um túnel pressurizado). a duas Atmosferas (atm) de pressão, a duração é reduzida à metade; a três atm, à 1/3;
- h) estado do EPR (condições de manutenção).

Os Corpos de Bombeiros devem evitar o emprego de EPR com autonomia inferior a 30 minutos, pois, numa situação de perigo, os bombeiros podem não dispor de tempo suficiente para realizar determinadas operações ou para fuga.

2.7.4 Fórmula para calcular o consumo de ar.

$$T = \frac{V \times P}{C} \quad \text{onde:}$$

T - tempo de uso (minutos)
V - volume do cilindro (litros)
P - pressão do cilindro (bar)
C - consumo (l/min)

Exemplo: Cilindro de 7 litros, considerando-se a taxa de consumo de ar de 50l/min, e que o manômetro indica 200 bar:

$$T = \frac{200 \text{ bar} \times 7 \text{ litros}}{50 \text{ l/m}} \Rightarrow T = 28 \text{ minutos}$$

2.7.5 A qualidade do ar respirável para as máscaras autônomas

O ar comprimido gasoso utilizado nas máscaras autônomas deve ser de qualidade respirável, ou seja, satisfazer os requisitos da NBR12543/1999, além do disposto na tabela abaixo.

Tabela 06 - Qualidade do Ar Respirável

(de acordo com a norma ANSI – CGA G-71 – 1989 ar respirável grau D)

COMPONENTE	REQUISITOS
Porcentagem de Oxigênio (% em volume) (o restante com predominância de nitrogênio)	19,5 a 23,5
Gás Carbônico	1000 ppm (max.)
Monóxido de Carbono	10 ppm (Max.)
Óleo (névoa, vapor e material particulado)	5mg/m ³ (máx.)
Odor	(a)
Água líquida	Nenhuma
Umidade (ponto de orvalho)	10° C abaixo da mínima temperatura esperada, ou -29° C (400 ppm a 760 mmHg)

FONTE: TORLONI, Maurício et al. **Programa de Proteção Respiratória : Recomendações, seleção e uso de respiradores.** São Paulo: FUNDACENTRO, 1995.

(a) O ar pode ter um ligeiro odor, entretanto, se for acentuado, é impróprio para o consumo. Não existe um procedimento para medir o odor. A verificação é feita cheirando-se o ar que escoa em baixa vazão.

Além das exigências já citadas, as máscaras autônomas para bombeiros, segundo a NBR 13716:1996, devem apresentar as seguintes características:

- a) massa inferior a 15 Kg;
- b) válvula do cilindro com manômetro;
- c) mostrador do manômetro visível na ausência de luz;
- d) cinta de fixação do cilindro ajustável para cilindros de diâmetros diferentes.

2.7.6 Certificados de Aprovação – CA

A NR6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI, estabelece, em seu item 6.5, que o EPI de fabricação nacional ou importado só poderá ser colocado à venda, comercializado ou utilizado, quando possuir o Certificado de Aprovação – CA, expedido pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Da mesma forma, o artigo 167, da proteção individual só pode ser posto à venda ou utilizado com a indicação do CA.

Segundo Antonio Vladimir Vieira, químico da FUNDACENTRO, as máscaras autônomas de ar comprimido com circuito aberto são ensaiadas de acordo com a NBR 13716: 1996.

As condições mínimas exigidas para máscaras autônomas de ar comprimido com circuito aberto, estipuladas pela norma citada, devem ser verificadas por meio de:

- a) inspeção visual;
- b) ensaios de bancada;
- c) ensaios de desempenho prático.

Embora a NBR 13716:1996 estabeleça que uma máscara autônoma somente pode ser aprovada quando os seus componentes satisfizerem os requisitos previstos, o laboratório da FUNDACENTRO, atualmente, não tem condições de realizar ensaios especificados, através da verificação dos itens relativos à inspeção visual e a alguns ensaios de bancada.

2.8 As Máscaras Autônomas de ar comprimido com circuito aberto de demanda com pressão positiva para bombeiros

O mercado, atualmente, oferece máscaras autônomas da mais alta tecnologia. Para bombeiros, as empresas oferecem vários modelos importados que atendam às normas de seus países de origem. Basicamente, os equipamentos atendem aos requisitos da norma americana NFPA 1981 — Standard on Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus for the Fire Service — e a norma européia EN-137. A colocação destes equipamentos no mercado exige previamente a obtenção do Certificado de Aprovação — CA do Ministério do Trabalho e Emprego —, conforme colocado no item anterior.

Devido ao custo elevado com que esses equipamentos chegam ao mercado nacional, algumas empresas têm desenvolvido projetos, buscando nacionalizar os componentes com finalidade de redução de custos, entretanto, a tecnologia nacional ainda é limitada nesta área.

A cada ano, as máscaras têm apresentado inovações tecnológicas que buscam dar mais segurança e conforto aos usuários, principalmente bombeiros, nas operações de emergência.

Um fator que influencia de modo significativo a aceitação do equipamento pelos bombeiros e no seu rendimento operacional é a massa da máscara autônoma,

sendo o cilindro de ar comprimido o responsável por grande parte da massa do conjunto.

A seguir será abordado sobre as características técnicas dos cilindros de composite com o objetivo de esclarecer dúvidas, principalmente quanto aos aspectos de manutenção e cuidados durante a utilização, e a importância do uso de máscaras autônomas leves no desempenho operacional do bombeiro.

2.9 Os Cilindros de Ar Comprimido para Máscaras Autônomas

Há alguns anos, ao selecionar um EPR para uso no serviço de bombeiros, o tipo de cilindro de ar comprimido não era levado em consideração, pois a única opção do mercado era o cilindro de aço.

Este tipo de cilindro, muito pesado, é usado desde 1940 e prevaleceu no mercado por mais de 40 anos. Nos anos 70, os cilindros de alumínio foram desenvolvidos na primeira tentativa de reduzir o peso total do EPR, entretanto, para atender às exigências do Departamento de Transportes (DOT) dos Estados Unidos, a espessura da parede destes cilindros teve que ser aumentada, o que resultou em uma redução de peso, em relação ao cilindro de aço, não muito significativa.

A partir de 1976, os cilindros de composite — uma combinação entre liga metálica de alumínio, fibras (carbono, vidro e *kevlar*®) e resina epóxi — começaram a ser utilizados comercialmente. A tecnologia de fabricação destes cilindros foi desenvolvida pela indústria aeroespacial nos anos 60 para motores de foguetes e outros vasos pressurizados, onde o peso é fator crítico.

Estes novos cilindros trouxeram um certo grau de incerteza aos usuários de EPR, principalmente quanto à resistência a alta pressão, porém a redução no peso do equipamento foi significativa, na busca do espaço perdido, os cilindros de aço evoluíram e hoje há cilindros de liga leve que permitiram uma redução de peso, entretanto, nada se compara a leveza do composite.

A tabela 07 apresenta um quadro comparativo entre cilindros para máscaras autônomas, relacionando o tipo de material construtivo e a massa.

Tabela 07 - Quadro comparativo entre cilindros para máscara autônoma

TIPO DE CILINDRO	PRESSÃO DE TRABALHO (BAR)	CAPACIDADE VOLUMÉTRICA (L)	VOLUME DO CILINDRO (L)	MASSA DO CILINDRO VAZIO (Kg)
Composite Fibra de carbono	300	1870	6,8	4,1
Composite Fibra de vidro	300	1870	6,8	6,4
Aço de Liga leve	300	1800	6,0	9,1
Aço	200	1700	8,5	11,1

NOTAS: a) Para bombeiros, a capacidade volumétrica do cilindro deve ser de 1600 L, conforme NBR 13716/1996;

b) O peso aproximado do ar comprimido à 20° C no cilindro de 1870 L é de 2,4 Kg; e

c) Os cilindros de composite fibra de vidro são aproximadamente 50% mais leves que os cilindros de aço e os cilindros fibra de carbono têm apenas 34% do peso do cilindro equivalente em aço.

O CBPMESP adquiriu os primeiros EPR com cilindros de composite nos anos 90; na Capital, mais precisamente, em 1997. Da mesma forma, dúvidas surgiram quanto à resistência e aos cuidados ao utilizá-los, considerando que as informações técnicas inicialmente eram limitadas. Atualmente, percebe-se que a confiança nos cilindros de composite ainda não é plena, embora haja o consenso que os equipamentos com este tipo de cilindro permitem maior conforto ao bombeiro na atividade operacional.

Outro fator que tem limitado a aquisição dos cilindros de composite são os custos que são inversamente proporcionais ao seu peso. Um cilindro de composite custa aproximadamente 60% a mais que um cilindro correspondente em aço.

2.9.1 Cilindros de Composite

Os cilindros de composite, por envolverem uma tecnologia relativamente nova, são fabricados sob concessão Exemptions (E) do Departamento de Transportes dos Estados Unidos (DOT) ou sob concessão Special Permits (SP) pelo Departamento de Transportes do Canadá (TC).

No processo de fabricação do composite são utilizadas a fibra de vidro, o Kevlar® e mais recentemente a fibra de carbono.

Os cilindros podem ser totalmente revestidos por fibra de vidro (full wrap Fiberglass) ou fibra de carbono (full wrap carbon), conforme indica a figura 10 ou parcialmente revestidos por fibra de vidro (hoop Wrap Fiberglass), conforme

demonstra a figura 06 No CBPMESP utiliza-se somente cilindros de composite totalmente revestidos.

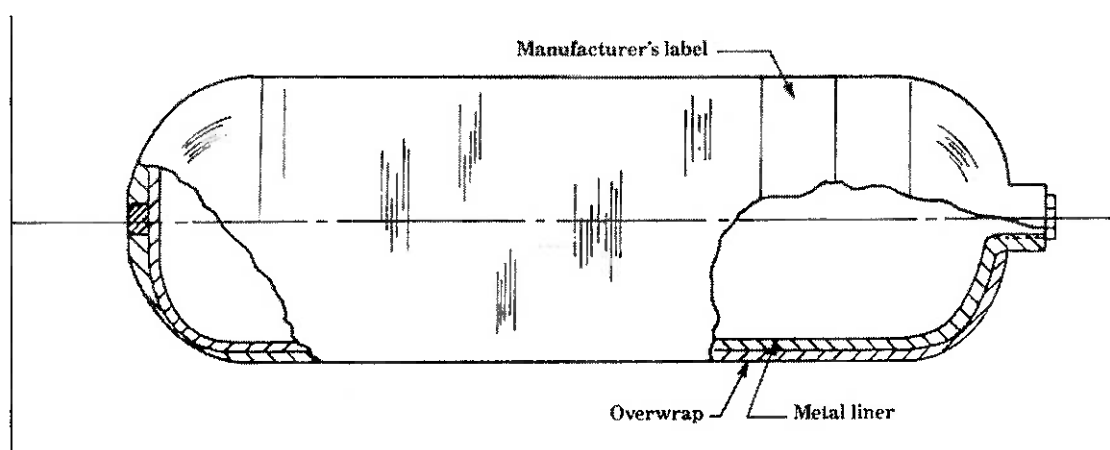


Figura 06 – composite total de fibra de carbono ou fibra de vidro

FONTE: Associação de Gás Comprimido, CGA C-6. 2, 1996

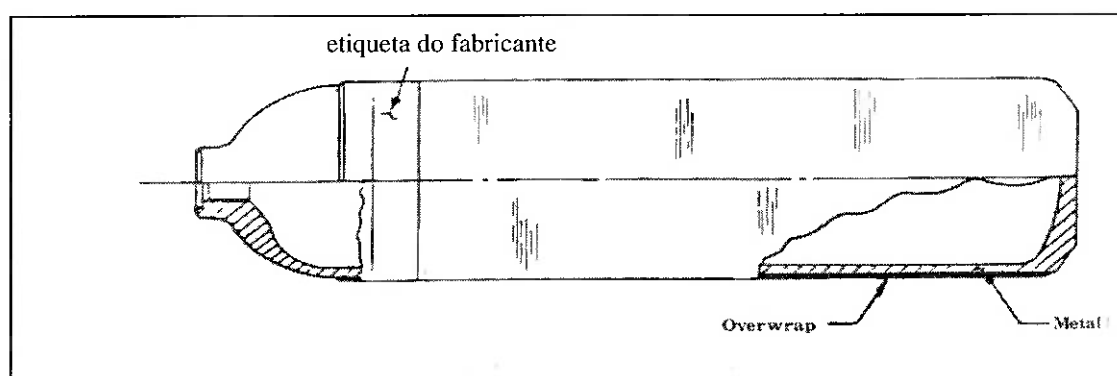


Figura 07 – Composite parcial de fibra de vidro

FONTE: Associação de Gás Comprimido, CGA C-6. 2, 1996

2.9.2 Inspeção Visual Externa do Cilindro de Composite

A fim de garantir a integridade do cilindro de composite, após cada período de uso e antes do recarregamento, deve ser realizada uma inspeção visual na busca de eventuais avarias no revestimento de fibra ou deformações estruturais.

2.9.3 Preparação para a inspeção

O cilindro deve estar limpo e livre de etiquetas ou acessórios que interfiram na inspeção visual. A etiqueta do fabricante não deve ser removida.

2.9.4 Tipos de Danos

O cilindro deve ser inspecionado com vistas aos seguintes tipos de avarias:

a) Dano por abrasão: este tipo de dano é causado pelo uso severo e atrito com outros objetos. Os arranhões na pintura do cilindro são os mais comuns.



Figura 08 – Abrasão nível 1 (aceitável)

FONTE: Associação de Gás Comprimido, CGA C-6. 2, 1996

b) Dano por corte: Este tipo de dano é causado por objeto cortante ou pontiagudo.



Figura 09 – Corte nível 3 (condenado)

FONTE: Associação de Gás Comprimido, CGA C-6. 2, 1996

c) Dano por impacto: este tipo de dano é causado por queda ou pancadas



Figura 10 - Dano por impacto nível 3 (condenado)

FONTE: Associação de Gás Comprimido, CGA C-6. 2, 1996

d) Dano estrutural: termo abrangente aplicável a todos os tipos de danos que afetam gravemente o cilindro, inutilizando-o.



Figura 11 – Dano estrutural nível 3 (condenado)

FONTE: Associação de Gás Comprimido, CGA C-6. 2, 1996

e) Dano por fogo ou calor: danos por fogo são evidenciados pela descoloração, queima da fibra da etiqueta do fabricante da pintura ou dos componentes plásticos da válvula.



Figura 12 – Dano por fogo nível 3

FONTE: Associação de Gás Comprimido, CGA C-6. 2, 1996

2.9.5 Níveis de dano

Os danos apontados são classificados nos seguintes níveis:

a) Nível 1 – (aceitável): dano que pode ser considerado normal e não oferece risco à segurança do cilindro, portanto, não impedem o seu uso. Estão incluídos neste nível os arranhões na pintura (figura 12), cortes de profundidade desprezível ou danos na fibra insignificantes.

b) Nível 2 – (rejeitado – é necessária a restauração): este nível de dano abrange cortes de comprimento e profundidade maior que o nível 1 ou pode incluir um grupo de fibras. Este nível de dano permite restauração.



FIGURA 13– Abrasão nível 2 (reparo e teste hidrostático são necessários)

FONTE: Associação de Gás Comprimido, CGA C-6. 2, 1996

c) Nível 3 (condenado – não é possível reparos): tipo de dano que inutiliza o cilindro para o serviço.



FIGURA 14 – Cilindros Condenados (Fotografia - tirada na oficina do Corpo de Bombeiros)

2.9.6 Critérios de medição dos danos

2.9.6.1 Abrasão

- a) Nível 1: abrasões menores que 0,127 mm de profundidade são aceitáveis.
- b) Nível 2: abrasões em grupos isolados de fibras com profundidade maior que 0,127 mm, mas limitados a 50% da profundidade máxima especificada no guia para inspeção e requalificação de cilindros de composite de alta, pressão apêndices A e B da Associação de Gás comprimido, Inc (CGA).
- c) Nível 3: cilindros com abrasões que excedem o nível 2 devem ser condenados.

2.9.6.2 Cortes

- a) Nível 1: cortes e arranhões menores que 0,127 de profundidade são aceitáveis independentemente do comprimento, número ou direção.
- b) Nível 2: cortes maiores que 0,127 mm de profundidade ou de profundidade maior que o especificado pelo fabricante, com o máximo de 25,4 mm ou 50,8 mm de comprimento transversais à direção da fibra, são restauráveis. Os cilindros restaurados devem ser testados hidrostaticamente após a restauração.
- c) Nível 3: cilindros com cortes maiores que o especificado para o nível 2 devem ser condenados, assim como os cilindros com cortes na fibra que permitam a visão do metal (liner).

2.9.7 Dano por impacto: Cilindros de composite são muito resistentes a este tipo de dano, sendo necessário um impacto muito forte para causar uma avaria que condene o cilindro. Um impacto leve pode causar apenas uma opacidade na área atingida e o cilindro pode retornar ao serviço. São considerados impactos severos aqueles que evidenciam cortes e danos nas fibras e possíveis danos estruturais.

2.9.8 Danos estruturais: Cilindros com evidência visual de mudança na configuração original. Nesta condição o dano é considerado de nível 3.

2.9.9 Danos por calor ou fogo: Os danos causados por fogo ou calor são considerados de nível 3, portanto, o cilindro deve ser condenado.

2.9.10 Inspeção Interna do Cilindro

A inspeção interna do cilindro deve abranger a rosca, anel de vedação ("O" ring) e deformações internas.

2.9.11 Dispositivo de segurança

Após a inspeção, os cilindros condenados têm suas roscas danificadas para evitar reutilizações.



FIGURA 15 – Cilindro com roscas danificadas (Fotografia - tirada na oficina do Corpo de Bombeiros)

2.9.12 Exigências Especiais para Cilindros de Composite

Os cilindros devem ser testados hidrostaticamente a cada 3 (três) anos e sua vida útil está limitada a 15 (quinze) anos de serviço, a contar da data do teste hidrostático do fabricante, indicado na etiqueta do cilindro.

2.9.13 Etiqueta do Fabricante do Cilindro

A etiqueta do fabricante traz informações sobre o cilindro e não deve ser removida. As informações constantes da etiqueta são:

1. Número de concessão DOT Exemption (E) ou número de concessão TC Special Permit (SP) (figura 19) seguido da pressão de trabalho;
2. Número de série do fabricante;
3. Identificação do fabricante;
4. Data do teste hidrostático original.

Se a etiqueta for perdida, o cilindro deve ser condenado.

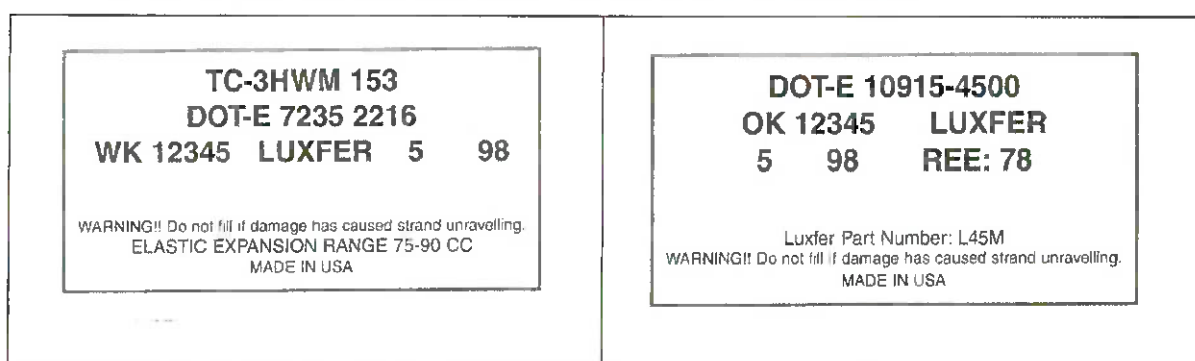


FIGURA 16 - Exemplos de etiqueta do fabricante

FONTE: Associação de Gás Comprimido, CGA C-6. 2, 1996

2.9.14 O Risco de Exposição do Composite a Produtos Químicos

No ano de 1996, um cilindro de composite de fibra de vidro, 300 bar, explodiu no interior de uma viatura do Corpo de Bombeiros de Eureka, Califórnia, Estados Unidos, causando danos materiais. Uma investigação criteriosa concluiu que o rompimento do cilindro ocorreu devido ao contato com um fluido corrosivo para limpeza de alumínio que atacou a fibra de vidro enfraquecendo-a, a qual, não suportando a pressão interna do cilindro, rompeu.

Em razão deste acidente, determinou-se que qualquer cilindro de composite, que entrar em contato com os produtos químicos relacionados a seguir, deve ser condenado:

a) Solventes: Exemplo: querosene, solventes, orgânicos, thinner, removedores de tinta etc.;

b) Fluidos veiculares: Exemplo: materiais que contenham benzeno, limpadores de vidro, fluidos para baterias (ácidos, alcalinos), matérias inflamáveis, aditivos, gasolina etc.;

c) Bases fortes: Exemplo: materiais com média e alta concentração de hidróxido de sódio, potássio e ou outros hidróxidos, solução de limpeza (sabão) ética;

d) Ácidos: materiais que contenham qualquer concentração de ácidos como ácidos sulfúricos, acéticos, fosfóricos, clorídricos etc.;

e) Corrosivos: materiais com componentes corrosivos como limpadores de metal, de vidro, removedores e atmosferas com gases corrosivos;

f) Álcool: material que contenha qualquer tipo de álcool. (Boletim Informativo do CEIB).

2.10 O Estresse Térmico

O bombeiro, no desempenho de suas atividades, está sujeito, constantemente, ao excesso de calor e à sobrecarga térmica. Segundo o Cap PM César Coelho de Oliveira:

“O excesso de calor, sobrecarga térmica, na atividade de bombeiro é uma constante, o que resulta numa tensão que pode provocar reações fisiológicas: quanto maior a sobrecarga térmica, maior a tensão resultante, e em certas condições pode alcançar um valor capaz de afetar a saúde e influir determinantemente no desempenho pessoal.

A tensão térmica [estresse térmico] é a mudança fisiológica ou patológica resultante da sobrecarga térmica, por exemplo, aumento de frequência de pulsação e de temperatura do corpo, sudorese, síncope pelo calor, desequilíbrio hídrico e salino etc.

É evidente que a tensão experimentada pelo organismo guardará uma relação com a sobrecarga total a que está exposta.

Quando o trabalho se realiza em um ambiente quente, a carga imposta é resultado do calor ambiental e a energia requerida para realizar tal tarefa”.

Assim, pois, do ponto de vista da sobrecarga térmica, o calor ambiental e o calor gerado no corpo pelo metabolismo térmico, são fatores de sobrecarga. (Centro de Aperfeiçoamento e Estudo Superiores Polícia Militar do Estado de São Paulo, 1988).

Várias medidas de controle são recomendadas para minimizar os efeitos fisiológicos ou patológicos resultantes de sobrecarga térmica, medidas de controle ambiental, por exemplo, a ventilação realizada no combate a incêndio e medidas pessoais, como o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Desta forma, na seleção de EPI deve-se levar em consideração esses fatores, e pode-se reduzir a contribuição ao estresse térmico, EPR, usando um equipamento leve. (Programa de Proteção Respiratória: Recomendações, seleção e uso de Respiradores. São Paulo: FUNDACENTRO, 1995) (Torloni ET Al, 1995)

2.11 A influência da massa do EPR no desempenho do bombeiro

A fim de avaliar a influência da massa do equipamento autônomo no desempenho físico do bombeiro, foram realizados dois testes de potência aeróbia ou Ergoespiométrico no Centro de Medicina da Atividade Física e do Esporte da Universidade Federal de São Paulo da Escola Paulista de Medicina (CEMAFE).

Ambos os testes tiveram como objetivo verificar a aptidão física cardiorrespiratória, por método direto, para determinar o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) do bombeiro, utilizando o equipamento de proteção individual (capacete, bota, capa e cinto) e um EPR com cilindro de aço, o que resultou em uma sobrecarga de 25,5 Kg; e utilizando o mesmo EPI e um EPR com cilindro de composite, resultando em uma sobrecarga de 20,5 Kg.



FIGURA 17 - Teste ergoespirométrico utilizando EPR com cilindro de aço e composite

Comparando-se os resultados obtidos, concluiu-se que a máscara autônoma com cilindro de aço (PA 540 do principal fornecedor) afetou de modo significativo a potência aeróbica máxima (VO_2 máx) do bombeiro, haja vista que o seu organismo não conseguiu aumentar as respostas cardiorrespiratórias proporcionalmente à carga de trabalho máxima, além do que, para cumprir a mesma carga de trabalho, o gasto calórico com o EPR de aço foi maior do que com o de composite. (O teste foi realizado no Laboratório do Centro de Medicina da Atividade Física e do Esporte (CEMAFE) da Universidade Federal de São Paulo da Escola Paulista de Medicina, em fevereiro de 2002).

2.12 Dispositivos do Homem Morto

Um acessório importante para segurança do bombeiro, que pode integrar a máscara autônoma, é o dispositivo do homem morto (Personal Alert Safety Systems – PASS). Este aparelho foi desenvolvido com a finalidade de auxiliar as equipes de resgate a localizar bombeiros inconscientes ou desorientados no interior de uma estrutura tomada pela fumaça. O dispositivo do homem morto, de uso obrigatório pelos bombeiros americanos, por exigência de norma, emite um som estridente, caso o bombeiro permaneça imóvel por aproximadamente 30 segundos, o que facilita a sua localização e resgate.

O autor considera que, este dispositivo é indispensável nas operações de busca e salvamento e no combate a incêndios no interior de edifícios. (NFPA 1982, Standard on Personal Alert Safety Systems (PASS) for Fire Fighters).

2.13 A Situação dos Equipamentos de Proteção Respiratória (EPR) no Comando de Bombeiros Metropolitano (CBM) da Capital de São Paulo.

2.13.1 Cilindros

Os gráficos abaixo indicam quantidade de cilindros em umas das unidades do CBM, distribuídos de acordo com o tipo de material construtivo. Verifica-se que 59% dos cilindros em uso são de aço, 25% de composite (fibra de vidro e fibra de carbono) e 16% de aço de liga leve.

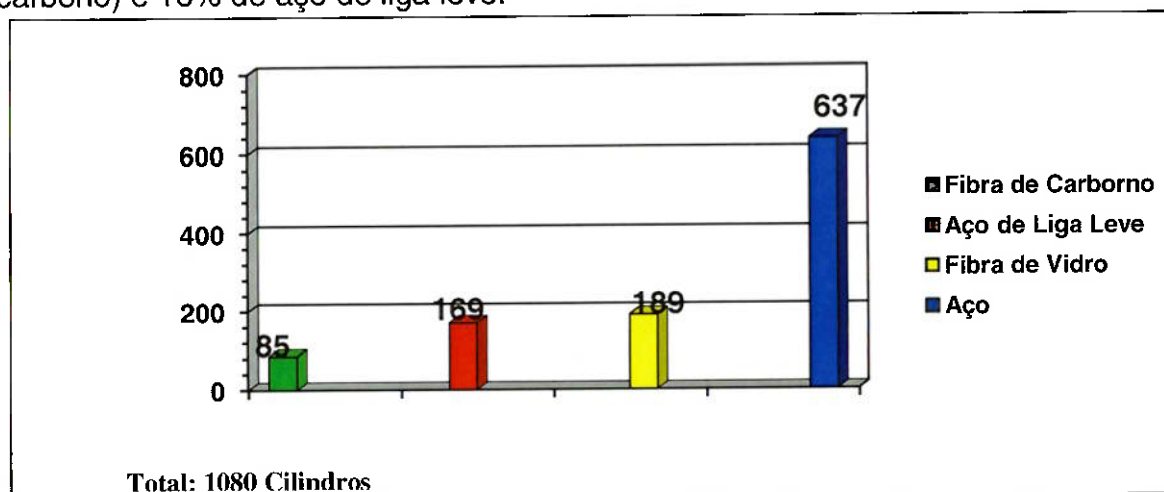


Gráfico 01 – Quantidade de Cilindros do CBM, distribuídos por tipo de material construtivo.

FONTE: Levantamento de campo efetuado junto às UOp/CB02.

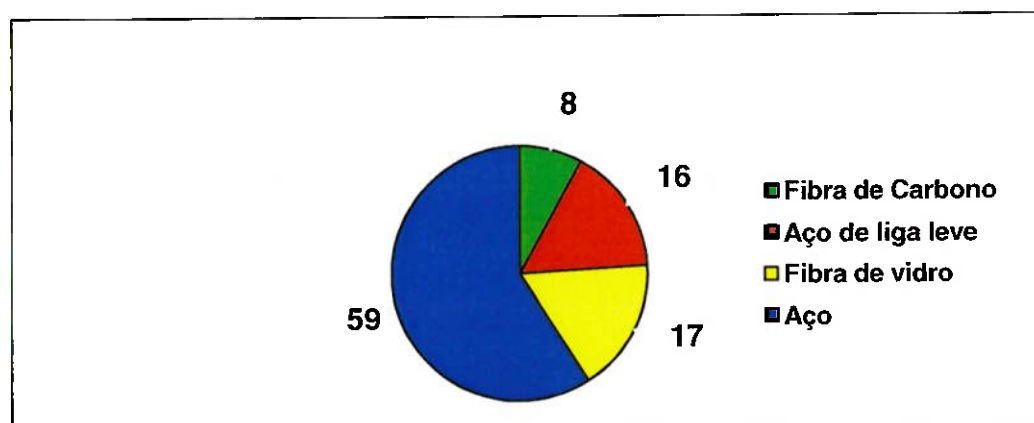


Gráfico 02 - Distribuição de cilindros no CBM de acordo com o tipo de material construtivo em %. FONTE: Levantamento de campo efetuado junto às UOp/CB.

2.13.2 Máscaras Autônomas (cilindro, suporte anatômico e peça facial)

O gráfico, a seguir, mostra a distribuição das máscaras autônomas do CBM, de acordo com o tipo de cilindro utilizado.

Verifica-se que 50% dos equipamentos utilizam cilindros de aço.

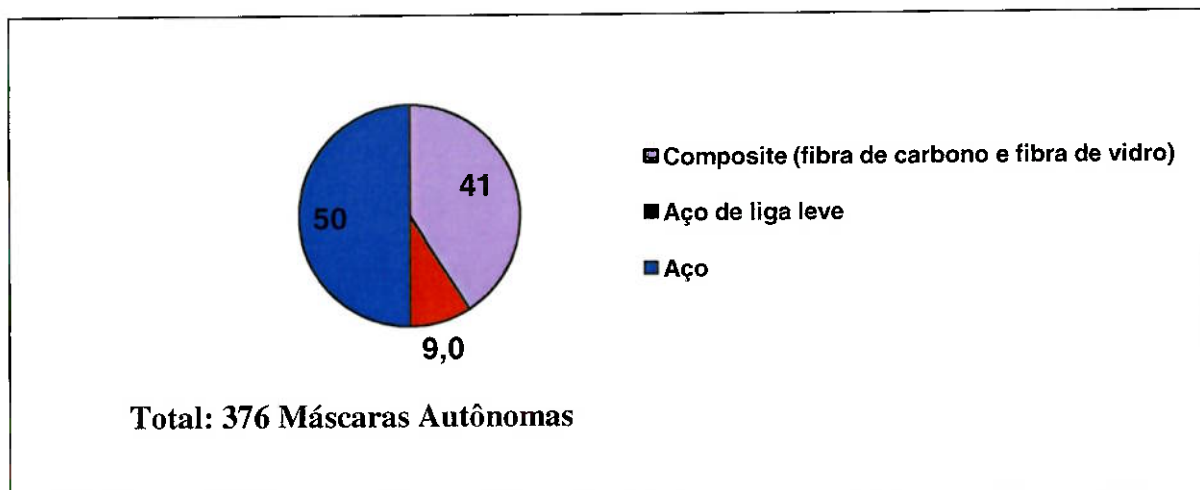


Gráfico 03 - Máscaras Autônomas do CBM – Distribuição de acordo com o tipo de cilindro em %. FONTE: Levantamento de campo efetuado junto às UOp/CB.

2.13.3 A Situação dos EPR nas UOp/CB do Interior e Litoral

2.13.3.1 Cilindros

Os gráficos abaixo demonstram que 81% dos cilindros em uso no interior do Estado e Litoral são de aço, 17% de composite e 3% de aço de liga leve.

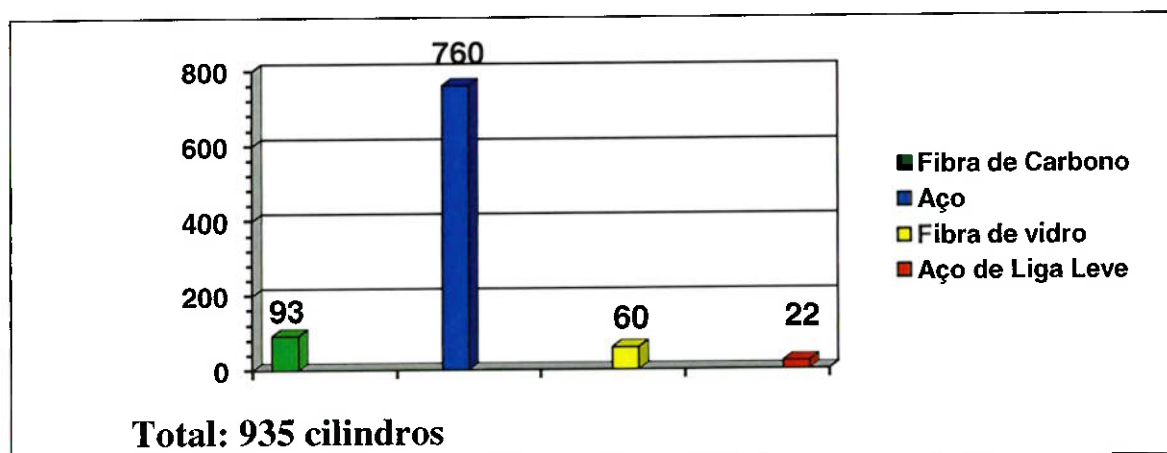


Gráfico 04 - Quantidade de cilindros das UOp/CB do Interior e Litoral de acordo com o material Construtivo. FONTE: Levantamento de campo efetuado junto às UOp/CB - exceto 17º GB salvamar.

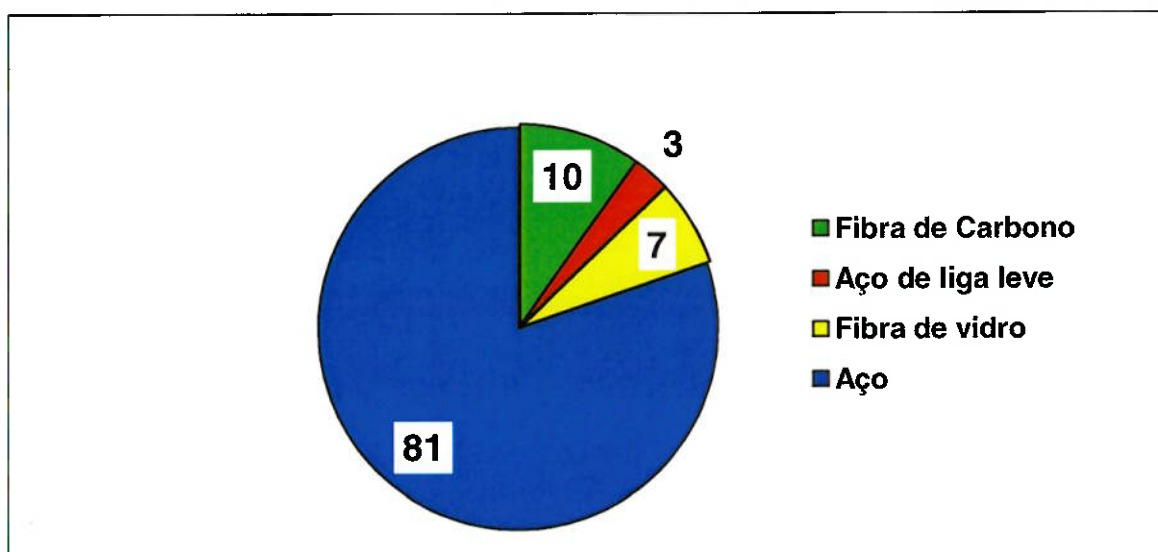


Gráfico 05 - Distribuição de cilindros nas UOp/CB do Interior e Litoral de acordo com o material construtivo em %. FONTE: Levantamento de campo efetuado junto às UOp/CB - exceto 17º GB salvamar.

2.13.3.2 Máscaras Autônomas

O gráfico a seguir indica que 76% das máscaras autônomas utilizam cilindros de aço.

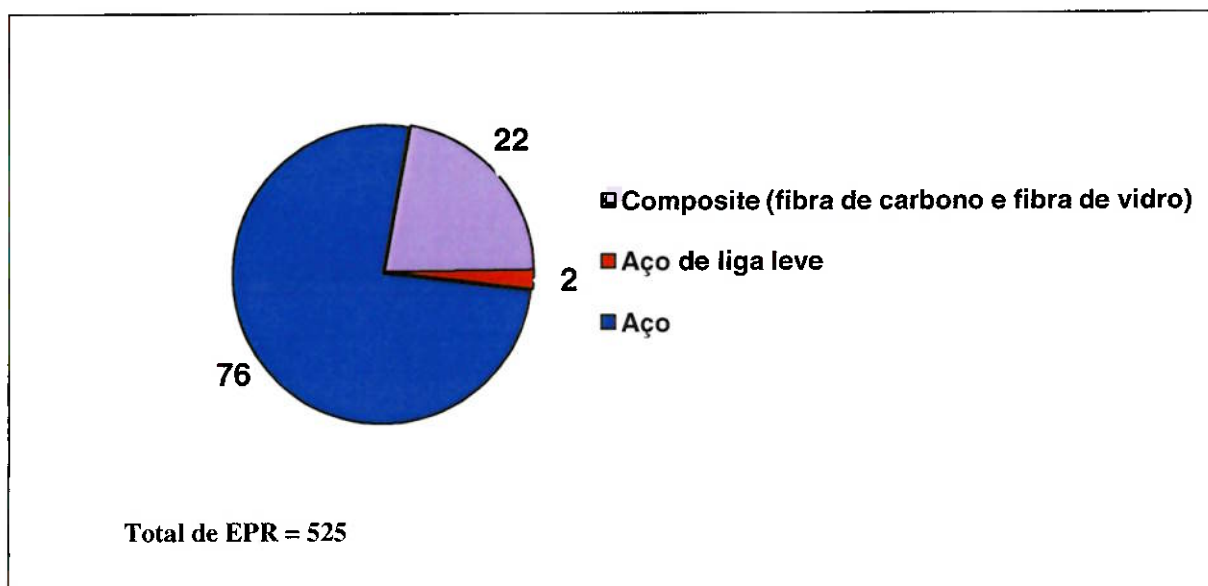


Gráfico 06 – Distribuição de máscaras autônomas das UOp/CB do interior e litoral de acordo com o tipo de cilindro em %. FONTE: Levantamento de campo efetuado junto às UOp/CB - exceto 17º GB salvamar.

Conclui-se que, na região metropolitana, há um equilíbrio entre equipamentos que utilizam cilindros de aço e aqueles que utilizam cilindros de composite, o que indica maiores investimentos na atualização destes equipamentos; no Interior, entretanto, ainda prevalecem os equipamentos com cilindros de aço.

2.14 Os Equipamentos de Proteção Respiratória em Desacordo com a Norma Brasileira.

2.14.1 Cilindros

Constatou-se, com a pesquisa de campo, que 61% dos cilindros de aço em uso, ou seja, 1243 cilindros, não atendem a exigência de capacidade volumétrica de ar mínima de 1600L, prevista na NBR e especificação do CBPMESP, portanto tais cilindros não garantem uma autonomia mínima recomendada de 30 minutos para serviços pesados, conforme demonstra o gráfico abaixo.

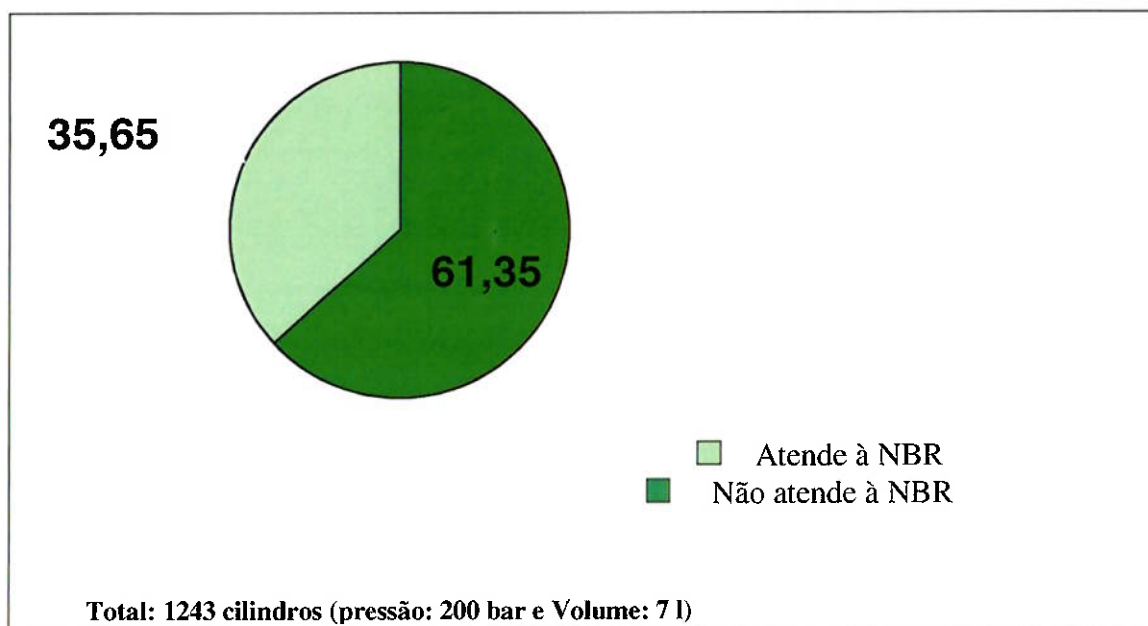


Gráfico 07 – Distribuição dos cilindros de aço de acordo com a capacidade volumétrica mínima exigida por norma em %. FONTE: Levantamento de campo efetuado junto às UOp/CB - exceto 17º GB salvamar.

2.14.2 Máscaras Autônomas

Verificou-se que os equipamentos que utilizam cilindros de aço, na sua maioria modelo PA-540, ultrapassam a massa de 15 kg estipulada pela NBR. A massa deste equipamento é de 16,8 Kg, considerada excessiva para o serviço operacional do Corpo de Bombeiros. O quadro abaixo traz uma comparação de

massas entre alguns modelos de máscaras autônomas disponíveis no mercado atualmente e o equipamento PA-540.

Tabela 08 - Quadro comparativo entre conjuntos de máscaras autônomas cilindro + suporte anatômico + cilindro cheio.

TIPO DE CILINDRO MODELO/ FABRICANTE	AÇO LEVE	FIBRA DE CARBONO	FIBRA DE VIDRO	AÇO
PA94 BASIC/DRÄGER	14,8 Kg	12,0 Kg	--	--
PANTHER/SURVIVAR	--	8,7 Kg		--
ULTRALITE MMR/MSA			11,2 Kg	--
BR PA 2000/BARTEL	14,8Kg		--	--
PA 540/DRAGER	--	--	--	16,8 Kg

FONTE: FONTE: Levantamento de campo efetuado junto às UOp/CB, ano 2002.

NOTAS: 1) Para bombeiros, a massa do EPR é limitada a 15 Kg, conforme NBR 13716: 96;

2) Cilindros de composite e de aço leve com volume de 6 L e pressão de trabalho de 300 bar

3) Cilindros de aço com volume de 7 L e pressão de trabalho de 200 bar.

2.14.3 Máscaras autônomas de demanda (pressão negativa)

O levantamento mostra que ainda estão em uso EPR de demanda PA-54, num total aproximado de 83 máscaras autônomas.

Estas máscaras devem ser retiradas imediatamente do serviço operacional ou adaptadas para operarem com pressão positiva. (Informação adquirida em entrevistas com bombeiros que trabalham na oficina de manutenção)

2.15 Manutenção de Cilindro e Equipamento de Proteção Respiratória (EPR)

A responsabilidade de manutenção dos EPR e cilindros são das Unidades Operacionais do Corpo de Bombeiros, principalmente no que diz respeito ao controle da data de vencimento do teste hidrostático dos cilindros. Levantamento realizado no ano de 2001 pelo Centro de Suprimento e Manutenção do Material Operacional do Corpo de Bombeiros (CSM/MOp) indicou que 900 cilindros no Estado operavam com teste hidrostático vencido, fato inadmissível.

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada envolveu a pesquisa bibliográfica, levantamento de campo, entrevistas nas Unidades do Corpo de Bombeiros e Departamentos responsáveis por aquisição de equipamentos para proteção respiratória.

O levantamento de campo foi realizado nas Unidades Operacionais do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo na região da Capital.

Estas unidades são também conhecidas como GB (Grupamento de Bombeiros) que se subdividem em PB (Postos de Bombeiros) localizadas em todas as regiões e municípios de São Paulo, sendo as da Capital, subordinadas ao CBM (Comando de Bombeiros Metropolitano).

Foram entrevistados os bombeiros que trabalham nas Unidades tais como:

Oficina do Centro de Suprimento e Manutenção de Materiais Operacionais de Bombeiro (CSM/MopB) localizada na Capital, no Bairro da Vila Maria, região da Zona Norte da Cidade.

Posto de Bombeiros do Glicério localizada na baixada do Glicério, região central da cidade.

Departamento de Finanças e Patrimônio (DFP), Departamento de Operações (Dop) do Comando do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (CCB) e Departamento de Segurança Contra Incêndio (DSCI). Tais Departamentos estão localizados no Centro da cidade.

1º Grupamento de Bombeiro localizada na região do Bairro do Cambuci.

2º Grupamento de Bombeiro localizada na região do Campos Elíseos.

3.1 Revisão da literatura

Na etapa de revisão bibliográfica, foram pesquisados a história da proteção respiratória, aborda a legislação e normas que regulam a administração de um Programa de Proteção Respiratória (PPR) e as condições mínimas exigíveis para máscaras autônomas, as características dos EPR disponíveis no mercado, especialmente os tipos de cilindros utilizados e a situação dos equipamentos de proteção respiratória nas Unidades Operacionais do Corpo de Bombeiros de São Paulo (UOp/CB).

3.2 Justificativa

O problema estudado por esta obra é a influência destes equipamentos no desempenho operacional do bombeiro, que, apesar da consciência da importância da máscara autônoma, há certa resistência ao seu uso regular nas emergências, nas quais é necessária, e as alegações mais comuns referem-se ao peso do equipamento e ao desconforto.

4. APRESENTAÇÃO DO CASO

4.1 A empresa estudada

O Corpo de Bombeiros atua nas situações de emergência englobando Incêndio, Salvamento, Resgate e Defesa do Meio Ambiente.

Possuem procedimentos padronizados para os atendimentos de ocorrências bem como Manuais Técnicos de Bombeiros (MTB) e fundamentos pautados em Normas Nacionais e Internacionais.

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), utilizados pelo bombeiro, dentre eles o EPR (Equipamento de Proteção Respiratória), são fundamentais para a segurança quando da sua atuação no dia a dia, sendo necessário um estudo para a padronização destes.

O equipamento de proteção respiratória mais empregado pelo Corpo de bombeiros é o “aparelho autônomo de ar respirável”, também conhecido como “conjunto autônomo” ou “máscara autônoma”

A falta de uso deste equipamento quando se inicia o atendimento de ocorrências onde há presença de fumaça, contaminantes, produtos químicos e outros, tem levado bombeiros a adquirirem sérias doenças respiratórias e em casos mais graves a morte por deficiência de oxigênio.

Foi pesquisado também sobre os riscos e as doenças ocupacionais a que este profissional está sujeito no ambiente de trabalho.

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

5.1 Aquisição do EPR pelo Corpo de Bombeiros.

As aquisições mais recentes de equipamentos de proteção respiratória pelo Corpo de Bombeiros foram: aparelho autônomo de ar comprimido respirável com acoplamento para máscara suplementar (carona), atendendo as exigências da Especificação Técnica nº CBM-004/122/08; máscara facial de pressão positiva (PP), atendendo a Especificação Técnica nº CBM-042/122/09 atualizada em 20/10/09; compressor de ar respirável com estação de recarga móvel, atendendo a Especificação Técnica nº CBM-043M/122/08.

5.2. Órgão Responsável pela manutenção de EPR.

O Centro de Suprimento e Manutenção de Materiais Operacionais de Bombeiro (CSM/MOpB) é um setor do Corpo de Bombeiros responsável pela coordenação da parte logística da instituição, aquisição de materiais e serviços necessários ao funcionamento das viaturas operacionais. É responsável também pelo controle e manutenção dos EPRs.



FIGURA 18 – Centro de Suprimento e Manutenção de Materiais Operacionais de Bombeiro (CSM/MOpB)

FONTE: Fotografia tirada da Fachada do Centro de Suprimento

5.3 Oficina

Dentre as demais divisões de oficinas que compõem o Centro de Suprimento Manutenção de Materiais Operacionais de Bombeiro (CSM/MOpB), existe uma oficina composta por uma equipe de bombeiros que são habilitados pelas empresas fornecedoras dos equipamentos de proteção respiratória. São adquiridas através deste Centro, peças de reposição para substituição daquelas avariadas.

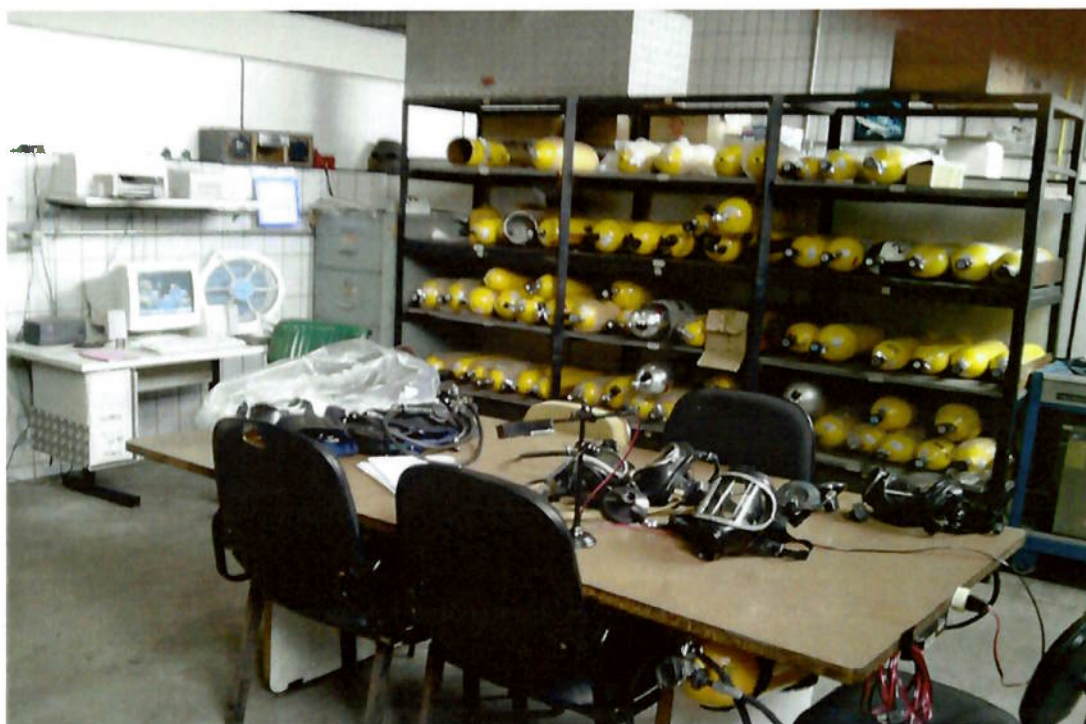


FIGURA 19 - Oficina de manutenção de equipamentos de proteção respiratória.

FONTE: Fotografia tirada no interior da oficina

5.3.1 Equipamento de Teste – Eurotest

O Eurotest é um painel de controle intuitivo com manômetro de pressão baixa e média (para inflar e desinflar a cabeça de teste, para criar pressão positiva e negativa) tornam o procedimento de teste confortável e direto. O Eurotest é alimentado com uma conexão de suprimento de ar respirável que é conectado ao cilindro de ar para teste de vazamento facial da máscara.



FIGURA 20 – Equipamento Eurotest que se encontra disponível na oficina do Corpo de Bombeiros.

FONTE: Fotografia tirada no interior da Oficina

5.3.2. Limpeza e higienização

A limpeza e higienização dos equipamentos de proteção respiratória devem ser efetuadas após a utilização dos trabalhos de bombeiro, de forma a manter o equipamento limpo, higienizado e em condições de pronto uso.

Em levantamento de campo foi possível observar que cada Unidade Operacional do Corpo de Bombeiros possui seu equipamento de sistema de limpeza por ultra-som. Conforme figura abaixo.



FIGURA 21 - Sistema de limpeza por ultra-som e produtos químicos utilizados

FONTE: Fotografia tirada no interior da Oficina das Unidades do Corpo de Bombeiros.

5.3.3 Recarga de Cilindros através de equipamento fixo

A recarga de cilindros de ar é efetuada tanto na Oficina do Centro de Suprimento de Manutenção de Materiais Operacionais de Bombeiro (CSM/MOpB), como também, nas viaturas móveis:



FIGURA 22 - Equipamento fixo de recarga de cilindro e compressor de ar.

FONTE: Fotografia tirada no interior da oficina

5.3.3.1 Recarga de cilindros de ar por meio de viatura

A recarga de cilindros é efetuada através de uma viatura de médio porte do Corpo de Bombeiros denominada AF (Auto Farol), que possui duas funções; a de iluminação no local da ocorrência através de um sistema independente de iluminação com gerador próprio e a outra função é a da recarga de cilindros. Esta contém uma reserva de 9 (nove) cilindros de ar respirável com capacidade de aproximadamente 50 litros cada. Possui um filtro de ar que deverá ser repostado a cada 07:30 h/trabalhadas (sete horas e trinta minutos de trabalho), possui também um filtro de óleo do compressor que deverá ser trocado a cada 6(seis) meses. O sistema permite a recarga simultaneamente de até 02(dois) cilindros com duração de aproximadamente 4(quatro) minutos. Quanto a tomada de ar é sempre em local em que o ar seja respirável, observando, sempre, as condições do ambiente e a direção do vento, a fim de evitar, desta forma, a entrada de ar nocivo a saúde dos bombeiros.



FIGURA 23 - Viatura do Corpo de bombeiros denominada AF (Auto Farol).

FONTE: Fotografia tirada no Posto de Bombeiro do Glicério

5.3.3.2 Compressor de ar respirável com estação de recarga móvel

A estação de recarga móvel é a mais recente aquisição da Seção de Finanças do Corpo de Bombeiros Metropolitano adquirida com verba da Prefeitura Municipal de São Paulo para recarga de cilindros de ar respirável compatível com qualquer equipamento utilizado pelo Corpo de Bombeiros (mergulho e respiração autônoma), permitindo o deslocamento até os locais de ocorrências.

Dotada de um compressor de pequeno porte e possui 4 (quatro) cilindros de reserva de ar do tipo cascata totalizando uma reserva de 70.000 litros de ar respirável na parte inferior.

Possui um painel de controle de enchimento de cilindros pneumático de alta pressão dotado de registros e conexões especiais com mangueiras para permitir enchimento de cilindros de equipamentos autônomos e de mergulho, permite operações simultâneas de enchimento de até 2 (dois) cilindros com pressão de operação de até 300 bar.

O deslocamento depende de outros veículos de tração tais como; de médio porte como pick-ups, vans etc., pois é uma unidade de transporte tipo carreta semi-reboque.



FIGURA 24 - Estação de recarga móvel.

FONTE: Fotografia tirada no Posto de Bombeiro do Glicério



FIGURA 25 - Vista lateral da estação de recarga móvel.

FONTE: Fotografia tirada no Posto de Bombeiro do Glicério

6. DISCUSSÃO

6.1 O ambiente de trabalho do bombeiro

O ambiente de trabalho de bombeiros, dentre os demais, o de combate a incêndios, é classificado como imediatamente perigoso à vida e à saúde (IPVS), porque não há como predeterminar todas as condições de risco, concentrações tóxicas dos contaminantes ou teor de oxigênio no ar mesmo durante as operações de rescaldo e explorações do ambiente ou no atendimento a outras emergências envolvendo produtos perigosos.

6.2 A deficiência de oxigênio e seus efeitos

Através de estudos realizados nas unidades de bombeiros, foram verificados que ainda são prematuros os entendimentos com relação aos conhecimentos dos ambientes nocivos a saúde.

Quando o oxigênio no ambiente se torna deficiente, principalmente em espaços confinados, e quanto menor é a ventilação e mais incompleta é a combustão em um incêndio, maior é a quantidade de monóxido de carbono formado no ambiente pelo qual tem sido a causa dos acidentes e mortes dos bombeiros.

Portanto, é necessária a busca incessante de informações sobre os riscos a que estão expostos por meio de métodos, palestras, seminários para que, de uma forma ou de outra, os bombeiros tenham acesso ao conhecimento dos riscos e as causas advindas da falta de oxigênio.

6.3 O equipamento de Proteção Respiratória (EPR)

A NBR 13716/96 em vigor estabelece que o equipamento de proteção respiratória, mais adequado para uso nos atendimentos de ocorrência de bombeiros é a máscara autônoma de ar comprimido com circuito aberto de demanda com pressão positiva, considerando que os cilindros para bombeiros devem ter capacidade mínima de 1.600 litros, massa inferior a 15 kg., o que garante uma autonomia mínima de 32 minutos e também um consumo de 50 l/min nos casos de trabalhos pesados.

Os estudos e levantamento em campo apontam para as dificuldades encontradas para aquisição dos novos equipamentos de composite devido ao seu elevado custo, manutenção e a vida útil do material.

6.4. Variações de padrões de Equipamentos

Os Equipamentos utilizados pelo bombeiro não segue uma padronização, pois há existência de vários modelos, marcas, tamanhos e, pesos.

Os cilindros de aço são os mais antigos e conseqüentemente os mais comuns no mercado. Ele se destaca por sua alta durabilidade e período longo entre os testes hidrostáticos (o teste hidrostático deve ser feito a cada 5 anos de uso), porém como ponto fraco, possui um elevado peso.

Estes cilindros são facilmente encontrados nas unidades operacionais de bombeiro da capital, que, segundo informações verbais dos bombeiros, estes estão sendo utilizados como cilindros reserva.

Conforme estudos comparativos convém que haja uma padronização nos equipamentos de proteção respiratória e sua adequação com o fim de atender as normas vigentes.

O Corpo de bombeiros tem adquirido cilindros de composite fibra de carbono, porem, os cilindros de aço são em maior número do que os de composite.

6.5 Programa de Proteção Respiratória (PPR)

A Instrução Normativa em seu artigo 1º da Secretaria de Segurança e Saúde no trabalho do Ministério do trabalho (SSST/MTb) atribui ao empregador a obrigação de adotar um programa de proteção respiratória com a finalidade de adequar a utilização dos equipamentos de proteção respiratória (EPR) quando as medidas de proteção coletivas adotadas não são viáveis, não atingem níveis aceitáveis de controle de contaminação, estão em manutenção, em estudo ou sendo implantadas.

Com base nos estudos realizados, este programa pode ser desenvolvido nas unidades do Corpo de Bombeiros, porem para implantação deste, há necessidade de adequações para atender suas finalidades.

Outro ponto a ser discutido é que mesmo diante de elevados custos, a recomendação deste autor é que estes equipamentos deveriam chegar às mãos destes trabalhadores, de forma a atender as necessidades dos serviços que estes desenvolvem.

A NBR 13716/96 que versa sobre a massa do equipamento autônomo não tem sido cumprida, portanto muitos destes equipamentos estão em desacordo com as normas no tocante ao peso, passando de 15 kilogramas, trazendo com isso o desgaste físico, os problemas ergonômicos entre outros.

Para que haja um avanço tecnológico nos equipamentos de bombeiro, é necessário elaborar novas regras atentando para o aumento de fatores de segurança, não só do equipamento, mas também do usuário bombeiro.

7. CONCLUSÃO

A proteção respiratória nos trabalhos do Corpo de Bombeiros foi elaborada considerando-se a importância das atividades realizadas por aquela instituição no tocante à segurança nos serviços do bombeiro.

Por não haver um rigoroso programa de proteção voltado para o serviço de bombeiro, não somente respiratória, mas de outras doenças ocupacionais advindas da variedade de ocorrências às quais está sujeito, este trabalhador tem ficado exposto a uma série de fatores nocivos a saúde, adquirindo vários tipos de doenças e em alguns casos culminando em morte.

Há que se considerar que são inúmeros os fatores a serem mudados no âmbito da Corporação Bombeiro, visando sempre à proteção deste trabalhador.

Um dos aspectos relevantes é o conhecimento que o bombeiro deve ter em relação aos riscos e seus efeitos quando expõe-se a substâncias existentes na atmosfera, evitando que, em virtude do desconforto e do peso, retire sua máscara autônoma precocemente.

O programa de proteção respiratória, é um fator indubitavelmente relevante para o atendimento de ocorrências de emergência, quando existe no ambiente contaminado a presença de substâncias que podem gerar alguma doença através da respiração, porém, há necessidade de estudos e adequações para que se tenha uma garantia de os que todos que estiverem trabalhando tenham pleno conhecimento dos riscos e como conduzi-los de maneira eficiente e segura.

Outro ponto que merece atenção é a necessidade de padronização dos equipamentos de máscara autônoma, pois há uma gama de modelos, marcas, tamanhos e peso de cilindros tais como: cilindros de aço, aço liga leve, fibra de vidro, fibra de carbono e composite.

Foi observado pelo autor que, ao longo dos 10 últimos anos, o Corpo de Bombeiros buscou adequar-se às NBRs, porém essas mudanças não foram tão significativas, pois vários equipamentos de proteção respiratória utilizados ainda estão em desacordo com a NBR 13716/96, especificamente em relação à massa dos cilindros.

As inovações tecnológicas e seus avanços têm alcançado suas certificações de aprovações e estão à disposição do mercado, entretanto, os elevados custos destes equipamentos, talvez sejam fatores inibidores para suas aquisições,

salientando que, devido à necessidade do trabalho que os bombeiros desenvolvem, deveria o equipamento, tornar-se uma peça individual, exclusiva, para cada bombeiro.

Face ao exposto, é necessário um avanço tecnológico nos equipamentos de bombeiro bem como a elaboração de novas regras atentando para as inovações dos fatores de segurança, não só do equipamento, mas também do usuário bombeiro, podendo com isso, gerar novas propostas sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

ASOCIACION INTERNACIONAL DE CAPACITACION DE BOMBEROS. Lo Esencial En El Combate de Incendios. Segundo Edicion. EE.UU.:IFSTA, 1991.

Practicas y Teoria Para Bomberos. Sexta Edicion. EE.UU. : IFSTA, 1991.

BIGLER, Joseph A. Air cyliders are going high tech. National Safety News, U.S., p.58-61, July 1984.

CENTRO DE ENSINO E INSTRUÇÃO DE BOMBEIROS. Proteção Respiratória para Bombeiros. Boletim informativo, ano IV, n. 7, Ago 1998.

ARAÚJO, Carlos Henrique de Estudo comparativo entre os tipos de máscaras autônomas de ar comprimido com circuito aberto de demanda com pressão positiva empregadas no serviço de bombeiro (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) — Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores, Polícia Militar do Estado de São Paulo, II 2001.

GOMES JUNIOR, Aix. Equipamentos de Proteção Individual, por que usá-los? Monografia (Curso Superior de Polícia) — Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores, Polícia Militar do Estado de São Paulo, 1997.

GUIA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA. Revista CIPA, São Paulo, p.25-55, 1994

LUXFER GAS CYLINDERS. <http://luxfercylinders.com>, 12Jan02.

NBR 13716 – Equipamento de Proteção Respiratória – Máscara autônoma de ar comprimido com circuito aberto. 1996.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. Fire Protection Hand Book. US: NFPA, 1989.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATION SAFETY AND HEALTH. http://www.cdc.gov/niosh/3al_run.html, 12Jan02.

OLIVIERA, César Coelho de. Excesso de calor: efeitos fisiológicos sobre os bombeiros. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) — Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores, Polícia Militar do Estado de São Paulo, 1988.

PRIMEIRO GRUPAMENTO DE BOMBEIROS. Equipamentos de Proteção Respiratória. Boletim de informação técnica, n.1, 1995.

SCARDINO, Paula. Riscos do trabalho em espaços confinados. *Proteger*, São Paulo, p.17 – 25, nov/dez 1996.

SOUZA FILHO, Nécio de. *Proteção Respiratória. Apostila (Curso de proteção respiratória)* — MSA DO BRASIL, 1989.

TORLONI, Maurício et al. *Programa de Proteção Respiratória: Recomendações, seleção e uso de respiradores*. São Paulo: FUNDACENTRO, 1995.

VIEIRA, Antonio Vladimir, TORLONI, Mauricio. *Proteção Respiratória. Apostila (Curso de proteção respiratória)* – FUNDACENTRO, 1996.

TORLONI, Maurício, VIEIRA, Antonio Vladimir et al. *Programa de Proteção Respiratória: Proteção, riscos respiratórios, segurança do trabalho, saúde ocupacional*. São Paulo: 2003