

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS - BOMBEIRO MILITAR

ALLAN KARDEC GARCÊZ DE SOUSA
ENDRIO BRUNING DE SOUSA

**USO DE ESTAÇÃO MOVEL DE RECARGA DE CILINDRO DE AR RESPIRÁVEL
PELO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MARANHÃO**

São Luís
2016

**ALLAN KARDEC GARCÊZ DE SOUSA
ENDRIO BRUNING DE SOUSA**

**USO DE ESTAÇÃO MOVEL DE RECARGA DE CILINDRO DE AR RESPIRÁVEL
PELO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MARANHÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Formação de Oficiais Bombeiros Militar da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Segurança Pública e do Trabalho.

Orientador: 1º TEN QOCBM Francisco
Gleydson Santos De Brito

São Luís
2016

Sousa, Allan Kardec de.

Uso de estação móvel de recarga de cilindros de ar respirável pelo CBMMA. / Allan Kardec Garcêz de Sousa; Endrio Bruning de Sousa. – São Luís, 2016.

63 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Formação de Oficiais do Bombeiro Militar. Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: 1º Ten QOCBM Francisco Gleydson Santos de Brito

1. Sistema de distribuição de ar respirável. 2. Autonomia. 3. Equipamento de proteção respiratória. I. Sousa, Endrio Bruning de. II. Título

CDU: 614.84(812.1)

**ALLAN KARDEC GARCÊZ DE SOUSA
ENDRIO BRUNING DE SOUSA**

**USO DE ESTAÇÃO MOVEL DE RECARGA DE CILINDRO DE AR RESPIRAVEL
PELO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO MARANHÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Formação de Oficiais Bombeiros Militar da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Segurança Pública e do Trabalho.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

1º Tenente QOCBM Francisco Gleydison Santos de Brito (Orientador)
Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão

1º Tenente QOCBM Kelton Paiva da Silva
Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão

Prof. DSc. Fernando Lima de Oliveira
Universidade Estadual do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, de onde vem a força maior para a realização de todos os meus projetos.

À minha amada mãe, Avany, pela preocupação, disposição para ajudar e pelos úteis conselhos, pessoa para quem nunca deixarei de ser o seu garoto.

Ao meu amado pai, Beneval, pela força, motivação e conhecimentos muito importantes para minha carreira militar, inspiração sem a qual eu não estaria aqui.

À minha namorada, Milena Matos, por entrar na minha trilha, se tornar alguém por quem eu quero melhorar todo dia e fazer a minha vida mais leve e doce.

Ao meu irmão, Daniel, por me ajudar a ter paciência, me provando todo dia e me ajudando a ver que é possível amar o diferente e crescer com ele.

Ao nosso orientador, 1º Tenente Brito, que nos passou o conhecimento necessário à confecção do TCC e, mais importante, para a vida.

Aos professores e colegas de curso, pela paciência e companheirismo durante esta jornada.

À Academia de Bombeiros Militar “Josué Montello” por me proporcionar o incentivo para cada vez mais buscar conhecimento.

À Universidade Estadual do Maranhão por colaborar para o meu crescimento intelectual e profissional.

Allan Kardec Garcêz de Sousa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me abençoado em todos os momentos da minha vida e por tudo que me concedeu – minha família, minha namorada, meus amigos e minha profissão.

Agradeço à minha mãe, Naildes, pelo apoio diário e incondicional na realização desta conquista. Sua fé e sua vontade de me ajudar em tudo me fizeram chegar até aqui.

Agradeço a meu pai (*in memoriam*), Francisco, que nunca deixou de me amar e de confiar em mim.

Agradeço à minha irmã, Ágata, pelo exemplo que me deu de dedicação aos estudos desde a minha infância e por sempre estar disposta a me ajudar.

À minha namorada, Julie, pelo amor, companheirismo, cumplicidade e paciência nesse período difícil. Seus gestos de carinho renovaram meu ânimo dia após dia.

Aos meus colegas e amigos, pelos bons momentos proporcionados durante estes três anos de convivência diária.

Ao meu orientador, 1º Tenente QOCBM Brito, pelo conhecimento e experiência transmitidos durante a elaboração deste trabalho.

Endrio Bruning de Sousa

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

O presente trabalho elabora uma proposta sobre o uso de sistemas de distribuição de ar respirável (SiDAR) como meio de potencializar a autonomia de trabalho, proporcionada pelos equipamentos de proteção respiratória (EPRs), dos bombeiros do CBMMA em meio à atmosferas perigosas. O direcionamento da proposta está na implantação desses sistemas em reboques que podem ser acoplados nas próprias viaturas, utilizando comparações com o sistema atual como fundamento para justificar os benefícios que seriam alcançados. A pesquisa foi construída por meio de revisão bibliográfica, pesquisas documentais e de levantamento. Inicialmente, aborda-se os conceitos de atmosferas perigosas e EPRs, destacando-se a importância e as limitações da proteção respiratória. Em seguida, são expostos os principais componentes de um SiDAR e os seus tipos. Esta abordagem é focada por uma análise da autonomia efetiva dos EPRs do CBMMA e direcionada para orientar a escolha do tipo de sistema a ser escolhido. Na conclusão, confirma-se a hipótese da pesquisa, indicando que a utilização das tecnologias contidas em um sistema de reboque nas viaturas é possível e vantajosa quando comparada ao sistema fixo atualmente utilizado – principalmente pela presença nas ocorrências. Conclui-se também, que o mais indicado é a opção de compressor à combustão interna devido a sua portabilidade e facilidade de manuseio. Esse método, além de proporcionar maior autonomia, poderá estimular o uso do EPR e melhorar os treinamentos dos bombeiros.

Palavras-chave: Sistema de distribuição de ar respirável. Autonomia. Equipamento de Proteção Respiratória.

ABSTRACT

This paper draws up a proposal about the use of breathable air distribution systems (BADS) as a means of strengthening the autonomy of work, provided by respiratory protective equipment (RPE) of CBMMA firefighters in the midst of dangerous atmospheres. The direction of the proposal is the implementation of these systems on trailers which can be coupled in their own vehicles, using comparisons with the current system as grounds to justify the benefits that would be achieved. The research was constructed through literature review, documentary research and survey. Initially, it discusses the concepts of hazardous atmospheres and RPE's, highlighting the importance and the limitations of respiratory protection. Then, the main components of a BADS and their types are exposed. This approach is focused by an analysis of the actual independence of the CBMMA RPE's and directed to guide the choice of the type of system to be chosen. In conclusion, it confirms the hypothesis of the study, indicating that the use of the technologies contained in a trailer system in vehicles is possible and advantageous when compared to the fixed system currently used - mainly by the presence in the events. It also concludes that the most suitable is the choice for internal combustion compressor due to its portability and ease of handling. This method, in addition to providing greater autonomy, may encourage the use of RPE's and improve the training of firefighters.

Keywords: Breathable air distribution system. Autonomy. Respiratory Protective Equipment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1	Composição do ar atmosférico	18
Tabela 2	Efeitos e sintomas.....	19
Tabela 3	Comparativo entre os compressores	23
Figura 1	Conjunto autônomo de ar respirável	34
Figura 2	Compressor de ar elétrico trifásico do BBMar.....	44
Figura 3	Estação móvel de recarga de cilindro ar respirável	45
Figura 4	Vista superior da estação móvel de recarga de cilindros	45
Figura 5	Vistas adicionais da estação móvel de recarga de cilindros	46
Tabela 4	Comparativo entre os compressores	47
Tabela 5	Frequência de exposição á atmosfera perigosa	49
Gráfico 1	Percentagem de respostas dos alunos à proposição 1.....	49
Gráfico 2	Percentagem de respostas dos alunos à proposição 2.....	50
Gráfico 3	Percentagem de respostas dos alunos à proposição 3.....	51
Gráfico 4	Percentagem de respostas dos alunos à proposição 4.....	52

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AE	Autonomia efetiva
a.C	Antes de Cristo
AVSEC	Aviation Security
BBMar	Batalhão de Bombeiros Marítimos
BBM	Batalhão de Bombeiros de Santa Catarina
CBMDF	Corpo de Bombeiro Militar do Distrito Federal
CBMMA	Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão
CBMSP	Corpo de Bombeiro da Polícia Militar do Estado de São Paulo
CEE	Comissão de Estudos Especiais
EPR	Equipamento de proteção respiratória
IPVS	Imediatamente Perigoso à Vida e à Saúde
l/min	Litros por minuto
mmHg	Milímetros de mercúrio
MTB	Manual Técnico de Bombeiros
NBR	Norma Brasileira
NFPA	National Fire Protection Association
NOS	Organismos de Normalização Setorial
QCG	Quartel do Comando Geral
SIDAR	Quartel do Comando Geral
WFR	Wholesale Fire & Rescue

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	ATMOSFERAS PERIGOSAS	15
2.1	Atmosferas perigosas em ocorrências BM	15
2.2	Riscos encontrados e seus efeitos	18
2.2.1	Fisiologia da respiração	24
2.2.2	Variações de comportamento da respiração	24
3	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA	26
3.1	Histórico dos equipamentos de proteção respiratória.....	27
3.2	Normas de Referência	28
3.2.1	Associação Brasileira de Normas Técnicas.....	28
3.2.2	National Fire Protection Association	29
3.3	EPR NO CBMMA	29
3.4	Autonomia	31
3.5	Conjunto autônomo de ar respirável	33
3.6	Cilindro de ar respirável.....	34
3.6.1	Componentes do EPR	34
4	SISTEMAS DE RECARGA DE AR RESPIRÁVEL	37
4.1	Componentes do sistema	37
4.1.1	Compressores	38
4.1.2	Acionamento (motor)	39
4.1.3	Sistemas de armazenagem (reservatórios)	40
4.1.4	Sistema de purificação de ar	41
4.1.5	Painel de controle de ar	42
4.1.6	Tubulação.....	42
4.2	Sistema atual do CBMMA	42
4.3	Sistema Móvel de Recarga de Cilindro de Ar Respirável.....	44
4.4	Comparativo Entre os Sistemas	47
5	RESULTADO E DISCUSSÃO DOS DADOS	48
5.1	Análise de dados	48
5.2	Resultados	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS	56

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO APLICADO A PESQUISA DE CAMPO..60

1 INTRODUÇÃO

As atividades do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Maranhão estão ligadas dentre outras características, à agilidade, eficiência, responsabilidade e segurança de seus militares. Na busca pela melhoria da qualidade dos serviços prestados, da evolução dos métodos e técnicas, é que se faz necessário o reaparelhamento na corporação. Assim sendo, o presente propõe o uso da estação móvel de recarga de cilindro de ar respirável, para a região metropolitana de São Luís.

Haja vista o alto custo para aquisição além dos custos moderados com a manutenção, o emprego da estação móvel em ocorrências de grande vulto relacionadas a locais confinados, incêndio em edificações, em especial nas situações em que tenham vítimas onde se faz necessário mais agilidade devido ao clamor social, tornará o desfecho da ocorrência mais dinâmico e objetivo, estando os equipamentos ali empenhados, disponíveis mais rapidamente para atuar em outras ocorrências, caso seja necessário.

Baseado nos princípios constitucionais, a corporação busca se aperfeiçoar, primando para a eficiência do serviço público. Segundo Di Pietro (2005) o princípio constitucional da eficiência é dirigido a toda Administração Pública, e possui duas interpretações.

A primeira está intrinsecamente ligada na maneira que um agente público irá atuar. Já a segunda interpretação, está relacionada diretamente com a maneira organizacional, estrutural e disciplinar da Administração Pública, além de buscar os melhores resultados na gestão pública, alcançando de forma mais adequada o bem comum.

Atualmente, ao atender uma ocorrência na qual a natureza esteja relacionada a espaço confinado, incêndios em edificações, produtos perigosos, o comandante do incidente deve estar atento a todo cenário envolvido, à condição físico-psicológica do combatente, a vazão que estará sendo utilizada pelo corpo de bombas, a pressão na ponta do esguicho, a quantidade de equipamentos de proteção respiratória autônomos (EPRA) disponíveis nas viaturas, se há algum equipamento respiratório reserva, e caso necessário qual a logística a ser empenhada para se deslocar até o ponto de apoio mais próximo para o reabastecimento dos cilindros.

A eficiência diz respeito tanto à otimização dos meios quanto à qualidade do agir final. Segundo Mello (2005) o administrador público está compelido a agir tendo como parâmetro o melhor resultado, estando atrelado ao princípio da proporcionalidade, o qual estará sujeito à aferição do controle jurisdicional. Como ratifica Modesto (2016), existem duas dimensões que se conferem ao princípio da eficiência, sendo elas a exigência da economicidade e a avaliação de resultado, as quais devem conviver com o controle de legalidade. Para ter uma forma mais funcional e atual de se combater um evento adverso, no qual as equipes de pronto atendimento necessitam de utilizar EPRs, com condições dignas e seguras de trabalho, prontas para atuarem em qualquer situação, é que a estação móvel de recarga será empenhada.

Visto que nas operações do CBMMA busca-se correr contra o tempo, o bombeiro deve ser o mais ágil possível, contudo sem deixar de lado a eficiência que lhe é confiada pela sociedade. A estação móvel terá fundamental importância na agilidade dos reabastecimentos dos cilindros, o que irá viabilizar o desfecho das ocorrências nas quais se faça necessário o uso intensivo dos equipamentos de proteção respiratória. Justifica-se o tema apresentado pela necessidade de uma solução para o conflito existente entre dois fatores: a relevância do uso contínuo de EPRs em ambientes com atmosferas perigosas, enfrentados diariamente pelos militares do CBMMA nas ocorrências de combate a incêndio, contraposta à autonomia limitada desses equipamentos.

Adiante, serão apresentados fundamentos comparativos entre os sistemas de recarga de cilindro de ar respirável: compressor portátil, cascata fixa e a estação móvel. A aquisição de novos e modernos equipamentos para serem utilizados nos diversos tipos de ocorrências citados, aprimora os serviços prestados à comunidade ludovicense.

Para tal, foi verificada a atual situação do CBMMA quanto a recarga de cilindro de ar respirável e sobre as estações móveis de recarga de cilindros de ar respirável, exemplificada a aplicabilidade das estações móveis de recarga de cilindros de ar respirável nas ocorrências e por fim proposto o uso de estações móveis de recarga de cilindros de ar respirável pelo CBMMA.

Para a confecção do TCC foi realizada uma pesquisa exploratória com abordagem quantitativa e qualitativa através de questionários com profissionais que atuam no problema pesquisado, bem como um levantamento bibliográfico no qual

foram consultados manuais técnicos de bombeiros, artigos, literaturas e consulta a sites especializados no assunto.

2 ATMOSFERAS PERIGOSAS

Inicialmente, faz-se necessária a compreensão do termo “atmosferas perigosas” que é um fator determinante do uso de EPRs: sem tais ambientes, o emprego dos equipamentos respiratórios em todo o corpo de bombeiros seria irrelevante. Doutrinadores como Veasey et al. (2006) incluem como riscos atmosféricos os ambientes que contenham deficiência ou saturação de oxigênio; concentrações potencialmente inflamáveis de gases inflamáveis, vapores ou poeiras; atmosferas tóxicas; ou qualquer outro risco atmosférico que representa um perigo imediato para a vida ou a saúde de uma pessoa que as adentra.

De maneira sucinta, a National Fire Protection Association (Associação Nacional de Proteção em Incêndios) - NFPA (2006) define o termo atmosferas perigosas como qualquer atmosfera onde exista deficiência de oxigênio ou presença de contaminantes tóxicos.

A importância desses ambientes consiste no risco concreto que oferecem aos profissionais que os adentram. Isto porque em incêndios, por exemplo, o maior risco à vida está justamente na falta de oxigênio ou inalação da fumaça e dos gases aquecidos e tóxicos – contrariamente ao senso comum que apontaria as chamas e o calor (COTE; BUGBEE, 1988 apud OLIVEIRA, 2005).

2.1 Atmosferas perigosas em ocorrências BM

Historicamente, a atividade de bombeiro nasceu com o intuito de proporcionar uma resposta às ocorrências de incêndio. Porém, com o passar do tempo e o surgimento de novas demandas, os Corpos de Bombeiros passaram a absorver e se tornarem referências em diferentes funções. Ao se caracterizarem por essência como prestadores de serviços de emergência, é natural que algumas dessas funções desempenhadas por bombeiros envolvam ambientes com diferentes tipos de periculosidades. Para fins da presente pesquisa, cabe identificar aquelas nas quais atmosferas perigosas são enfrentadas no atendimento.

Especificamente sobre o CBMMA, pode-se encontrar algumas de suas competências legais de atuação na Constituição do Estado Do Maranhão e na Lei Nº 10.230, de 23 de abril de 2015, a Lei de Organização Básica do CBMMA.

Na Constituição do Estado do Maranhão, em seu artigo 116, inciso II temos:

Art. 116 – O Corpo de Bombeiros Militar, órgão central do sistema de defesa civil do Estado, será estruturado por lei especial e tem as seguintes atribuições:

I – estabelecer e executar a política estadual de defesa civil, articulada com o sistema nacional de defesa civil;

II – estabelecer e executar as medidas de prevenção e combate a incêndio (MARANHÃO, 1989, p. 39).

No art. 2º, do Capítulo II da Lei Nº 10.230, de 23 de abril de 2015, a Lei de Organização Básica do CBMMA, encontramos:

Art. 2º Ao Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão, órgão com competência para atuar no âmbito do Estado, cabe:

I - desenvolver a política Estadual de Proteção de Defesa Civil, nas ações de proteção da incolumidade e do socorro das pessoas em caso de infortúnio ou de calamidade;

II - prestar socorro nos casos de inundações, alagamentos, deslizamentos, desabamentos e/ou catástrofes, sempre que houver ameaça de destruição de haveres, vítimas ou pessoas em iminente perigo de vida;

III - exercer atividades de polícia administrativa para os serviços de Segurança Contra Incêndio e Pânico e de Salvamento, podendo, por meio de estudos, vistorias, análises, planejamento, fiscalização e controle de edificações, embargar, interditar obras, serviços, habitações e locais de diversões públicas que não oferecerem condições de segurança e de funcionamento;

IV - controlar e fiscalizar a formação de guarda-vidas em meio aquático;

V - realizar serviços de busca e salvamento de pessoas, animais, bens e haveres;

VI - realizar prevenção no meio aquático e serviço de guarda-vidas;

VII - realizar serviços de atendimento e transporte pré-hospitalar em vias e logradouros públicos;

VIII - proceder à perícia de incêndios, bem como o controle de edificações e seus projetos, visando à observância de requisitos técnicos contra incêndio e outros riscos, prevenindo e extinguindo incêndios urbanos e florestais;

IX - desenvolver pesquisas científicas em seu campo de atuação funcional e ações educativas de prevenção de incêndios, socorros de urgência, pânico coletivo e proteção ao meio ambiente, bem como ações de proteção e promoção do bem-estar da coletividade e dos direitos, garantias e liberdades do cidadão, estimulando o respeito à cidadania, por meio de ações de natureza preventiva e educacional ou por meio de convênios;

X - celebrar e manter intercâmbio sobre os assuntos de interesse de suas atribuições com órgãos congêneres de outras unidades da Federação ou Países, além de exercer outras atividades necessárias ao cumprimento de sua competência por meio de convênios (MARANHÃO, 2016, p. 09).

A primeira natureza de ocorrência a ser destacada é a própria função primordial dos bombeiros: o combate a incêndio.

Para Guerra (2005), a atmosfera perigosa presente em incêndios destaca-se entre os riscos mais comuns aos quais bombeiros estão expostos. Segundo o autor, o bombeiro deve ter atenção, pois combinações de gases nocivos

– às vezes não previstos com eficácia – podem causar diversos efeitos prejudiciais ao corpo humano.

Definidas como todas as ações desempenhadas em uma cena onde bombeiros são expostos aos efeitos nocivos de produtos perigosos (NFPA, 2006), essas ocorrências envolvem diversos contaminantes. Conforme observado no Manual da Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM (2011), várias dessas substâncias são responsáveis por liberar gases tóxicos, criando atmosferas perigosas e oferecendo riscos quando inaladas.

Por fim, faz-se necessário explorar o conceito genérico de busca e salvamento apresentado na Constituição Estadual do Maranhão. Dentro dessa atribuição, destacam-se outros dois tipos de ocorrências que apresentam atmosferas perigosas: as operações em espaços confinados e os mergulhos.

Para a NFPA (2006), espaço confinado consiste em uma área suficiente para a entrada de uma pessoa e realização de um determinado trabalho, porém com acessos de pequena dimensão e não projetados para ocupação humana contínua. Além de corroborar com essa definição, a NBR 12543 cita exemplos como tanques, silos, poços, redes de esgoto, tubulações, carros-tanque, caldeiras, fossas sépticas e cavernas (ABNT, 1999).

Na obra *Confined Space Entry and Emergency Response*, Veasey et al. (2006) são abordadas especificamente as operações em espaços confinados e as atmosferas perigosas são colocadas dentre as principais características desses ambientes. Os autores citam um estudo a OSHA2 sobre acidentes fatais em espaços confinados no período entre 1984 e 1986 que apontou perigos atmosféricos como a principal causa das mortes. Ratificando, citam dados da NIOSH3 que mensuraram em 80% o número de mortes nesses ambientes que têm relação com atmosferas perigosas (destacando-se as por deficiência de oxigênio – 43% – e por substâncias tóxicas – 29%).

Já os mergulhos são operações de buscas subaquáticas, inspeções e pequenos reparos realizados em água doce e salgada. Devido ao ambiente aquático, essas ocorrências demandam suplemento de ar respirável para evitar a hipóxia ou o afogamento. Pelo exposto, obtiveram-se alguns exemplos que relacionam diretamente a atividade operacional do CBMMA com o conceito de atmosferas perigosas. Cabe identificar, a seguir, os riscos específicos advindos desses ambientes, bem como seus efeitos para o ser humano.

2.2 Riscos encontrados e seus efeitos

As possibilidades de riscos que podem estar presentes em uma atmosfera desconhecida são inúmeras. Pode-se listar, por exemplo, cada uma das substâncias constantes no Manual da ABIQUIM (2011) capazes de causar danos pelas vias respiratórias.

Sobre incêndios, Oliveira (2005) define cinco pontos preponderantes sobre a variação da quantidade e tipo de gases presentes durante e após o sinistro: (1) composição química do material combustível; (2) taxa de calor; (3) velocidade de aquecimento; (4) temperatura dos gases desprendidos e (5) concentração de oxigênio.

A fim de se evitar uma lista extensa e exaustiva, optou-se por identificar os componentes que figuram como principais riscos nas naturezas de ocorrências citadas anteriormente – com exceção das operações com produtos perigosos, por serem muito variáveis. De forma adicional, buscou-se os efeitos causados por cada um deles no organismo humano. Deve-se lembrar que tais sinais e sintomas variam conforme o tempo de exposição, a concentração dos gases e as condições físicas dos indivíduos expostos – conforme explana Serafim (2008) acerca dos gases tóxicos da fumaça.

Inicialmente, cabe ressaltar que as pessoas estão sujeitas diariamente a um número variável de gases e partículas em suspensão na atmosfera. A NBR 12.543 da ABNT (1999) traz a composição típica do ar atmosférico:

Tabela 01 – Composição do ar atmosférico

Componentes	% em volume (ar seco)
Oxigênio	20,93
Nitrogênio	78,1
Argônio	0,9325
Dióxido de carbono	0,04
Hidrogênio	0,01
Neônio	0,0018
Hélio	0,0005
Criptônio	0,0001
Xenônio	0,000009

Fonte: adaptado de ABNT (1999)

A partir desse quadro pode-se listar o primeiro risco relevante capaz de caracterizar uma atmosfera perigosa: a deficiência de oxigênio (O_2).

Conforme a ABNT (1999, p. 2), uma atmosfera com deficiência de oxigênio é aquela que “não contém oxigênio suficiente para garantir os processos metabólicos do corpo humano. No Brasil, uma atmosfera com menos que 18% em volume, ao nível do mar, é considerada com deficiência de oxigênio”.

De forma mais rigorosa, Veasey et al. (2006) fixam que um valor menor que 19,5% de oxigênio já configura a deficiência dessa substância na atmosfera. Os autores explicam que quando um trabalhador respira em um ambiente onde a quantidade de oxigênio é significativamente menor que 20,9%, a pressão de oxigênio nos pulmões não é suficiente para uma hematose completa. Dessa forma, algumas células deixam os pulmões sem a quantidade ideal de oxigênio para transportar ao restante do corpo. Com essa deficiência, as células do organismo começam a falhar, sendo o cérebro o principal atingido.

Desorientação e dificuldade de julgamento surgem como primeiros reflexos da falta de oxigênio, causando interferências na capacidade do indivíduo em responder aos perigos que estão expostos.

Além de elencar outros sinais e sintomas como dificuldade respiratória, fadiga precoce, dor de cabeça, náuseas, vômitos, tonturas ou euforia – para estágios iniciais – e respiração ofegante, inconsciência, parada cardíaca e morte – para deficiências extremas de O_2 – Veasey et al. (2006) apresentam o seguinte quadro progressivo:

Tabela 02 – Efeitos e sintomas

Concentração de O_2(%)	Efeitos e sintomas
20,9	Concentração Normal.
19,5	Concentração mínima para entrada no ambiente.
16-19	Má coordenação motora e fadiga.
12-16	Pulso acelerado e esforço para respirar.
10-12	Respiração muito rápida e profunda, lábios cianóticos, dor de cabeça.
8-10	Desmaio, inconsciência, náusea, vômito.
6-8	Fatal em 8 minutos (50% fatal em 6 minutos).
<6	Coma em 1 minuto, convulsões, parada cardiorrespiratória, morte.

Fonte: adaptado de Veasey et al. (2006)

Apesar de Veasey et al. (2006) enquadrarem a saturação de oxigênio como uma atmosfera perigosa – quando a concentração do gás ultrapassa 23,5% –, tal situação está relacionada à intensificação das chamas causada pelo O₂, e não a demandas de EPR. Assim, é a deficiência do gás que se torna relevante aos estudos sobre proteção respiratória.

Definido os problemas ligados ao oxigênio, pode-se avaliar os demais gases presentes em atmosferas perigosas. Tratando sobre incêndios, Drysdale (2011) subdivide os produtos da combustão em dois grupos: os asfixiantes – que privam o organismo de oxigênio – e os irritantes – que inibem a respiração por estimularem receptores de dor no trato respiratório, além de causar irritação nos olhos. Os autores colocam o monóxido de carbono (CO) e o cianeto de hidrogênio (HCN) como principais asfixiantes; e a acroleína (CH₂=CH-CHO) e o ácido clorídrico (HCl) como principais irritantes. Veasey et al. (2006) explicam que os gases asfixiantes simples apenas ocupam o lugar do ar respirável, podendo levar a morte pela falta do oxigênio. Seus sintomas são, inclusive, os mesmos vivenciados em atmosferas com deficiência de oxigênio.

Exemplos desses gases são o dióxido de carbono e o metano.

Já os asfixiantes químicos – como o monóxido de carbono, o gás sulfídrico, o cianeto de hidrogênio e o dióxido de enxofre – utilizam vários meios para interromper o fornecimento de oxigênio para as células (VEASEY et al., 2006).

Os principais gases citados pelos autores que abordam espaço confinado ou incêndio são:

Acroleína (C₃H₄O): O Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP, 2006) explica que a acroleína causa irritação no trato respiratório. Comumente utilizada pelas indústrias farmacêutica, de herbicidas e de gás lacrimogêneo, encontra-se esse gás durante a queima de materiais à base de polietileno ou compostos por celulose queimando sem chama – como a madeira.

Ácido Clorídrico (HCl): Apesar de incolor, possui odor pungente e causa irritação intensa nos olhos e trato respiratório. Está presente em incêndios envolvendo plásticos que contêm cloro, como o cloreto de polivinil (PVC) (GUERRA, 2005).

Cianeto de hidrogênio (HCN): Também chamado de ácido cianídrico, consiste em um gás incolor e com odor de amêndoa. Pode ser encontrado em incêndios envolvendo lã, nylon, espuma de poliuretano, borracha e papel (GUERRA,

2005). Veasey et al. (2006) explicam que esse gás causa a morte por parada respiratória porque impede as células do corpo de utilizarem o oxigênio fornecido a elas. Já o CBPMESP (2006) diz que o HCN é vinte vezes mais tóxico que o monóxido de carbono, podendo ser absorvido inclusive pela pele. O autor aponta que inalar a concentração de 0,0135% (em relação ao ar atmosférico) causa a morte em 30 minutos. Porém, um aumento para 0,027% dessa concentração torna a morte quase que instantânea.

Dióxido de Carbono (CO₂): O gás carbônico é tido como um gás sempre presente em incêndios reais e, conforme mencionado anteriormente, tem a característica de asfixiante simples. Entre seus efeitos, está a dobra da frequência respiratória quando encontrado em uma concentração de 3% na atmosfera, e a triplicação quando atinge 5% (PURSER, 2008 apud DRYSDALE, 2011). Dessa forma, Drysdale (2011) expressa uma reação em cadeia: a frequência respiratória aumenta, fazendo com que a pessoa inale mais fumaça, potencializando os efeitos tóxicos. Guerra (2005) acrescenta que essa concentração de 5% vem acompanhada de dores de cabeça, tonturas, suores e certa excitação.

Dióxido de enxofre (SO₂): gás inodoro e não inflamável, mas fortemente irritante para os olhos e trato respiratório (VEASEY et al., 2006). Segundo Arbex et al. (2016), esse gás é responsável por sibilos e exacerbação de asma brônquica, bem como por doença pulmonar obstrutiva crônica e doenças cardiovasculares.

Dióxido de nitrogênio (NO₂): Conforme Guerra (2005), esse gás possui uma característica peculiar já que seus sintomas podem se manifestar apenas várias horas após a exposição. Com cor vermelha acastanhada, o também conhecido como dióxido de azoto causa irritação para os pulmões. Já Seito (2008) explica que inicialmente o NO₂ causa forte irritação, porém logo se torna anestésico e ataca o trato respiratório formando ácidos nitroso e nítrico devido ao contato com a umidade. O autor relata que a principal fonte do gás é a queima de nitrato de celulose e decomposição dos nitratos inorgânicos.

Fosgênio (COCl₂): Gás incolor, sem sabor, mas com odor desagradável. Sua característica marcante é o fato de se decompor em ácido clorídrico quando entra em contato com a água. Como os pulmões estão sempre úmidos, a inalação do fosgênio leva a produção do HCl e forte irritação pulmonar. A produção de COCl₂ está relacionada ao contato de fluídos frigorígenos, tais como o freon, com as chamas (GUERRA, 2005).

Monóxido de carbono (CO): Segundo Veasey et al. (2006), esse gás se liga à hemoglobina das hemácias, ocupando os locais de ligação que normalmente transportariam o oxigênio. É um produto da combustão incompleta. Sem odor ou cor.

Guerra (2005) o aponta como um dos gases mais perigosos por estar sempre presente nas combustões e ser o maior causador de mortes em incêndios. Conforme o autor, quanto mais negra a fumaça, maior o nível desse gás. Os efeitos da exposição, conforme a concentração de CO no ambiente, podem ser observadas no quadro a seguir:

Tabela 03 – Efeitos e sintomas

Concentração no ar(%)	Sintomas
0,01	Nenhum sintoma.
0,02	Leve dor de cabeça.
0,04	Dor de cabeça, quando exposto de 1 a 2 horas.
0,08	Dor de cabeça depois de 45 minutos, náuseas, inconsciência depois de 2 horas.
0,10	Inconsciência depois de 1 hora.
0,16	Dor de cabeça, vertigem e náuseas depois de 20 minutos.
0,32	Dor de cabeça, vertigem e náuseas entre 5 a 10 minutos, inconsciência depois de 30 minutos.
0,64	Dor de cabeça e vertigem entre 1 a 2 minutos, inconsciência entre 10 a 15 minutos.
1,28	Inconsciência imediata e perigo de morte dentro de 1 a 3 minutos.

Fonte: adaptado de Affonso (1996) apud Neves (2011)

Sulfeto de hidrogênio (H₂S): Esta substância produz sintomas parecidos aos do cianeto de hidrogênio, além de ser irritante para as paredes dos pulmões. Com cheiro característico de ovos podres, pode ser encontrado em depósitos de gás natural e em esgotos (VEASEY et al., 2006). Conforme Seito (2008), o H₂S tem presença comum em incêndios, sendo produzido pela queima de madeira, alimentos, gorduras e produtos que contenham enxofre.

De maneira geral, dependendo da solubilidade do gás ou do tamanho da partícula, substâncias químicas são depositadas desde no nariz, até nos milhões de

pequenos alvéolos que compõem os pulmões. Ressalta-se que algumas partes do trato respiratório, especialmente as mais profundas, não são capazes de se regenerar. Dessa maneira, criam-se danos permanentes, levando a bronquites crônicas ou edemas pulmonares. Até mesmo a poeira pode obstruir as minúsculas passagens dos bronquíolos, causando doença pulmonar obstrutiva crônica (VEASEY et al., 2006).

Limites de exposição permitidos para as substâncias consideradas potencialmente perigosas para os trabalhadores podem ser observados em publicações como o Occupational Safety and Health Standards for General Industry, subdivisão Z, da OSHA (2006).

Nesse contexto, a ABNT (1999, p. 4) apresenta o conceito de Imediatamente Perigoso à Vida ou à Saúde (IDHL):

IDHL: Concentração de um contaminante considerada imediatamente perigosa à vida ou à saúde. Refere-se à exposição respiratória aguda, que supõe uma ameaça direta de morte ou consequências adversas irreversíveis à saúde, imediata ou retardada, ou exposições agudas aos olhos que impeçam a fuga da atmosfera perigosa. O valor da concentração IDHL é publicado pelo Instituto Nacional para a Ocupação Segura e Saudável (NIOSH).

O mesmo conceito também é visto como IPVS. Acerca da deficiência de oxigênio, a ABNT (1999) enquadra atmosferas com menos de 12,5% de oxigênio em volume como um exemplo de IPVS. De modo mais completo, Torloni (2016, p. 29) diz que ocorre um ambiente IPVS nas seguintes situações:

a) concentração do contaminante é maior que a concentração IPVS, ou suspeita-se que esteja acima do limite de exposição IPVS; ou b) é um espaço confinado com teor de oxigênio menor que o normal (20,9% em volume), a menos que a causa da redução do teor de oxigênio seja conhecida e controlada; ou c) o teor de oxigênio é menor que 12,5%, ao nível do mar; ou d) a pressão atmosférica do local é menor que 450 mmHg (milímetros de mercúrio) (equivalente a 4.240 m de altitude) ou qualquer combinação de redução na porcentagem de oxigênio ou redução na pressão que leve a uma pressão parcial de oxigênio menor que 95 mmHg.

Torloni (2002) explica que essa peculiaridade dos espaços confinados – nos quais qualquer concentração abaixo de 20,9% de oxigênio considera-se IPVS – ocorre porque o decréscimo no teor de O₂, ainda que pequeno, configura-se como

prova de problemas na ventilação do local. Porém, o autor ressalta também três requisitos mínimos que permitem a entrada sem o uso de EPRs – desde que a concentração de O_2 não seja menor que 18%. São eles: (1) tomar precauções extraordinárias; (2) conhecer e entender a causa da diminuição de concentração do O_2 ; (3) possuir certeza da inexistência de locais onde a ventilação está ainda mais prejudicada e o teor de O_2 não atende o mínimo estipulado.

2.2.1 Fisiologia da respiração

O corpo humano requer um suprimento de oxigênio para sobreviver, ele é um constituinte do ar e, normalmente, é obtido da atmosfera. Quando em repouso a demanda de oxigênio é relativamente baixa e o ar entra e sai dos pulmões, através dos movimentos respiratórios naturalmente (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DE SÃO PAULO, 2006).

Quanto mais energia é empregada, seja pelo trabalho ou pela excitação do sistema nervoso central, a taxa de respiração aumenta e pode chegar a 30 inspirações/minuto. O volume de ar que normalmente é inspirado e expirado, ou seja, aquele que se movimenta no ciclo respiratório, quase 4 litros em média, é conhecido como capacidade vital e varia de acordo com o indivíduo (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DE SÃO PAULO, 2006).

Mesmo que operadores executem a mesma operação, devido à variação que ocorre na capacidade dos pulmões, a demanda de ar dos equipamentos de proteção respiratória autônomos será variável para mais de um usuário.

2.2.2 Variações de comportamento da respiração

O tempo de duração do ar contido em um EPRA está condicionado a vários fatores. De acordo com Guerra (2005) deve-se considerar:

- a) Condição física - quando o bombeiro estiver em condição física diminuída, o ar contido no cilindro será consumido mais rapidamente;
- b) Grau do esforço físico - quanto mais o bombeiro se esforça, mais ar consome;
- c) Estabilidade emocional - um bombeiro que fique mais ofegante terá a sua cadência respiratória aumentada, consumindo o ar mais rapidamente;

d) Autoconfiança - a confiança do bombeiro nas suas capacidades e no seu equipamento terá um efeito extremamente positivo nas ações que tiver que desempenhar;

e) Treino - o bombeiro treinado e altamente experiente será capaz de conseguir uma maior autonomia, sendo assim recomenda-se uma formação contínua.

De acordo com o esforço executado pelo homem, ao realizar um determinado trabalho, seu corpo irá requerer uma quantidade maior ou não de oxigênio.

“Em trabalhos mais pesados, como subir uma escada ou correr, o oxigênio consumido pode chegar a 3 l/min, enquanto que o volume de ar respirado pode ultrapassar 100 l/min. Pode ocorrer um aumento no volume de oxigênio consumido, devido a: doenças, obstrução da passagem de ar, estado emocional alterado, etc. Este último, por exemplo, pode levar algumas pessoas ao desmaio, pois um choque emocional causa um súbito aumento na demanda de oxigênio normalmente consumido. Uma vez que a alteração nervosa causa automaticamente aumento na taxa de respiração, é particularmente importante que os bombeiros sejam pessoas emocionalmente estáveis.” (CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2006. p.57 e 58).

3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

Pelo que foi exposto anteriormente, percebe-se que as atmosferas perigosas estão ligadas ao serviço de bombeiro e que estas apresentam diversas ameaças. Por isso, são necessárias medidas para sanar esses riscos.

Torloni (2016) afirma que quando o ar está contaminado com, por exemplo, poeiras, fumos, névoas, gases e vapores, o objetivo principal deve ser minimizar a contaminação do local de trabalho. Algumas medidas de controle citadas pelo autor – como enclausuramento e ventilação – são comumente aplicadas pelo CBMMA.

Todavia, essas ações nem sempre asseguram a segurança imediata do bombeiro além de, em algumas situações, não ser possível executá-las. Por isto, Torloni (2016, p. 14) também delimita que “quando as medidas de controle não são viáveis, ou enquanto estão sendo implantadas ou avaliadas, ou em situações de emergência, devem ser usados respiradores apropriados [...]”.

De acordo com o conceito apresentado pela ABNT (1999, p. 3), equipamento de proteção respiratória é o “equipamento que visa a proteção do usuário contra a inalação de ar contaminado ou de ar com deficiência de oxigênio”.

Quanto aos empregados que trabalham em atmosferas perigosas, os conhecimentos e as responsabilidades mínimas que devem ser exigidas são reconhecer a necessidade do uso da proteção respiratória; utilizar EPR's em conformidade com os treinamentos; acondicioná-los de maneira adequada; reconhecer e identificar falhas no equipamento, comunicando ao supervisor da operação sobre o defeito; e informar sobre qualquer limitação de saúde que comprometa o uso (TORLONI, 2016).

Quanto ao empregador, que, por sua vez, é visto como responsável por seus empregados, as responsabilidades mínimas a serem observadas consistem em: (1) fornecer o EPR quando necessário; (2) escolher o tipo de respirador apropriado para o fim desejado; (3) investigar e sanar a causa do mau funcionamento que algum EPR apresente; e (4) autorizar a saída do empregado da área de risco por qualquer falha ou necessidade de troca de componentes que o respirador utilizado apresente (TORLONI, 2016).

É, portanto, responsabilidade do CBMMA – como empregador – garantir a integridade física dos bombeiros – empregados – que atuam em cada ocorrência

que envolva atmosferas perigosas. Negligenciar o uso do EPR pode acarretar em falhas no salvamento, além de comprometer a saúde ou a vida do próprio bombeiro (GUERRA, 2005).

3.1 Histórico dos equipamentos de proteção respiratória

O reconhecimento da necessidade de proteger as vias respiratórias dos trabalhadores é fato muito antigo. Plínio (79-23 a.C.) menciona o uso de bexiga animal como cobertura das vias respiratórias sem vedação facial para proteção contra a inalação do óxido de chumbo nos trabalhos dentro das minas. Leonardo da Vinci (1452-1519), antecipando de alguns séculos a história, recomendou o uso de um pano molhado contra agentes químicos no caso de guerra química (EPICON, 2016).

Nos anos de 1700 a 1800, a condição primordial para ser "Bombeiro", era ser portador de uma barba grande e densa. No combate a um incêndio, a barba era encharcada com água e tomada entre os dentes. O efeito filtrante certamente não era o melhor, mas provavelmente ocorria a retenção das partículas maiores de fuligem e cinza (EPICON, 2016).

Na área de Equipamentos autônomos, havia na Europa, por volta dos fins de 1700 a meados de 1800, um equipamento feito de saco de lona e borracha. Nos Estados Unidos foi patenteado entre 1863 e 1874 algo semelhante. Consistia de uma saco de múltiplas camadas de lona impermeabilizada com borracha da Índia que era enchido de ar por meio de uma bomba. O saco era portado nas costas e um sistema de tubos conduzia o ar à boca, o nariz era fechado com uma pinça nasal e a língua fazia as funções de uma válvula no controle do fluxo de ar. O ar era inalado a partir do saco e ao exalar, era assoprado de volta para o saco onde se "regenerava". A autonomia era de 10 a 30 minutos (EPICON, 2016).

John Roberts em 1825 desenvolveu o "filtro contra fumaça" para bombeiros, um capuz de couro com um tubo preso na perna do usuário que captava o ar menos contaminado que estava próximo ao solo. A extremidade do tubo que ficava próxima ao solo tinha um funil voltado para baixo contendo pedaços de tecido para filtrar partículas, e uma esponja molhada para remover gases solúveis na água (EPICON, 2006).

Provavelmente o desenvolvimento mais significativo dos últimos séculos, tenha sido a descoberta em 1854 da capacidade do carvão ativado em remover vapores orgânicos e gases do ar contaminado. Nessa época, E.M. Shaw e o famoso físico Jonh Tyndall, criaram o "filtro contra fumaça", para bombeiros, que protegia contra particulados (camada de algodão seco), gás carbônico (cal sodada) e outros gases e vapores (carvão ativo) (EPICON, 2016).

Os avanços mais rápidos ocorreram durante a 1ª Guerra Mundial (1914-1918) com as máscaras de uso militar. Os alemães geravam aerossóis altamente tóxicos no campo de batalha forçando o desenvolvimento de filtros altamente eficientes contra particulados. Um desses filtros desenvolvido em 1930 por Hansen usava lã animal impregnada de resina, com eficiência em torno de 99,99 %. Atualmente os filtros contra aerossóis utilizam fibras mais baratas, de mais fácil obtenção, com baixa resistência à respiração e com boas propriedades contra o entupimento superficial. Também começaram a surgir cilindros de aço mais leve, que resistiam a maiores pressões e assim podiam armazenar uma quantidade maior de ar respirável comprimido, tornando possível de serem transportados nas costas. (EPICON, 2016).

A indústria desenvolve variados materiais e equipamentos de proteção respiratória eficientes, que atendem às demandas dos Corpos de Bombeiros Militares, além de aprimorar constantemente os sistemas de recarga dos cilindros para aumentar eficiência dos resgates.

3.2 Normas De Referência

Dentre as diversas organizações que regulamentam o uso de EPRs nos mais variados países, foram utilizadas, para a presente pesquisa, a Associação Brasileira de Normas Técnicas e a Associação Nacional de Proteção em Incêndios (NFPA).

4.2.1 Associação Brasileira de Normas Técnicas

A ABNT é o Foro Nacional de Normalização por reconhecimento da sociedade brasileira desde a sua fundação, em 28 de setembro de 1940, e confirmado pelo governo federal por meio de diversos instrumentos legais. [...] A ABNT é responsável pela publicação das Normas Brasileiras (ABNT NBR),

elaboradas por seus Comitês Brasileiros (ABNT/CB), Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE). Desde 1950, a ABNT atua também na avaliação da conformidade e dispõe de programas para certificação de produtos, sistemas e rotulagem ambiental. Esta atividade está fundamentada em guias e princípios técnicos internacionalmente aceitos e alicerçada em uma estrutura técnica e de auditores multidisciplinares, garantindo credibilidade, ética e reconhecimento dos serviços prestados. Trabalhando em sintonia com governos e com a sociedade, a ABNT contribui para a implementação de políticas públicas, promove o desenvolvimento de mercados, a defesa dos consumidores e a segurança de todos os cidadãos (ABNT, 2016).

3.2.2 Associação Nacional de Proteção em Incêndios

Associação Nacional de Proteção em Incêndios (NFPA) tem como principal atividade a organização de códigos e normas. Tem como missão fornecer as informações e conhecimentos necessários para fazer o seu trabalho bem no ambiente em constante mudança de hoje. Possui 300 códigos e normas projetados para minimizar o risco e os efeitos do fogo, além de estabelecer critérios para a construção, transformação, design, serviço e instalação de todo o mundo. Possui também mais de 200 comitês técnicos, nos quais participam mais de 6.000 voluntários com experiência ou conhecimentos nas áreas trabalhadas. A NFPA fornece acesso online gratuito aos seus códigos e normas (NFPA, 2006).

3.3 EPR NO CBMMA

Para a ABNT (1999), há duas formas de se gerar proteção respiratória por meio de respiradores: (1) pela purificação do ar ambiente que será inalado; e (2) pelo fornecimento de ar respirável (ou oxigênio) proveniente de uma fonte.

O Programa de Proteção Respiratória – adotado pela ABNT (1999) como referencial para escolha dos EPRs – apresenta sete pontos a serem analisados na seleção do tipo de respirador:

- a) a natureza da operação ou processo perigoso;
- b) o tipo de risco respiratório (incluindo as propriedades físicas, deficiência de oxigênio, efeitos fisiológicos sobre o organismo, concentração do material tóxico, ou nível de radioatividade, limites de exposição

estabelecidos para os materiais tóxicos, concentração permitida para o aerossol radioativo e a concentração IPVS estabelecida para o material tóxico);
 c) a localização da área de risco em relação à área mais próxima que possui ar respirável;
 d) o tempo durante o qual o respirador deve ser usado;
 e) as atividades que os trabalhadores desenvolvem na área de risco;
 f) as características e as limitações dos vários tipos de respiradores;
 g) o Fator de Proteção Atribuído para os diversos tipos de respiradores [...] (TORLONI, 2016, p. 16-17).

Torloni (2016) destaca que a identificação de possíveis riscos existentes na atmosfera é determinante na decisão do nível de proteção a ser utilizado. Deste modo, se houver qualquer dúvida acerca dos componentes do ar deve levar à escolha de EPR utilizado em ambientes IPVS (Imediatamente Perigoso à Vida e à Saúde). Observando tais critérios de escolha e analisando as atmosferas perigosas já descritas, chega-se ao grupo dos respiradores de adução de ar. Esta denominação de EPR é encontrada na NBR 12.543:

Respirador de adução de ar: Equipamento de proteção respiratória constituído de cobertura das vias respiratórias interligada por meio de mangueira ao sistema de fornecimento de ar respirável, que pode ser obtido por simples depressão respiratória, forçado por meio de ventoinha, ou ar comprimido respirável, proveniente de compressor ou de cilindro [...] (ABNT, 1999, p. 5).

Ainda conforme a ABNT (1999, p. 5), “pertencem a esta categoria: a máscara autônoma, o respirador de linha de ar comprimido, o respirador de linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para fuga, e o respirador de ar natural”. Apenas o último não contém ar comprimido, não sendo objeto de pesquisa do presente trabalho. A seguir tem-se uma breve descrição de cada EPR:

Linha de ar comprimido: Nesse sistema, o ar respirável proveniente de um compressor ou de cilindros chega ao usuário por meio de uma mangueira de fornecimento de ar comprimido (ABNT, 1999). Para espaços confinados, apresentam vantagens como maior reserva de ar (se conectadas diretamente a reservatórios), maior mobilidade e menor peso – em comparação às máscara autônomas (VEASEY et al., 2006)

Linha de ar comprimido com cilindro auxiliar para fuga: Mesmo funcionamento da linha de ar, porém possui um cilindro de ar comprimido destinado ao escape do ambiente. Se necessário, esse cilindro faz o equipamento funcionar com o mesmo princípio da máscara autônoma de demanda com pressão positiva (TORLONI, 2002).

Máscara autônoma: A máscara autônoma é a mais utilizada no CBMMA. Nela o ar respirável é armazenado e transportado pelo próprio usuário em cilindro(s) de ar comprimido, ficando assim independente da atmosfera ambiente. A válvula de demanda é ativada pelos pulmões, o ar passa por um redutor de pressão e, após ser exalado, vai para a atmosfera ambiente sem qualquer recirculação (ABNT, 1996). Para Guerra (2005), dentre as principais características desse equipamento estão a simplicidade de funcionamento; a baixa resistência à inspiração; a facilidade de verificação da reserva de ar; e a praticidade de recarga dos cilindros.

Destaca-se que um dos fatores em comum desses equipamentos – e diretamente relacionado ao objetivo desta pesquisa – é a necessidade de reserva suplementar de ar comprimido, tanto pela manutenção contínua do fornecimento de ar quanto pelo reabastecimento dos cilindros.

3.4 Autonomia

Um dos significados de autonomia consiste na distância que um veículo movido a motor pode percorrer com o consumo total do combustível a bordo (DICIO, 2015). Convergindo essa definição com o meio bombeiril, o termo autonomia é comumente utilizado para se referir ao tempo de atuação proporcionado por algum equipamento. Com os EPRs, está relacionado ao espaço de tempo que o bombeiro terá para atuar de forma segura em meio a uma atmosfera perigosa.

Em suma, a autonomia depende do tamanho da reserva de ar e do consumo de ar do usuário (GUERRA, 2005). Com isso, obtém-se esse tempo de atuação segura por meio da seguinte fórmula:

$$AUTONOMIA = \frac{VOLUME \cdot PRESSÃO}{CONSUMO}$$

Verifica-se que o volume multiplicado pela pressão nos dará o volume de ar total que é a quantidade real de ar, em litros, que está contida no cilindro de forma pressurizada. Não se deve confundir esse valor com o volume do recipiente, pois o ar contido nele está comprimido.

Segundo Brito (2016), pode-se identificar que todas as viaturas de combate à incêndios da capital do Maranhão são equipadas com cilindros de 9,0 litros e pressão de 300 bar. No decorrer do trabalho, estes serão os valores bases de um cilindro para utilização em cálculos.

O consumo, terceira variável da equação, nada mais é que o volume de ar que o bombeiro consome enquanto respira. Guerra (2005) define que 40 l/min é o débito médio de ar respirado por um bombeiro em trabalho pesado, o qual corresponde ao esforço despendido a andar durante 4 km com o aparelho às costas. Entretanto, a ABNT (1996) utiliza o valor de 50 l/min para esses cálculos.

Até o momento, teríamos a autonomia de 54 minutos para um bombeiro equipado com a máscara autônoma.

$$54 \text{ min} = \frac{9 \text{ l} \cdot 300 \text{ bar}}{50 \text{ l/min}}$$

Contudo, Guerra (2005) também distingue dois tipos de autonomia: a efetiva e a de trabalho. A primeira conceitua-se como o período de tempo correspondente à capacidade de ar contida no cilindro. Já a autonomia de trabalho é calculada a partir do resultado obtido pela autonomia efetiva, excluindo-se o valor da reserva de ar do aparelho – que representa cerca de 10 minutos de tempo de uso. Seguindo o padrão apresentado por Guerra (2005), a autonomia de trabalho de cada EPR citado passa a ser de 44 minutos.

Mesmo tendo referências de valores prefixados da autonomia dos EPRs, temos que levar em conta que o consumo é algo particular de cada bombeiro. GUERRA (2005) afirma que os bombeiros tem que ser conhecedores de suas próprias limitações, realçando-se a condição física, o grau do esforço físico, a estabilidade emocional e o treino.

Os cilindros devem ser mantidos cheios, garantindo-se a maior autonomia possível (CBPMESP, 2006). A substituição imediata de um cilindro vazio por outro já recarregado é fator relevante para o acréscimo de tempo de atuação segura dos bombeiros em meio a atmosferas perigosas (tempo de autonomia). Nesse estudo será utilizada a expressão autonomia efetiva (AE) como indicador da autonomia total fornecida a cada bombeiro por meio dos EPRs.

3.5 Conjunto autônomo de ar respirável

Os equipamentos de proteção respiratória mais utilizados por bombeiros são os aparelhos autônomos de ar respirável, também conhecidos como “conjuntos autônomos” (CBPMESP, 2006).

O aparelho autônomo de ar comprimido consiste de um cilindro montado num suporte, fixado por meio de duas cintas metálicas de rápida abertura. O suporte é transportado pelo bombeiro, utilizando-se uma alça em cada ombro e um cinto ajustável na altura do abdômen. [...] É um equipamento que fornece uma razoável autonomia de tempo para a execução de atividades [...] (CBPMESP, 2006, p. 32).

Para CBPMESP (2006) esses EPRs são classificados como independentes e dependentes onde a principal diferença entre eles é que a utilização do primeiro não depende das condições ambientes enquanto a utilização do segundo fica restrita a apenas alguns ambientes.

Esta restrição dos equipamentos dependentes se dá pelo fato de eles protegerem o bombeiro por meio de um filtro de capacidade limitada de filtragem, ou seja, o socorrista respira o ar da atmosfera perigosa, porém filtrado, enquanto os independentes recebem esta denominação pelo fato de fornecerem ao profissional ar proveniente de um sistema completamente isolado da atmosfera perigosa.

Os equipamentos independentes podem ser subdivididos em:
a. aparelho autônomo de ar respirável;
b. equipamento de respiração com mangueira com ar aspirado;
c. equipamentos por adução de ar (“linha de ar mandado”)
(CBPMESP, 2006, p. 13)

Este trabalho restringe-se ao aparelho autônomo de ar respirável (Máscara Autônoma) por se tratar do mais adequado para o uso em serviços de bombeiros na atividade de combate a incêndio segundo (CBPMESP, 2006).

Figura 01 – Conjunto autônomo de ar respirável



Fonte: (CBPMESP, 2006)

3.6 Cilindro de ar respirável

De acordo com CBPMESP (2006), os cilindros em uso no meio bombeiril são feitos de aço carbono com volume interno de 7 litros, capacidade de 1400 litros de ar a uma pressão nominal de 200 bar e peso aproximado de 12,6 kg.

3.6.1 Componentes do EPR

Conforme o CBPMESP (2006), um EPR completo deve conter: suporte para o cilindro com o conjunto de cintos de fixação, regulador de pressão, mangueira de alta pressão, manômetro, alarme de baixa pressão, válvula de demanda e máscara facial.

Suporte para o cilindro com o conjunto de cintos de fixação: O suporte do cilindro é construído em fibra de carbono, ergonomicamente desenhado e leve. Os arreios são feitos de poliéster de alta resistência. O cinto de fixação na altura do abdômen possui duas fivelas em aço de engate rápido [...]. O cinto é particularmente importante para evitar movimentos oscilatórios, quando o usuário faz movimentos bruscos (CBPMESP, 2006).

Pode-se concluir que o suporte do cilindro é feito com materiais resistentes, pois este equipamento é feito para enfrentar as condições adversas encontradas em um cenário de incêndio, como por exemplo o calor e uma possível

colisão com objetos pesados e perfuro cortantes sem deixar de lado a preocupação com o conforto do usuário.

Regulador de pressão: Conforme CBPMESP (2006), o regulador de alta pressão é um conjunto de peças de latão niquelado, que pode ser descrito como um “derivante” de ar. [...] Uma mangueira flexível interliga o registro do cilindro e o regulador de alta pressão.

Ainda de acordo com CBPMESP (2006), uma conexão horizontal permite a passagem de ar do regulador para a válvula de demanda e outra conexão horizontal interliga a passagem de ar para o alarme (apito) e para a mangueira do manômetro.

Mangueira de alta pressão: é fabricada com uma pressão de trabalho de 207 bar (3000 psi), testada a 414 bar (6000 psi) e com pressão de ruptura de 960 bar (14000 psi) (CBPMESP, 2006).

Como não há prazo de vida útil para a mangueira, é importante verificá-la durante a conferência diária de viaturas e equipamentos, com vistas a sinais de deterioração. [...] (CBPMESP, 2006).

As mangueiras são fixadas ao suporte do cilindro, por meio de presilhas de aço (CBPMESP, 2006).

Manômetro: quando a pressão chega a 50 bar (735 psi) o alarme (apito) começa a soar e somente cessa quando o ar do cilindro é totalmente esgotado. A vazão para o interior do manômetro é limitada por um tipo de parafuso, entre 5 e 10 l/min (CBPMESP, 2006).

O manômetro é construído em metal cromado e sua borda é protegida com um revestimento de neoprene, a fim de atenuar danos de ação mecânica. O indicador de pressão é fotoluminescente, de sorte que possa ser visualizado em ambientes escuros (CBPMESP, 2006).

O invólucro possui uma abertura que permite o alívio da pressão do cilindro, no caso de falha do tubo “bourdon” (CBPMESP, 2006).

O manômetro de 200 bar apresenta a escala de 0 a 220 bar e é regulado com um desvio padrão de mais ou menos 2,5% (mais ou menos 5 bar). O manômetro de 300 bar possui o mesmo desvio padrão de mais ou menos 2,5%, que neste caso equivale a mais ou menos 9 bar (CBPMESP, 2006).

Alarme de baixa pressão: [...] O alarme contém um tubo capilar, carregado com uma mola. Assim que a válvula do cilindro é aberta, uma pequena

quantidade de ar passa por pequenos espaços internos desta peça, fazendo com que momentaneamente seja disparado o apito. Assim que a pressão aumenta, o ar comprime a mola interna, que bloqueia a passagem de ar e cessa o alarme (CBPMESP, 2006).

À medida que a pressão diminui, o ar que passa pelos espaços internos do dispositivo não possui pressão suficiente para manter a mola tensionada. Daí ocorre o fluxo de ar que chega até o apito (CBPMESP, 2006).

Válvula de demanda: a válvula de demanda é conectada à máscara facial, por meio de uma trava de engate rápido. Para liberá-la basta apertar um botão localizado sobre o orifício de acoplamento da válvula na máscara facial (CBPMESP, 2006).

Na fase de inspiração, a pressão positiva no interior da máscara facial e na válvula de demanda sofre uma queda, atingindo aproximadamente +2,0 mbar em relação à pressão do ambiente externo. [...] Na exalação, a válvula demanda permanece fechada (CBPMESP, 2006).

Máscara facial: a máscara facial tipo “panorama” é construída em neoprene (preto) ou silicone (azul marinho) (CBPMESP, 2006).

O visor é de policarbonato (altamente resistente a impactos), mas pode ser adquirido também em acrílico ou vidro laminado (CBPMESP, 2006).

A máscara é presa à cabeça do bombeiro, por meio de cinco tirantes ajustáveis. Cada tirante passa por uma fivela metálica, ajustando a máscara contra o rosto do usuário para impedir a entrada indesejável de águas de chuva, pós ou outras substâncias indesejáveis (CBPMESP, 2006).

A vedação da máscara é obtida por meio de um “anel”, que se ajusta anatomicamente ao contorno de um rosto (CBPMESP, 2006).

No interior da máscara “panorama” existe uma mascarilha que direciona a passagem do ar através de duas válvulas unidirecionais. Assim o ar que entra na máscara tem o fluxo na direção do visor, evitando o acúmulo de vapor d’água. [...] (CBPMESP, 2006)

Na parte frontal da máscara também se localiza o diafragma metálico em aço inoxidável, que facilita a comunicação do usuário. [...] (CBPMESP, 2006)

4 SISTEMAS DE RECARGA DE AR RESPIRÁVEL

Diante do conceito de autonomia anteriormente visto, constatou-se a limitação do tempo de uso dos EPRs. Portanto, os respiradores devem ser mantidos, inspecionados e guardados de modo que sejam acessíveis e estejam em condições de uso imediato, quando necessário. Esta é uma recomendação básica de procedimento operacional de acordo com Torloni (2016).

Observando isto, chega-se a identificação da necessidade de se ter um grupo de equipamentos voltados para suprir às demandas de recarga dos cilindros: os sistemas de distribuição de ar respirável – SiDAR.

A NFPA (2009) define sistemas de ar respirável como um grupo de equipamentos completo com compressores, dispositivos de purificação, reguladores de pressão, sistemas de segurança, reservatórios e tubulação para distribuir o ar.

As principais normas utilizadas foram a NBR 14096 (ABNT, 2014) e a NFPA 1901 (NFPA, 2006). Ambas discorrem sobre viaturas de combate a incêndio e apresentam uma seção exclusiva sobre sistemas de ar.

4.1 Componentes do sistema

Os componentes de um SiDAR possuem várias peculiaridades que influenciam de forma direta tanto no rendimento do sistema quanto em seus custos.

Invariavelmente, o usuário deve determinar a provável necessidade de ar comprimido antes de iniciar o dimensionamento de um sistema de ar comprimido. Isso requer considerações da aplicação prática dos equipamentos que serão conectados a esse sistema [...], bem como a quantidade dos equipamentos. Quando essa informação estiver disponível, então podem ser determinados o número e tamanho do compressor e reservatórios de ar comprimido (BOSCH, 2016, p. 21, grifo nosso).

Em seguida, tem-se a identificação de alguns dos componentes essenciais desses sistemas, descritos de acordo com a obra de Torloni (2016) e com as normas da NFPA (2009) e da ABNT (2014).

4.1.1 Compressores

Compressores são aparelhos que servem para comprimir um fluido à pressão desejada. (DICIO, 2016). Nos sistemas de ar respirável, são eles os responsáveis pelas recargas dos cilindros autônomos ou reservatórios de maior volume (ABNT, 2014).

Quando Torloni (2016) discorre a respeito de ar respirável advindo de compressores, são elencadas duas formas de fornecimento: compressores fixos ou móveis.

Tem-se na seção 24.3 da NBR 14096 tópicos dedicados especificamente aos compressores, como admissão do compressor; arrefecimento; existência de válvulas de alívio; drenagem de condensados; sistemas de acionamento, controles e monitoração da qualidade do ar; estrutura de montagem; e identificação do fabricante.

Os itens mais relevantes para a aquisição de compressores serão descritos a seguir.

Volume de ar fornecido (vazão): de acordo com a Eletrobrás et al. (2009, p. 63), o “volume de ar fornecido é a quantidade de ar que está sendo fornecido pelo compressor”. Com esse valor pode-se determinar o tempo médio que se levaria para encher um cilindro autônomo, por exemplo: para um cilindro autônomo de 300 bar e 9,0 litros – 2040 litros ($300 \times 9,0 = 2700$) – um compressor com 250 lpm demandaria cerca de 10 minutos para concluir o abastecimento.

A vazão deve ser o primeiro fator a ser considerado na escolha do SiDAR pelo fato de servir como norte para a escolha do motor. É possível se encontrar no mercado compressores com vazão que varia de 100 lpm à outros com mais de 700 lpm.

Mesmo com a ABNT (2014) recomendando um valor mínimo de 160 lpm para o serviço de bombeiro, é importante destacar que o dimensionamento do sistema varia conforme as necessidades e pretensões do usuário (BOSCH, 2016). Por exemplo: cinco bombeiros estão recarregando seus cilindros autônomos em um SiDAR de vazão 250 lpm. Considerando o consumo médio de cada bombeiro como 50 lpm, este compressor será capaz de restabelecer seu volume anterior de ar do reservatório antes que os bombeiros voltem para fazer uma nova recarga. Se, portanto, o compressor deste exemplo fosse de 160 lpm, quando os cinco bombeiros

retornassem para abastecer, os reservatórios do compressor ainda não estariam com seu volume anterior reestabelecido.

Volume efetivo: o volume de ar fornecido é a quantidade de ar que está sendo fornecido pelo compressor. Existem duas diferentes indicações de volume fornecido: volume fornecido teórico e efetivo (ELETROBRÁS et. al., 2009).

De acordo com a Eletrobrás et al. (2009, p. 63), apenas o volume fornecido efetivo que interessa para aquisição do compressor, pois é com este que são acionados e comandados os aparelhos pneumáticos.

Pressão de trabalho: segundo Eletrobrás et al. (2009, p. 27), “pressão é a razão entre a força exercida [...] por um corpo sobre uma superfície e a área de contato desse corpo com a superfície”. Todavia, a pressão de trabalho é a “máxima pressão de uso permitida para a qual um sistema é projetado. Também se refere à máxima pressão de operação” (LINDE GASES, 2016).

Logo, pressão de trabalho é a medida de pressão máxima que o compressor será capaz exercer sobre o ar respirável armazenado. Sobre o serviço de bombeiro, a ABNT (2014) indica 300 bar.

4.1.2 Acionamento (motor)

Segundo Dicio (2016) “mecanismo que transforma qualquer espécie de energia em energia mecânica”. O acionamento dos compressores, conforme as necessidades fabris, será por motor elétrico ou motor a explosão. [...] Tratando-se de uma estação móvel, emprega-se para o acionamento geralmente um motor a explosão (gasolina, óleo diesel) (ELETROBRÁS et al., 2009, p. 64).

A seguir serão elencadas duas formas de acionamento: motor a combustão interna e motor elétrico.

Motor a combustão interna: nos Motores a Combustão interna a energia mecânica é gerada através da queima de gasolina ou diesel (LIMA et al., 2016). Lima et al. (2016) os caracteriza por apresentarem as quatro fases de operação bem demarcadas – admissão, compressão, expansão e escape.

Se houver sempre energia elétrica disponível, então o sistema de acionamento deve ser um motor elétrico, uma vez que são significativamente menos dispendioso para comprar além de que exigem menos manutenção. Se este não for o caso, a conveniência de um compressor acionado por motor a combustão

interna será a melhor escolha. Eles oferecem o melhor em portabilidade (JENNY PRODUCTS, 2016, tradução nossa).

Portanto, antes de se escolher qual motor comprar, é preciso definir em qual ambiente ele será utilizado. Frente a isto, vemos que para atingir o objetivo de ter um meio de recarga portátil para os EPRs do CBMMA na capital maranhense, o ideal seria que este compressor fosse acionado por um motor a combustão interna.

Motor elétrico: de acordo com o que foi dito anteriormente, o motor elétrico deve ser preferência sempre que houver uma fonte de energia elétrica disponível (trifásica) por ter, dentre outras vantagens, baixo custo de manutenção. Junior (2014) afirma que este tipo de motor possui eficiência em torno de 90% – contra aproximadamente 30% dos à combustão interna – além de garantir um sistema não poluente.

O uso de um Gerador de energia a combustão sanaria a restrição da mobilidade, porém comprometeria uma das principais vantagens de se utilizar um motor elétrico que é a redução na emissão de poluentes.

4.1.3 Sistemas de armazenagem (reservatórios)

A NFPA (2006, tradução nossa) descreve tanques de ar como a junção de cilindros de armazenagem com a finalidade de estocar ar sob alta pressão. Em suma são recipientes destinados a conter ar respirável sob alta pressão (ABNT, 1999) – com volume superior ao dos cilindros carregados. As características destes cilindros de pressão são encontradas na NBR 15417 (ABNT, 2007).

Dentro da NBR 14096 na seção 24.5, que versa sobre “Sistemas de armazenagem do ar”, tem-se os tópicos sobre cilindros de ar transportáveis; válvulas utilizadas em tanques de ar; identificação dos cilindros; marcação de testes periódicos; montagem dos cilindros de ar; monitoração e válvula de controle do tanque de ar (ABNT, 2014).

Sistema de cascata e Sistema de banco único: a ABNT (2014) e a NFPA (2009) elencam os métodos de banco único e de cascata como possíveis formas de organização dos cilindros de um reservatório.

O método banco único (pulmão) consiste em reunir cilindros de ar de modo que todos sejam utilizados de forma simultânea e com a mesma pressão durante uma recarga (NFPA, 2006, tradução nossa).

O sistema de cascata ocorre de forma que, durante a recarga, possa ser feita a abertura individual e progressiva de cilindros do reservatório com pressões maiores que a do anterior (NFPA, 2006, tradução nossa).

Conforme a Scott Safety (2016), o método cascata potencializa o aproveitamento do ar do reservatório. Isto porque no banco único só é possível recarregar os cilindros até que a pressão entre reservatório e cilindro seja igual.

Com o sistema cascata, o usuário é capaz de utilizar uma quantidade percentual maior de ar armazenado, utilizando sempre o cilindro de armazenamento de menor pressão para iniciar o processo de enchimento e, em seguida "completar" o cilindro que está sendo reabastecido com o cilindro de armazenamento de pressão mais elevada (SCOTT SAFETY, 2016).

A Wholesale Fire & Rescue (WFR, 2016) destaca que a operação em cascata tem dois grandes inconvenientes: (1) o método de funcionamento sequencial é complexo e trabalhoso; e (2) ambos os custos iniciais do preço de compra e manutenção de longo prazo são mais elevados, devido ao número de válvulas, medidores e outros componentes envolvidos.

Portanto, se o sistema contar com um compressor devidamente dimensionado, o sistema de cascata torna-se desnecessário (WFR, 2015, tradução nossa).

4.1.4 Sistema de purificação de ar

Os sistemas de purificação de ar objetivam a remoção ou alteração de contaminantes presentes no fluxo de ar comprimido (NFPA, 2006).

Avsec (2012) diz que a maioria dos sistemas de purificação de ar utiliza: separadores mecânicos de gotículas de água e óleo condensadas; os dessecantes de absorção de vapores de água; absorção de vapor de óleo e eliminação de odores nocivos usando carvão ativado; e os catalisadores para conversão do monóxido de carbono a níveis aceitáveis de dióxido de carbono. O autor também destaca que os itens devem ser substituíveis além de os mecanismos do equipamento impedirem que ele funcione se os elementos de purificação não forem instalados ou se estiverem mal colocados.

4.1.5 Painel de controle do ar

O painel de controle do ar é um conjunto de válvulas, reguladores, medidores e tubulações de ar conectadas em local que seja possível ao operador monitorar e controlar o fluxo e a pressão do ar do sistema (NFPA, 2006).

Nos painéis devem ficar, por exemplo, os dispositivos audiovisuais que alertam para problemas como falta de óleo lubrificante ou presença de contaminantes (ABNT, 2014).

Outras recomendações como marcação do sentido de fechamento das válvulas e etiquetas indeléveis indicando a função de cada acessório, são exemplos de medidas simples capazes de facilitar o uso do sistema (ABNT, 2014).

4.1.6 Tubulação

Todo sistema de distribuição de ar respirável possui tubulações responsáveis por conduzir o fluxo de ar de um componente ao outro, até a saída para recarga (NFPA, 2006).

Na seção 24.2.7 tem-se especificações para “Instalação e tubulações”. Esse item trata sobre a pressão de trabalho das tubulações e forma de fixação no chassi (ABNT, 2014).

4.2 Sistema atual do CBMMA

Segundo o Capitão Walterlino Epifânio Ferreira, em entrevista concedida em maio de 2016, quando foram adquiridos os primeiros EPRs, o CBMMA não dispunha de equipamentos para recarregá-los, recorrendo a particulares e empresas de mergulho.

Segundo Epifânio (2016) após algum tempo o Batalhão de Bombeiros Marítimos (BBMar), Av. Litorânea s/N, enfim adquiriu um sistema de recarga próprio, um compressor elétrico, compressor esse que tem sido o único da capital e supre a necessidade também dos quartéis de São José de Ribamar, Itapecuru e Barreirinhas.

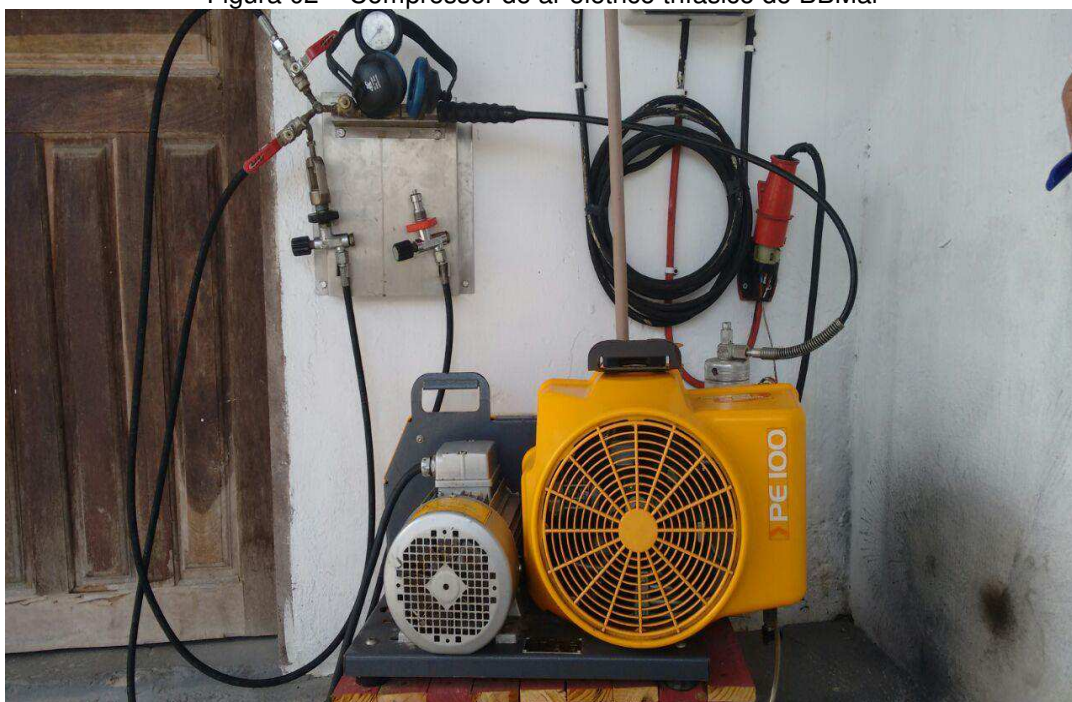
O compressor, ainda segundo Epifânio (2016), recarrega um cilindro por vez e leva de 18 a 20 minutos para realizar tal recarga, após três recargas seguidas,

deve passar pelo menos 30 minutos desligado, devido à elevação de temperatura, que em outras ocasiões já levou o compressor a apresentar defeito. Outra limitação apontada pelo Capitão Epifânio se dá quanto ao horário de recarga dos cilindros que, devido à oscilação da rede, só pode ser feita com segurança no período da tarde e madrugada, tendo em vista que a rede elétrica nos demais horários se encontra sobrecarregada e não é capaz de manter o compressor em funcionamento em perfeitas condições.

Em 2013, ano de aquisição do compressor, houve uma grande ocorrência onde se fez necessária a recarga de vários cilindros, com a demanda alta, o compressor apresentou defeito, o que causou grande transtorno para todos os envolvidos, lembrando que o cilindro recarregado é peça fundamental no EPR, e sem o mesmo se faz impossível a ação dos bombeiros em atmosferas perigosas como já fora citado.

Outra observação acerca do compressor utilizado no BBMar é que, apesar de ser portátil, se torna inviável para o transporte, tendo em vista que ele é elétrico e é necessário uma ligação trifásica para seu funcionamento.

Figura 02 – Compressor de ar elétrico trifásico do BBMar



Fonte: Autores

4.3 Sistema móvel de recarga de cilindro de ar respirável

São sistemas de ar formados pelos componentes do item 5.1 instalados sobre reboques – trailers rodoviários – com o intuito de permitir seu deslocamento até o local da ocorrência.

No mercado, encontram-se diversos modelos com diferentes pressões de trabalho, capacidades do reservatório e opcionais como torres de iluminação (SCOTT SAFETY, 2016). Esse sistema móvel de recarga de cilindros é utilizado em algumas corporações como CBMSP e CBMSC.

A estação móvel de recarga contempla um reboque rodoviário e acoplado a esse, vários equipamentos que suprem algumas necessidades dos bombeiros. Destinado a realizar a recarga de cilindros de ar respirável no local ou próximo ao local do incidente, esse sistema apresenta mobilidade e versatilidade, sendo uma solução singular para as ocorrências onde há a utilização dos EPRs, podendo ser utilizado tanto à combustão, quanto, no quartel, conectado a uma tomada elétrica (TÉCNICA, 2013).

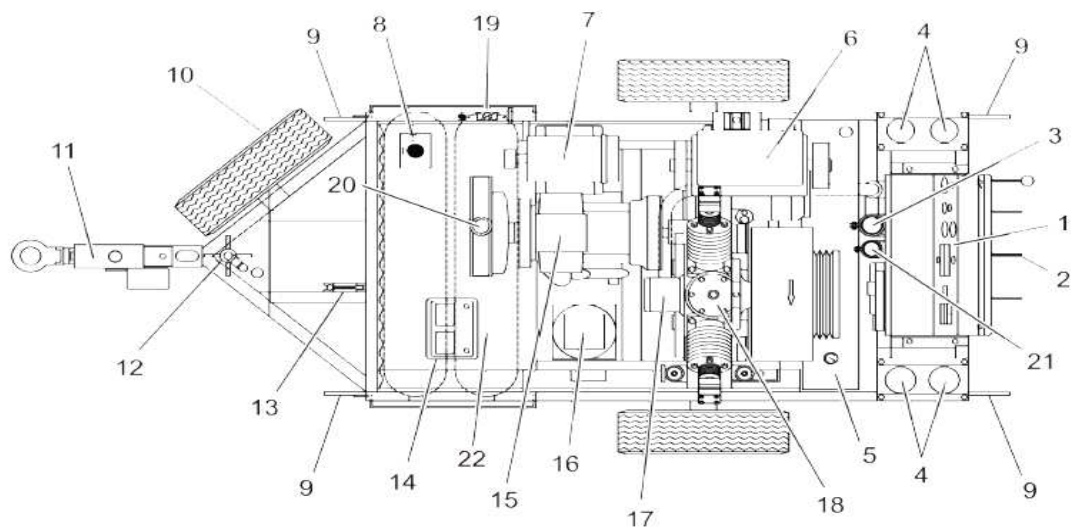
A estação móvel de recarga de cilindros de ar respirável inclui um compressor; um sistema de armazenagem do ar customizado; gerador elétrico; torre de iluminação; painel de comando eletrônico com informações instantâneas sobre nível do óleo, temperatura, horas trabalhadas, inclusive monitorando o ar depois que o mesmo foi comprimido e filtrado, trazendo 100% de confiabilidade, uma vez que, sistemas que monitoram a qualidade do ar durante o processo de captação não são eficazes, pois, nestes casos, durante o processo de compressão fica impossível saber se o ar gerado está de acordo com as especificações mínimas para utilização em emergências; câmara de contenção; sensor de monóxido de carbono; e apresenta um excelente desempenho, capaz de recarregar um cilindro de volume interno de 9 litros em no máximo cinco minutos, e em situações de emergência, esse cilindro poderá ser recarregado em menos de 50 segundos (LIBERTY, 2016).

Figura 03 – Estação móvel de recarga de cilindro de ar respirável.



Fonte: Liberty, 2016.

Figura 04 – Vista superior da estação móvel de recarga de cilindros.

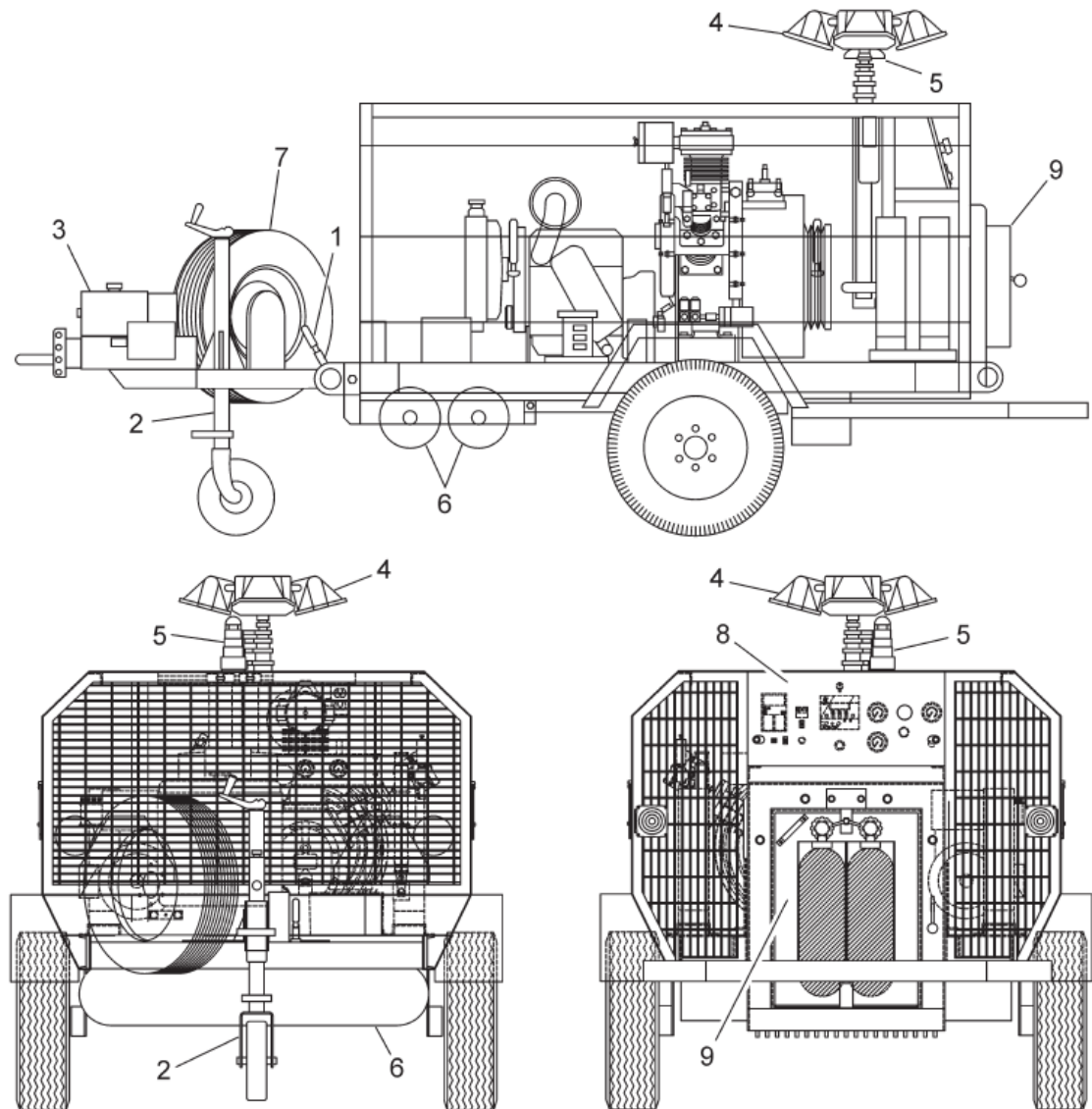


SHS-LBS-0306-G18

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1) Painel de controle principal | 11) Atuador do freio de inércia |
| 2) Estação de recarga RevolveAir | 12) Macaco do trailer |
| 3) Entrada de ar remota | 13) Freio de estacionamento |
| 4) Câmaras do purificador | 14) Bateria de 12 VCC |
| 5) Tanque de combustível (diesel) | 15) Motor diesel de 44 HP |
| 6) Motor elétrico de 20 HP | 16) Recipiente de condensado |
| 7) Gerador auxiliar | 17) Filtro de entrada de ar do compressor |
| 8) Botão liga/desliga giratório | 18) Compressor de ar |
| 9) Olhal de içamento/amarração | 19) Válvula de isolamento do armazenamento de ar |
| 10) Pneu sobressalente (opcional) | 20) Abastecimento de refrigerante |
| | 21) Mastro da torre de iluminação |
| | 22) Cilindros de armazenamento ASME (2) |

Fonte: Scott Safety, 2016.

Figura 04 – Vistas adicionais da estação móvel de recarga de cilindros.



SHS-LBS-0309-G128

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1) Freio de estacionamento | 6) Cilindros de armazenamento ASME (2) |
| 2) Macaco do trailer | 7) Pneu sobressalente (opcional) |
| 3) Atuador do freio de inércia | 8) Painel de controle principal |
| 4) Torre de iluminação (opcional) | 9) Estação de recarga RevolveAir |
| 5) Entrada de ar remota | |

Fonte: Scott Safety, 2016

4.4 Comparativo Entre os Sistemas

Tabela 4: Comparativo entre os compressores

	Compressor Elétrico (BBMar)	Estação Móvel de Recarga
Mobilidade	Sim	Sim
Quantidade de cilindros enchidos de uma só vez	01	02
Qualidade do ar	Não tem sistema que mensure	Grau “E”
Tempo para abastecer cilindro	18 a 20 minutos	5 minutos
Valor	R\$ 13.500,00	R\$ 378.500,00

Fonte: Autores

Podemos observar pela tabela que ambos os sistemas, o atual e o proposto, possuem mobilidade, porém deve-se lembrar de que o atual, o compressor elétrico, necessita de ligação trifásica, com segurança, pois qualquer oscilação de energia pode causar danos ao compressor, dificuldade essa não encontrada na estação móvel, uma vez que a mesma usa acionamento a combustão interna, o que a leva a ser mais eficiente, devido a facilidade de deslocamento até o local da ocorrência.

No que tange a tempo de recarga, é notória a vantagem encontrada no sistema móvel, tendo em vista que o mesmo chega a ser 4 vezes mais rápido que o compressor elétrico, sendo que ainda há a vantagem da quantidade de cilindros que podem ser recarregados por vez, o que torna a estação proposta cerca de 8 vezes mais eficiente que o compressor elétrico. Isto se dá pelo fato de a estação móvel proposta ser fabricada com o intuito de suprir a demanda de recarga das atividades de resgate realizadas por bombeiros enquanto a estação que é utilizada atualmente pelo CBMMA é fabricada com o intuito de suprir a demanda de recarga de atividades de lazer.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS

5.1 Análise de dados

O universo definido para a pesquisa foram os militares das unidades do 1º Batalhão de Bombeiros Militar (1BBM), Av. Alexandre de Moura s/N Centro, onde foram distribuídos 25 questionários, no entanto somente 20, foram preenchidos.

Realizada pesquisa, temos os seguintes dados:

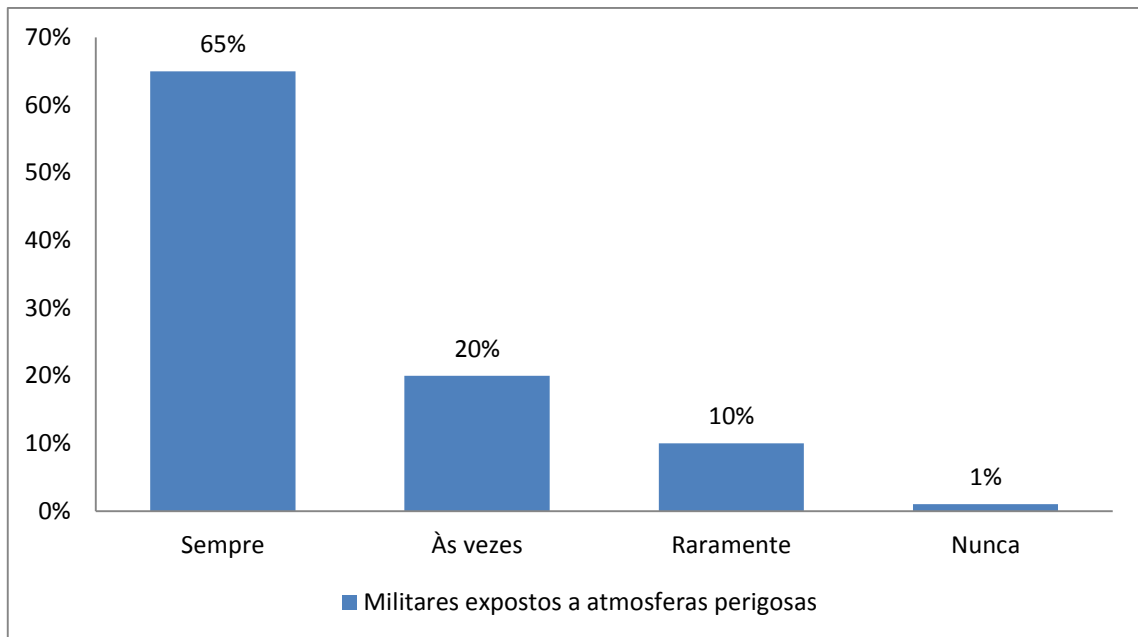
Proposição 1: Considerando ocorrências de incêndio, produtos perigosos e espaço confinado, você já foi exposto á fumaça ou outros agentes perigosos, devido ao não uso de EPR? A não ser que a resposta acima seja “Nunca”, responda: Qual motivo o levou a não usar o EPR?

Tabela 5: Frequência de exposição á atmosfera perigosa

Frequência	Nº de bombeiros	%
Sempre	13	65,00
Às vezes	04	20,00
Raramente	02	10,00
Nunca	01	5,00
Total	20	100,00

Fonte: Autores

Gráfico 1 - Percentagem de respostas dos alunos à proposição 1



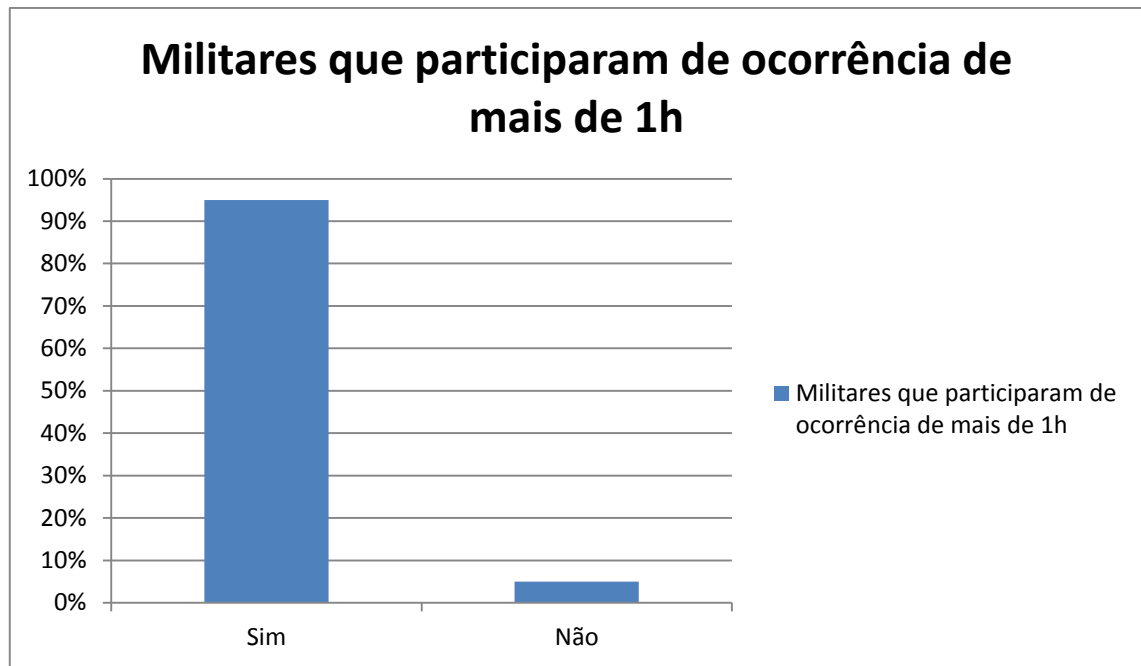
Fonte: Autores

Percebe-se que 19 militares, 95% dos entrevistados, sofreram exposição à atmosfera perigosa. De forma mais preocupante, estão os 65% que marcaram a pior frequência, e apenas 5%, o que representa muito pouco, não tiveram esse contato.

A tabela acima se torna mais preocupante quando se vem à tona a explicação principal, que o não uso se dá para preservar o equipamento para uma futura ocorrência de maior complexidade que possa surgir, demonstrando que obstáculos na execução da recarga podem se transformar em fatores desmotivacionais para o emprego adequado do EPR, de forma que o próprio usuário se priva do uso mesmo que a proteção esteja disponível.

Proposição 2: Você já esteve em ocorrência de duração maior que 1h?

Gráfico 2: Percentagem de respostas dos alunos à proposição 2

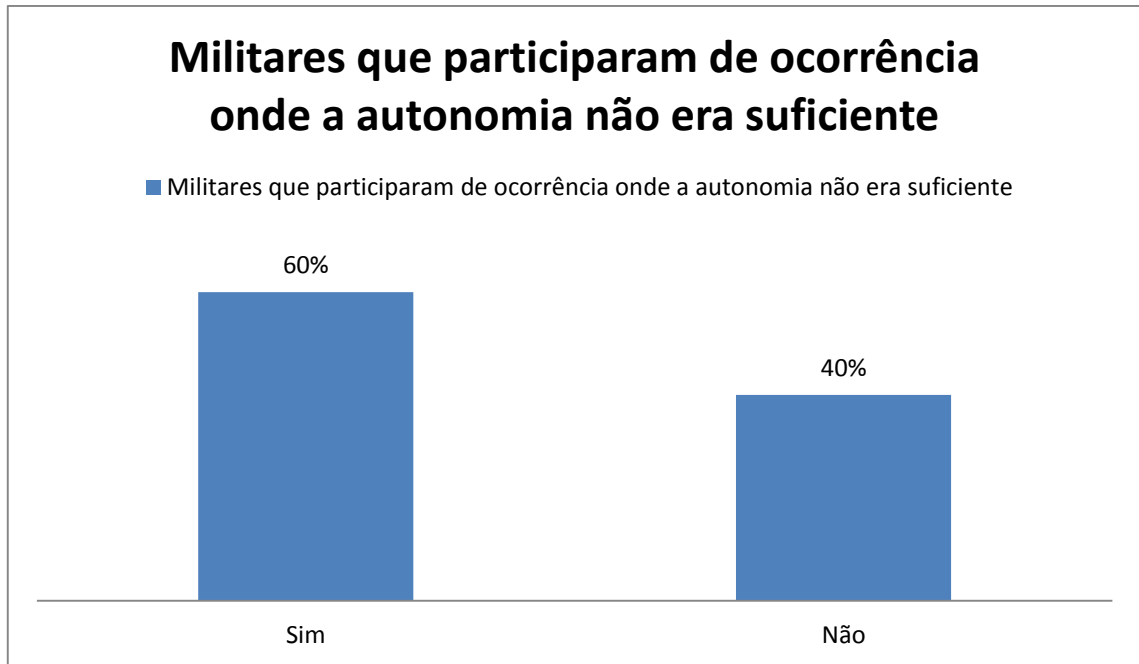


Fonte: Autores

O gráfico acima demonstra a exposição dos militares a ocorrências onde, provavelmente, a autonomia dos cilindros que seguem na viatura não seria suficiente para essa duração 19 militares responderam que já participaram de ocorrências com mais de uma hora e apenas 01 não participou.

Proposição 3: Você já esteve em alguma ocorrência na qual a autonomia dos cilindros foi insuficiente?

Gráfico 3: Percentagem de respostas dos alunos à proposição 3



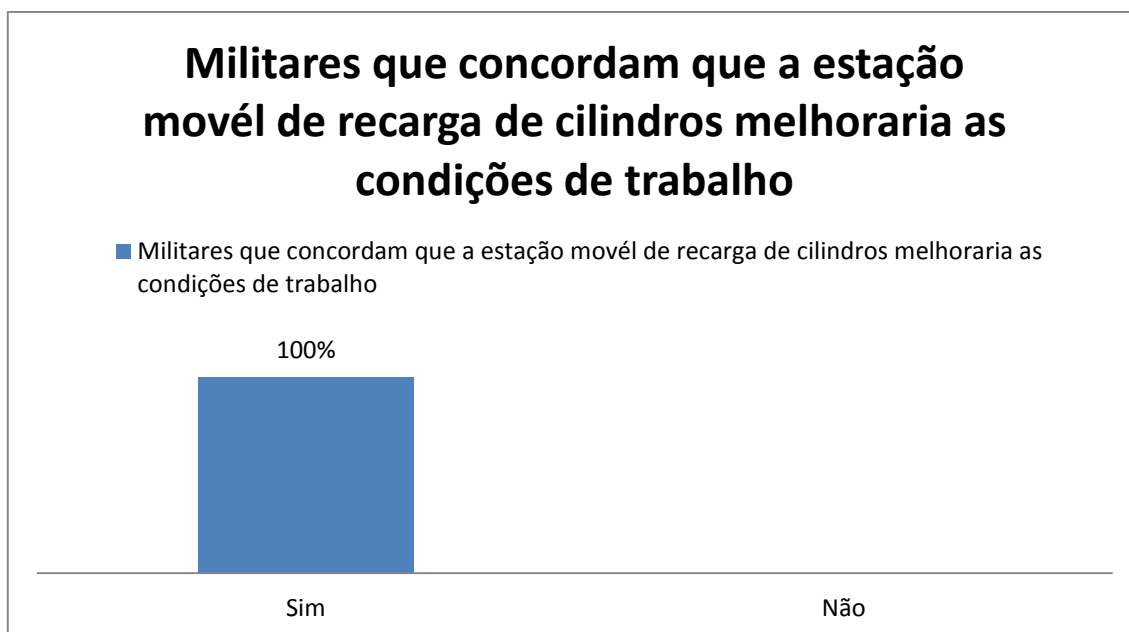
Fonte: Autores

Outra pergunta feita, foi se a autonomia já foi insuficiente em alguma ocorrência, 12 militares responderam que “Sim” e os demais 08 disseram que “Não”.

Analisando as duas perguntas anteriores percebemos que o que faria mais sentido seria os gráficos terem a mesma quantidade de “Sim” e “Não”, o que causa essa divergência é justamente o que já fora apontado antes, alguns militares não sofreram com a autonomia limitada devido ao fato de não utilizarem o equipamento de proteção respiratória.

Proposição 4: A implementação de um sistema móvel de recarga melhoraria as condições de trabalho dos combatentes?

Gráfico 4: Percentagem de respostas dos alunos à proposição 4



Fonte: Autores

Outra pergunta respondida se os militares concordam que a estação móvel melhoraria as condições de trabalho, todos os militares questionados concordaram que a estação móvel melhoraria o desempenho dos mesmos durante a ocorrência, pois a insegurança para usar EPR, devido a autonomia limitada, seria sanada.

6.2. Resultados

O Maranhão, em especial a cidade de São Luís, vem a cada dia crescendo mais, o que inevitavelmente leva o número de sinistros que necessitam do atendimento do CBMMA a se elevar exponencialmente. Com a elevação deste número de sinistros, e de sua complexidade, o CBMMA deve buscar aprimorar suas atividades, oferecendo um serviço de qualidade à população e maior segurança a seus combatentes que diuturnamente se expõe a atividades de extremo perigo.

Tendo em vista essa necessidade de aprimoramento, uma inquietação surgiu durante esses três anos, nos períodos de estágio, que fora a necessidade de utilizar o EPR contraposta à disponibilidade de autonomia do mesmo. Percebeu-se a necessidade de melhorar o fornecimento de ar, escasso, por vezes até inexistente, para os combatentes que atuam se expondo a diversos riscos.

Para tal, foi observado o recurso atualmente utilizado, que até então respondia às necessidades, porém, de forma precária. Foram pesquisadas alternativas para sanar o problema em questão e a melhor forma que fora encontrada, foi a estação móvel de recarga de cilindro de ar respirável, que é a proposta deste trabalho.

A estação móvel de recarga contempla um reboque rodoviário e acoplado a esse, vários equipamentos que suprem algumas necessidades dos bombeiros. Destinado a realizar a recarga de cilindros de ar respirável no local ou próximo ao local do incidente, esse sistema apresenta mobilidade e versatilidade, sendo uma solução singular para as ocorrências onde há a utilização dos EPRs, podendo ser utilizado tanto a combustão, quanto no quartel conectado a uma tomada elétrica (TÉCNICA, 2013).

Um sistema moderno, de fácil utilização, mobilidade, praticidade, e que dá total segurança ao bombeiro, é a estação móvel de recarga de cilindros de ar respirável. Com a capacidade de encher dois cilindros de EPR de uma vez, sendo cada cilindro de volume interno igual a nove litros, será reabastecido em menos de cinco minutos e em situações de emergência faz-se o mesmo em não mais que cinquenta segundos, essa estação pode deslocar-se até o sinistro mantendo o suprimento de ar respirável aos combatentes de forma constante, evitando assim, o aumento do risco de acidentes com os bombeiros envolvidos na operação. Sem a presença de um sistema móvel em uma ocorrência de grande vulto, necessitar-se-á para o bom desempenho do combate ou salvamento, de inúmeras viagens de equipes de apoio do local da ocorrência até o local do compressor e vice-versa, para o suprimento da demanda. Nas ocorrências de busca subaquática e em ambientes confinados a situação não é diferente (GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2016).

Como visto, essa solução já é amplamente utilizadas em outras corporações, tais quais CBMSC e CBMSP, e se caracteriza como ferramenta operacional imprescindível, na capital maranhense seriam imensuráveis as vantagens provindas deste recurso. Em ocorrências de grande vulto, na zona industrial de São Luís, cuja localização é distante do BBMar, por exemplo, não é incomum viaturas tendo que parar suas atividades para deslocarem até a Avenida Litorânea, sede do BBMar, para recarregar cilindros, encontrando todas as limitações já citadas, o que acarreta em grandes perdas, para as vítimas e para os próprios bombeiros, que, na ânsia de ajudar, o que é natural, se expõem, mesmo

sem a devida proteção, aos riscos. A implementação da estação móvel seria de grande valia nesse tipo de ocorrência, as vítimas não teriam que passar pela situação de ver o militar impotente, assim perdendo cada vez mais seus bens, quiçá entes, o próprio militar não passaria por isso, e nem se colocaria em risco, frente ao desespero comum e natural de quem perde tudo o que construiu.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou demonstrar a necessidade de implementar novas tecnologias no âmbito do CBMMA. A partir do estudo feito, percebe-se a grande importância de um sistema de recarga de cilindros de ar respirável, em especial daquele que consegue suprir a demanda necessária de ar, até que se dê por encerrado a ocorrência. Uma das principais necessidades em ocorrências como: combate a incêndio, espaço confinado e outras operações desempenhadas pelo CBMMA, é que o militar esteja portando seus devidos equipamentos de proteção individual, dentre eles o equipamento de proteção respiratório autônomo, o qual irá garantir a sua respiração em situações onde a concentração de oxigênio esteja fora dos valores normais, ou ainda em locais onde haja presença de gases tóxicos.

Tendo em vista que ocorrências de incêndio podem durar várias horas trabalhadas, a autonomia limitada das máscaras autônomas (cerca de 44 minutos) pode criar lacunas de atuação sem proteção respiratória, gerando uma situação insalubre e perigosa ao bombeiro. No CBMMA, o processo de recarga dos cilindros de EPRs se dá através de um compressor fixo no BBMar.

Esse sistema de recarga, até então utilizado pela corporação, vinha cumprindo com o seu objetivo (de forma precária), mas com o crescimento das cidades juntamente ao aumento dos sinistros, ao número reduzido de efetivo presente no próprio BBMar e às limitações já apresentadas do compressor que realiza essa recarga, a eficiência, já precária, foi diminuída. Em operações busca-se extinguir o sinistro no menor tempo com o mínimo de danos possíveis, seja ao bombeiro ou a um terceiro, e buscando um aprimoramento nessa parte, encontrou-se um equipamento mais funcional e atual que consegue satisfazer esse requisito, garantindo o suprimento de ar necessário aos militares em operação. A implementação de sistemas moveis de recarga é necessária para minimizar o risco dos bombeiros militares e aumentar a autonomia dos equipamentos de proteção respiratórios dos caminhões de combate a incêndio.

Pelos estudos apresentados e a interpretação da tabela de comparação dos sistemas, observou-se que o fornecimento de ar aos EPRs quando feito pela estação móvel de recarga trará vários benefícios à corporação, viabilizando a ocorrência de uma maneira geral, desde o combate até o rescaldo, associando a presteza no desenvolvimento da atuação à qualidade do ar inalado pelo militar.

A estação móvel de recarga de cilindros de ar respirável é extremamente relevante ao serviço do CBMMA, com a capacidade de deslocamento por meio de um reboque, a mesma estará atuando no próprio local do sinistro, abastecendo mais cilindros de uma só vez, de uma forma mais célere disponibilizará o referido EPR ao militar, garantindo assim uma maior eficiência do serviço, com qualidade e segurança.

REFERÊNCIAS

ARBEX, M. A.; CANÇADO, J. E. D.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 158-175, mar./abr. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v30n2/v30n2a15.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Manual para atendimentos a emergências com produtos perigosos**. 6. ed. São Paulo: 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13716**: Equipamento de proteção respiratória – Máscara autônoma de ar comprimido com circuito aberto. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

_____. **NBR 12543**: Equipamentos de proteção respiratória – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1999. 45 p.

_____. **NBR 15417**: Vasos de pressão – Inspeção de segurança em serviço. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

_____. **NBR 14096**: Viaturas de combate a incêndio. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

_____. **Conheça a ABNT**. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/abnt/conheca-a-abnt>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

BOSCH. **Tecnologia de ar comprimido**. 2008. Disponível em: <http://www.bosch.com.br/br/ferramentas_pneumaticas/produtos/downloads/Manual_Pneumatica_ARComprimido.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2016.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Coletânea de manuais técnicos de Bombeiros**: manual de Equipamentos de Proteção Individual e Respiratória (MTB-17). 1. ed., 17 vol. São Paulo, 2006.

DICIO. **Dicionário online de português**. Disponível em: <<http://www.dicio.com.br/>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

DI PIETRO, M.S.Z. **Direito Administrativo**. 18. Ed. São Paulo: Atlas, 2005.

DRYSDALE, Dougal. **An Introduction to Fire Dynamics**. 3. ed. Scotland, Uk: Wiley, 2011.

ELETROBRÁS et al. **Compressores**: guia básico. 2009. Brasília: IEL/NC, 2009.

EPICON. **História da proteção respiratória**. Disponível em: <<http://zonaderisco.blogspot.com.br/2006/06/histria-da-proteo-espiratria.html>>. Acesso em: 17 abr. 2016.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. Trabalho de plano, Justificativa da Proposição, 2008. Disponível em: <<http://portal.mj.gov.br/TransparenciaWeb/ArquivoServlet?codigoanexoconvenio=12649>>. Acesso em 25 maio 2016.

GUERRA, António Matos. **Segurança e Protecção Individual**. 2. ed. Rio de Janeiro: Gráfica Europam, 2005.

JENNY PRODUCTS. **How to Choose the Right Air Compressor**. Disponível em: <<http://www.jennyproductsinc.com/howtochoose.html>>. Acesso em: 19 mai. 2016.

LIBERTY, série. **Sistemas Móveis para Recursos de Recarga no Local**, 2010. Disponível em: <http://www.balaska.com.br/novosite/produtos/scott/liberty_l.pdf>. Acesso em 05 maio 2016.

LIMA, F. L. M., SOARES, I. F. M., COSTA, M. M. S. G., SILVA, N. F. P. M., SOUSA, P. J. S. C. P. **Motores de combustão interna**. 2009. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2009_10/relatorios/R507.pdf>. Acesso em: 19 maio 2016.

LINDE GASES. Glossário. Disponível em: <http://hiq.lindegas.com.br/international/web/lg/br/like35lgspgbr.nsf/docbyalias/nav_glossary>. Acesso em: 18 maio 2016.

MARANHÃO. **Constituição do Estado do Maranhão**. Diário Oficial do Estado de Maranhão. São Luís, 1989.

_____. **Lei nº 10.230 de 09 de abril de 2015**. Dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.cbm.ma.gov.br/>>. Acesso em: 20 de fev. 2016.

MELLO, C.A.B. **Curso de direito administrativo**. 19. ed. São Paulo: Malheiros, 2005.

MODESTO, P. Notas para um debate sobre o princípio da eficiência. **Revista Interesse Público**, Salvador, n. 2, 2001. Disponível em:<<http://www.direitopublico.com.br>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION - NFPA. **NFPA 1500**: Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program. Orlando: NFPA, 2006.

NEVES, J. A. M. **Análise da necessidade da implementação de um elemento de segurança permanente, visando reduzir os riscos e danos proporcionados pela fumaça em incêndios em ambientes confinados**. 2011. 41 f. Monografia (Curso de Formação de Oficiais) – Academia Bombeiro Militar do Estado de Goiás. Goiânia, 2011.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. TABLE Z-1 Limits for Air Contaminants. In: Occupational Safety and Health Standards for General Industry. **Toxic and Hazardous Substances**. 2006. Disponível em: <https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992>. Acesso em: 04 abr. 2016.

_____. About OSHA. Disponível em: <<https://www.osha.gov/about.html>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

OLIVEIRA, Marcos de. **Manual de estratégias, táticas e técnicas de combate a incêndio estrutural**: comando e controle em operações de incêndio. Florianópolis, SC: Editograf, 2005.

SEITO, Alexandre Itiu. Fundamentos de fogo e incêndio. In: SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 35-54.

SCOTT SAFETY. **Instruções de operações de sistemas de ar respirável**.

Disponível em:

<www.scottsafety.com/en/us/DocumentandMedia1/Engineering/UserManuals/595132-01BR_F.pdf>. Acesso em 18 abr. 2016.

_____. **Smart Fill Auto Cascade System**. 2011. Disponível em:

<https://www.scottsafety.com/en/us/DocumentandMedia1/QA_Smart%20Fill_HS-6901-0211.pdf>. Acesso em: 22 maio 2016.

TÉCNICA, Proposta Comercial. Estação móvel de recarga de cilindros de ar respirável. FLESHTEL ® Comércio e Representações de Produtos Eletrônicos Ltda. Goiânia, 2013.

TORLONI, Maurício (Coord.). **Programa de proteção respiratória**: recomendações, seleção e uso de respiradores. 3. ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 2002. Disponível em:

<<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/bibliotecadigital/publicacao/detalhe/2013/3/programa-de-protecao-respiratoria-recomendacoes-selecao-e-uso-de-respiradores>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

VEASEY, D. A.; MCCORMICK, L. C.; HILYER, B. M.; OLDFIELD, K. W.; HANSEN, S.; KRAYER, T. H. **Confined Space Entry and Emergency Response**. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2006. 487 p.

WHOLESALE FIRE & RESCUE. **Compressor information**. Basics of Breathing Air. Disponível em: <<http://www.wfrfire.com/breath/COMPRESS/articles/STORE.asp>>. Acesso em: 22 maio 2016.

APENDICE

APENDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO A PESQUISA DE CAMPO



ESTADO DO MARANHÃO
SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA
CORPO DE BOMBEIRO MILITAR DO MARANHÃO
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR “JOSUÉ MONTELLO”

PESQUISA DE OPINIÃO¹

Prezado integrante do Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão (CBMMA); O tema desta pesquisa é “Uso de estação móvel de recarga de cilindros de ar respirável pelo CBMMA”. O objetivo deste trabalho de pesquisa monográfica é estudar e propor a adoção das estações moveis de recarga de cilindro de ar respirável pelo CBMMA. Agradeço sua colaboração!

ALLAN KARDEC GARCÊZ DE SOUSA – Cadete BM do 3º CFO
ENDRIO BRUNING DE SOUSA – Cadete BM do 3º CFO

QUESTIONÁRIO - ROTEIRO DE PERGUNTAS

1.Considerando ocorrências de incêndio, produtos perigosos e espaço confinado, você já foi exposto á fumaça ou outros agentes perigosos, devido ao não uso de EPR?

¹ Este questionário faz parte de um trabalho acadêmico. Solicita-se sua colaboração respondendo correta e francamente os diversos itens de avaliação. Os resultados da pesquisa serão, posteriormente, disponibilizados à comunidade acadêmica e também ao Corpo de Bombeiros Militar do Maranhão.

Sempre	
Às Vezes	
Raramente	
Nunca	

1.1. A não ser que a resposta acima seja “Nunca”, responda: Qual motivo o levou a não usar o EPR?

2. Você já esteve em ocorrência de duração maior que 1h?

Sim	
Não	

3. Você já esteve em alguma ocorrência na qual a autonomia dos cilindros foi insuficiente?

Sim	
Não	

4. A implementação de um sistema móvel de recarga melhoraria as condições de trabalho dos combatentes?

Sim	
Não	