

ARTIGO ORIGINAL

PRODUTOS TÓXICOS DA COMBUSTÃO NO INCÊNDIO FLORESTAL: UMA ANÁLISE SOBRE A NECESSIDADE DA PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

Victor Colen Pena¹, Guilherme Alcântara Gonçalves²

1. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – victor.pena@bombeiros.mg.gov.br

2. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – guilherme.goncalves@bombeiros.mg.gov.br

Recebido em: 01/09/2023. **Aprovado em:** 17/07/2024. **Publicado em:** 09/08/2024.

RESUMO

Os incêndios florestais geram uma série de produtos tóxicos decorrentes da combustão da vegetação que podem ser prejudiciais à saúde humana, caso sejam inalados. Sob essa ótica, o presente artigo científico, do tipo empírico, desenvolvido no âmbito da Academia de Bombeiros Militar (ABM) do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) visa analisar a necessidade do uso de proteção respiratória pelo pessoal do CBMMG durante as ações de combate a incêndios florestais. A pesquisa elenca o material particulado, gases e vapores liberados na fumaça considerados mais nocivos e seus potenciais efeitos deletérios mais graves, em especial aos combatentes florestais. Além disso, apresenta uma análise da percepção dos militares do Pelotão de Combate a Incêndio Florestal (PCIF) do CBMMG em relação a essa toxicidade por meio de um questionário aplicado ao grupo e traz recomendações e práticas de proteção respiratória para emprego nas ações de combate a incêndio florestal (CIF). O estudo utiliza, sobretudo, abordagens qualitativas e quantitativas, combinando técnicas de pesquisa bibliográfica e documental que deferem ao pesquisador uma leitura crítica e analítica para embasar sua argumentação e contribuir com o avanço do conhecimento na área em questão. Por fim, como importante resultado do trabalho destaca-se a identificação da Xtreme Mask, uma máscara que promete proteção contra os produtos tóxicos da combustão em incêndios em vegetação somado à compatibilidade com outros EPI's usados no combate e especificidades dessa atividade.

Palavras-chave: proteção respiratória; produtos tóxicos; incêndio florestal; bombeiros militares.

TOXIC COMBUSTION PRODUCTS IN WILDFIRES: AN ANALYSIS OF THE NEED FOR RESPIRATORY PROTECTION

ABSTRACT

The wildfires generate a series of toxic products resulting from the combustion of vegetation that can be harmful to human health if inhaled. From this perspective, the present scientific article, of an empirical type, developed within the scope of the Military Firefighters Academy (ABM) of the Minas Gerais Fire Department (CBMMG) has as its primary objective to analyze the need for the use of respiratory protection by firefighting personnel CBMMG during forest firefighting actions. The study lists the particulate matter, gases and vapors released in smoke considered most harmful and their most serious potential deleterious effects, especially on forest fighters. Furthermore, it presents an analysis of the perception of the soldiers of the CBMMG Wildfires Fighting Platoon (PCIF) in relation to this toxicity through a questionnaire applied to the group and brings recommendations and respiratory protection practices for use in CIF actions. The research uses, above all, qualitative and quantitative approaches, combining bibliographic and documentary research techniques that provide the researcher with a critical and analytical reading to support their arguments and contribute to the advancement of knowledge in the area in question. Finally, as an important result of the work, the identification of the Xtreme Mask stands out, a mask that promises protection against toxic combustion products in vegetation fires in addition to compatibility with other PPE's used in combat and the specificities of this activity.

Keywords: respiratory protection; toxic products; wildfires; military firefighters.

1 INTRODUÇÃO

Incêndio florestal é o fogo, sem controle, que ocorre em áreas naturais, sobre qualquer tipo de vegetação. Possui alto poder de propagação e pode ser provocado por fatores naturais ou antrópicos. Os danos causados por esse tipo de incêndio podem ser ambientais, sociais e econômicos, afetando habitats naturais, propriedades, atividades econômicas e a saúde pública (Minas Gerais, 2021b). Seu combate compreende desde o manejo integrado do fogo (MIF) até a extinção das chamas e o rescaldo, etapas de grande importância para seu controle ou extinção, segurança das equipes envolvidas e minimização dos prejuízos.

Conforme a Constituição do Estado de Minas Gerais (Minas Gerais, 2024), inciso II do artigo 142, compete ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) a prevenção e combate a incêndios:

Art. 142 - A Polícia Militar e o Corpo de Bombeiros Militar, forças públicas estaduais, são órgãos permanentes, organizados com base na hierarquia e na disciplina militares e comandados, preferencialmente, por oficial da ativa do último posto, competindo:

[...]

II – ao Corpo de Bombeiros Militar, a coordenação e a execução de ações de defesa civil, a prevenção e combate a incêndio, perícias de incêndio, busca e salvamento e estabelecimento de normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio ou qualquer tipo de catástrofe;

Diante desse contexto, o CBMMG, que tem avançado em termos técnicos, especialmente na Gestão do Risco de Desastres (GRD), destaca-se como protagonista nas atividades de prevenção e combate a incêndios florestais, seja em Minas Gerais ou em apoio a outras unidades federativas. Atento à necessidade de atualização das ações frente aos incêndios dessa natureza, o CBMMG tem buscado atender ao ciclo da Gestão da Proteção de Defesa Civil aplicado a esse tipo de evento, seja ele de pequeno porte ou de grandes proporções (Minas Gerais, 2021a).

Destaca-se que, apesar do título deste trabalho conter a expressão “Incêndio Florestal”, deve-se entendê-lo de maneira genérica como “Incêndio em Vegetação”, pois segundo Minas Gerais (2021b):

As ocorrências de prevenção e combate a incêndios que são atendidas pelo CBMMG englobam, não somente, áreas de florestas propriamente ditas, mas toda e qualquer tipo de vegetação que porventura venha a se incendiar, as quais podem ser denominadas de diversas formas como, por exemplo, campos, cerrado, pastagens, áreas de proteção públicas ou privadas, lotes vagos, áreas de produções agrícolas, entre outras, mas que nesta ITO trataremos muitas vezes genericamente como “incêndio em vegetação”.

O combate a esses incêndios representa uma atividade perigosa, que expõe os combatentes a uma variedade de riscos, como lesões físicas, estresse térmico, exaustão física e mental, perigos associados ao trabalho noturno, riscos psicológicos e exposição à fumaça (Campbell; Dasley, 2012). Além disso, os incêndios que ocorrem na interface urbano-florestal têm aumentado o contato dos bombeiros com as emissões de fumaça resultantes da combustão combinada de materiais sintéticos e vegetação. Tal situação pode levar à presença de gases perigosos, similares aos encontrados em incêndios estruturais (NWCG, 2020).

Durante os incêndios florestais, uma variedade de poluentes é liberada na atmosfera, incluindo material particulado (MP), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃), hidrocarbonetos (HC), poluentes climáticos de vida curta (PCVC), como o carbono negro, além de outros produtos químicos altamente tóxicos (Brasil, 2020). Stone *et al.* (2021) apontam que, entre os produtos resultantes da queima incompleta do carbono, os mais preocupantes são o CO e o MP.

O monóxido de carbono é um gás tóxico e inodoro cuja afinidade com a hemoglobina é muito maior do que a da hemoglobina com o oxigênio, sendo de 200 a 300 vezes maior. Portanto, mesmo em concentrações baixas, o CO apresenta riscos à saúde (Distrito Federal, 2012). Quando o CO combina com a hemoglobina, formando a carboxiemoglobina, a função das hemácias é comprometida, o que pode causar sintomas como dores de cabeça, náuseas, vômitos, asfixia e até mesmo levar à morte (Souza, 2020). Trabalhar com equipamentos a combustão como motosserra, soprador, moto-bomba, roçadeira e gerador pode elevar a concentração de CO e aumentar o risco de exposição e intoxicação (NIEHS/DHHS, 2014).

Já o material particulado consiste em uma mistura de sólidos e líquidos com diferentes tamanhos que afetam sua capacidade de causar danos à saúde das pessoas. Partículas maiores que 10 micrômetros são retidas pela mucosa ou pelos

do nariz, mas causam irritação nos olhos, nariz e garganta. Enquanto as menores, como as MP10, são respiráveis e podem afetar os pulmões, coração e vasos sanguíneos. As partículas com diâmetro inferior a 2,5 micrômetros (MP2,5) representam o maior risco, podendo penetrar profundamente nos pulmões e até mesmo entrar na corrente sanguínea transportando tóxicos adsorvidos (Stone *et al.*, 2021).

Todavia, dependendo dos fatores envolvidos, como o tipo de material queimado, a temperatura, o processo de queima e a quantidade de oxigênio disponível, podem ser formadas diversas outras substâncias químicas, como acetaldeído, acroleína, formaldeído e benzeno. Essas substâncias têm potencial toxicidade e podem ser carcinogênicas (Stone *et al.*, 2021). Leman (2019) relata que na fumaça estão presentes organismos extremófilos, arqueas, bactérias, fungos e vírus, os quais podem estar relacionados ao desenvolvimento de alergias e doenças entre os combatentes florestais. Somado a isso, Austin (2008) escreve que o MP pode conter sílica cristalina causadora de silicose.

Segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2020), a exposição aguda à fumaça durante os incêndios florestais pode resultar em dores de cabeça, irritação e ardor nos olhos, nariz e garganta, rouquidão, lacrimejamento, tosse seca, dificuldade para respirar, cansaço, dermatites e ansiedade. Em geral, a fumaça afeta principalmente as vias respiratórias, o que pode agravar condições pré-existentes, como rinite, asma, bronquite e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Além disso, a exposição permanente ou prolongada à fumaça também aumenta o risco de desenvolvimento de câncer e doenças cerebrovasculares.

Ainda nesse sentido, Hwang *et al.* (2023) afirmam que a exposição ocupacional de bombeiros estruturais e florestais, anteriormente classificada como possivelmente cancerígena, foi reclassificada em junho de 2022 pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) como cancerígena para humanos, na categoria de maior risco. Navarro *et al.* (2019) estimaram que, em um período de 25 anos, um bombeiro que trabalha por longas temporadas tem um risco adicional de 43% para câncer de pulmão e 30% para doenças cardiovasculares.

Os efeitos agudos dos poluentes presentes na fumaça dos incêndios florestais na saúde humana podem ser mais significativos para pessoas que estão próximas

da área onde ocorre a queima da biomassa, principalmente para aquelas envolvidas no combate ao fogo (Stone *et al.*, 2021). Esses efeitos podem variar desde intoxicação até a morte por asfixia. Por isso, os combatentes florestais constituem potencialmente um grupo de risco para o desenvolvimento de doenças associadas à inalação ou ao contato com a fumaça desses incêndios (Alencar, 2018).

Diante do exposto, buscou-se responder o seguinte problema de pesquisa: de que forma a saúde dos militares do CBMMG pode ser protegida da exposição aos produtos tóxicos da combustão durante o combate a incêndios florestais (CIF)?

As hipóteses testadas foram:

- ✓ evitar a exposição dos militares aos riscos tóxicos;
- ✓ possibilidade de utilização de equipamentos de proteção respiratória adequados, como máscara com filtro combinado.

Noutra senda, desde a primeira edição do Plano de Comando 2015/2026 do CBMMG (Minas Gerais, 2021a), a instituição tem priorizado a saúde física e mental de seus integrantes com a implementação de políticas laborais, em especial, por meio do Programa de Saúde Ocupacional do Bombeiro Militar (PSOBM). O mencionado programa visa prevenir, rastrear e diagnosticar precocemente doenças profissionais relacionadas às atividades do bombeiro militar, resultando em melhorias na relação entre o indivíduo e o trabalho (Minas Gerais, 2023a).

Assim, o desenvolvimento do tema proposto é justificado por se alinhar à referida estratégia do CBMMG, com formato voltado à apresentação de informações sobre a nocividade da mistura multipolvente presente na fumaça dos incêndios em vegetação. Além disso, fornece subsídios para a elaboração de táticas protetivas e preventivas adequadas para emprego no CIF, contribuindo para a segurança dos bombeiros militares, eficácia das ações de combate e minimização dos danos ambientais.

Visto a problemática da pesquisa, o trabalho tem como fim os seguintes objetivos:

- Objetivo Geral:

Analisar a necessidade de proteger a respiração dos bombeiros militares de Minas Gerais durante as ações de combate a incêndios florestais em razão dos produtos tóxicos gerados pela combustão.

- Objetivos específicos:

- a) investigar se a queima nos incêndios em vegetação gera produtos tóxicos;
- b) identificar possíveis efeitos nocivos dos produtos tóxicos da combustão nos incêndios florestais para a saúde humana;
- c) analisar a percepção dos militares do Pelotão de Combate a Incêndio Florestal (PCIF) do Batalhão de Emergências Ambientais e Resposta a Desastres (BEMAD) diante da exposição à fumaça dos incêndios florestais durante o combate;
- d) verificar se os militares do PCIF/BEMAD empregam práticas de proteção respiratória nas ações de CIF e quais;
- e) apresentar recomendações e práticas de proteção respiratória para emprego no CIF, bem como promover a conscientização sobre a importância da prevenção dos riscos associados aos produtos tóxicos da combustão nos incêndios florestais.

2 METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma pesquisa exploratória, explicativa e descritiva, que, segundo Gil (2017), utiliza abordagens quantitativas e qualitativas para proporcionar um melhor entendimento e familiaridade com o tema tratado, analisar o problema e demonstrar informações prévias sobre o assunto, bem como descrever características de uma população específica. Quanto à técnica, foram empregados os modelos de pesquisa bibliográfica e documental, que consistem na consulta a

portais da internet, livros, relatórios, artigos, teses, dissertações e outras fontes (Mazucato, 2018).

Sendo assim, pesquisas realizadas anteriormente, sejam nacionais ou internacionais, bem como informações técnicas e experiências compartilhadas de outros militares e combatentes florestais, foram utilizadas como base para a fundamentação teórica ao longo do trabalho, por meio de leitura, análise e interpretação dos materiais coletados. Conforme descrito por Prodanov e Freitas (2013), nenhuma pesquisa é autossuficiente em apresentar apenas um único tipo de método, pelo contrário, eles podem se misturar e complementar, acentuando um ou outro.

Ademais, foi utilizado um questionário para coleta de dados que, de acordo com Gil (2017), trata-se de um método de pesquisa que consiste na apresentação, por escrito, de uma série de perguntas às pessoas visando obter informações sobre opiniões, comportamentos, nível de conhecimento sobre determinado assunto, crenças, sentimentos, interesses, expectativas e experiências vivenciadas, entre outros aspectos.

2.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Como público-alvo desta análise, foram selecionados os bombeiros militares do PCIF sediado em Belo Horizonte/MG. Atualmente, o pelotão conta com um efetivo de 28 combatentes e a participação de seus membros na pesquisa se deu voluntariamente. O grupamento foi selecionado devido à sua responsabilidade pelo atendimento a ocorrências operacionais relacionadas, especificamente, ao combate a incêndios florestais, consonante às atribuições do CBMMG (Minas Gerais, 2020).

O PCIF está subordinado ao BEMAD que, conforme a Resolução nº 898/20 do CBMMG, é coordenado pelo Comando Especializado de Bombeiros (CEB), também sediado na capital estadual. O CEB tem a responsabilidade, perante o Comando-Geral da instituição, de coordenar as atividades operacionais especializadas de competência do CBMMG em todo o território do estado de Minas Gerais (Minas Gerais, 2020).

2.2 COLETA DE DADOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Inicialmente foram realizadas consultas bibliográficas para identificar fontes relevantes para o estudo do tema, embasamento e fundamentação da pesquisa. Para isso, foram definidos critérios de busca, como palavras-chave, bases de dados e periódicos pertinentes. Em seguida, foram realizadas as buscas e seleção das fontes a serem utilizadas, levando em consideração sua relevância, atualidade, confiabilidade e qualidade acadêmica. Por fim, a partir de uma leitura crítica e interpretativa do material coletado, foram identificados os principais conceitos, teorias, argumentos e evidências apresentados pelos autores.

Para constatar se o CBMMG possui diretrizes que visam a proteção respiratória de seus militares contra os produtos tóxicos da combustão em ações de combate a incêndios florestais, foi realizada uma pesquisa documental na base de dados do CBMMG incluindo as seções “Pesquisa Normativa”, “Doutrina Operacional” e “Produção Acadêmica” disponíveis na intranet BM, além do Plano de Comando da instituição. Foram examinados documentos como Resoluções, Planos, Memorandos, Programas, Ofícios, Trabalhos Científicos, Procedimentos Operacionais Padrão, Manuais de Bombeiro Militar e Instruções Técnicas Operacionais.

Visando analisar a percepção dos militares do PCIF sobre o tema em questão e conhecer as práticas de proteção respiratória utilizadas por eles no combate a incêndios florestais, foi empregado um questionário on-line no formato *Google Forms* como método de coleta de dados. O questionário foi disponibilizado aos participantes por meio do aplicativo *WhatsApp*, juntamente com as orientações adequadas e os contatos pessoais do pesquisador.

A fim de incentivar a participação dos militares na pesquisa e obter mais respostas, o questionário foi compartilhado semanalmente, ao longo de três semanas. Dentre os membros do pelotão, um total de 18 indivíduos aceitaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e responderam integralmente todas as perguntas. Os demais optaram por não participar, representando 35,7% do efetivo, o que resulta em uma amostra que não coincide com a população total.

Para quantificar os dados obtidos nas perguntas relacionadas ao uso de retardantes químicos de inflamabilidade e ao revezamento das equipes no CIF, utilizou-se a Escala Likert. Essa escala fornece uma medida quantitativa das atitudes ou opiniões dos participantes, permitindo uma análise estatística dos dados coletados, mesmo quando as questões são subjetivas (Dalmoro e Vieira, 2013)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizar a pesquisa na base de dados documental do CBMMG, constatou-se que a corporação possui a Instrução Técnica Operacional (ITO) nº 11, de 2021, que estabelece procedimentos e diretrizes para serem seguidos pela tropa nas atividades de prevenção e combate a incêndios florestais. No entanto, é importante ressaltar que essa norma não contempla um protocolo específico para a proteção respiratória dos combatentes durante suas atuações no CIF. Embora algumas práticas de segurança sejam mencionadas, a preservação do trato respiratório não é explicitada nesse documento.

Ao analisar os trabalhos de conclusão de curso publicados pelo CBMMG, identificou-se a monografia sob o título *Risco de desenvolvimento de doenças respiratórias crônicas por bombeiros associadas à inalação de fumaça dos incêndios: uma revisão de literatura*, com autoria de Ivo Ribeiro Black Júnior (2016). Nesse trabalho, o autor aborda a temática da toxicidade da fumaça em incêndios e os riscos que ela apresenta para a saúde respiratória. No entanto, Black Júnior (2016) não especifica a tipicidade do incêndio, se estrutural ou florestal, o que torna a abordagem genérica em relação à natureza do sinistro estudado.

Já um segundo trabalho monográfico, também publicado pelo CBMMG, é mais específico ao fazer uma breve abordagem sobre lesões causadas no organismo humano por inalação da fumaça de incêndios florestais e indica o uso de EPR como fundamental para prevenção dos danos. O escrito intitulado *A importância da implantação de equipamentos de proteção individual (EPI) adequados para combate a incêndios florestais no Corpo de Bombeiros Militares de Minas Gerais* foi apresentado em 2009 por Jefferson Geraldo de Miranda como requisito parcial para a conclusão do Curso de Formação de Oficiais (CFO).

Partindo para o questionário aplicado ao PCIF, como forma de evidenciar o perfil da população, a pergunta inicial indaga sobre a faixa etária dos participantes. Nesse sentido, observa-se que a maioria tem de 31 a 40 anos, representando 44,4% das respostas, o que corresponde a oito militares. Entre os demais participantes, cinco têm entre 18 e 30 anos e outros cinco estão no intervalo de 41 a 50 anos. Não houve participação de combatentes com faixa etária superior a 50 anos.

Na sequência, como complemento da identificação do perfil do grupo, foi questionado a cada participante seu posto ou graduação. Nesse sentido, constatou-se que a maioria dos militares que responderam ao questionário são praças, do ciclo de cabos/soldados, representando 66,7% das respostas, seguida de cinco sargentos e um oficial.

Posteriormente, ainda no contexto de qualificar o perfil dos envolvidos, foi solicitado que informassem o tempo de serviço no CBMMG (Tabela 1).

Tabela 1 – Tempo de serviço no CBMMG

TEMPO DE SERVIÇO	QUANTIDADE	PORCENTAGEM
Entre 0 e 5 anos	2	11,1%
Entre 5 e 10 anos	6	33,3%
Entre 10 e 20 anos	8	44,4%
Entre 20 e 30 anos	2	11,1%
Mais de 30 anos	0	00%

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Conforme observado na Tabela 1, é possível constatar que a maioria dos participantes da amostra possui entre 10 e 20 anos de serviço no CBMMG e está situada na faixa intermediária dos intervalos disponíveis para o posicionamento dos participantes. Como apenas dois militares apresentaram menos de cinco anos de serviço na corporação, pode-se concluir também que se trata de um público com relevante experiência profissional.

Em seguida, foi questionado aos participantes se possuíam o Curso de Prevenção e Combate a Incêndio Florestal do CBMMG ou semelhante em outra instituição como delineamento para inserção da próxima pergunta. Entre os 18 participantes, apenas um afirmou não possuir curso dessa natureza.

Com o objetivo de identificar se a temática deste trabalho foi abordada nos cursos de prevenção e combate a incêndios florestais frequentados pelos envolvidos na pesquisa, dada a importância do assunto para a preservação da saúde da tropa, foi interrogado se houve algum treinamento ou instrução específica sobre proteção respiratória contra os produtos tóxicos da combustão no CIF.

Como resultado, 14 combatentes responderam que não receberam treinamentos ou instruções sobre o assunto em questão, enquanto apenas quatro afirmaram que sim. Isso representa, respectivamente, 77,8% e 22,2% da amostra. Logo, pode-se concluir que não houve, em tese, alinhamento dos conteúdos e treinamentos aplicados durante os cursos, o que pode levar à falta de padronização no comportamento dos combatentes durante as ações de CIF e resultar em maior vulnerabilidade da tropa quando exposta à fumaça.

No entanto, ao serem indagados se durante o incêndio florestal, por se tratar da queima de combustíveis vegetais, há geração de produtos tóxicos, todos os participantes concordaram unanimemente que sim. À vista disso, é possível concluir que mesmo aqueles militares que negaram ter recebido treinamento ou instrução sobre proteção respiratória contra os produtos tóxicos da combustão nos incêndios florestais têm conhecimento de que a fumaça ali produzida é tóxica.

Ao combater incêndios utilizando água, retardantes ou espuma, é importante levar em consideração que a composição dos gases pode sofrer alterações, possivelmente com um acréscimo de substâncias presentes na fumaça. O Instituto Nacional de Ciências da Saúde Ambiental do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos (NIEHS/DHHS, 2014) orienta que os retardantes podem persistir no ambiente por um longo período após a aplicação e que alguns deles podem conter ingredientes cancerígenos.

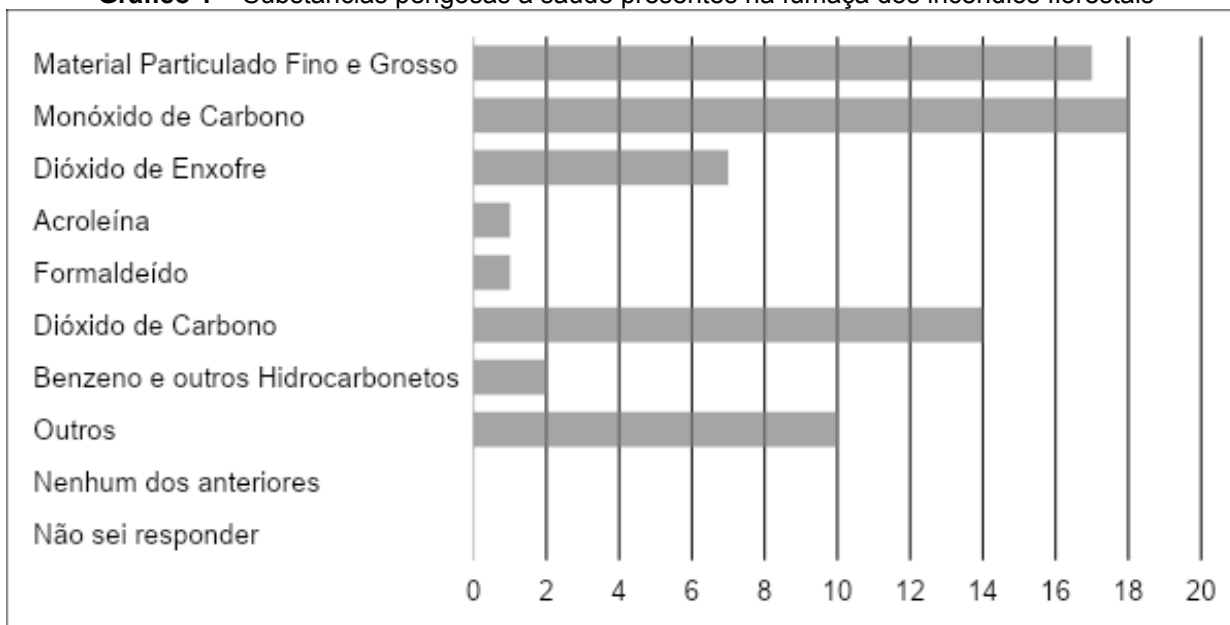
Em decorrência disso, os participantes foram questionados sobre a frequência com que o PCIF faz uso de retardantes químicos redutores de inflamabilidade durante as ações de combate a incêndios florestais. Suas respostas foram divididas em cinco categorias: "nunca", "quase nunca", "ocasionalmente", "quase sempre" e "sempre". Foi atribuída uma pontuação a cada opção de resposta, variando de um ("nunca") a cinco ("sempre"). Dessa forma, quanto mais próxima de 1 (um) a pontuação, menor é a frequência em que o PCIF utiliza esses retardantes químicos.

Com valores iguais, as opções "quase nunca" e "ocasionalmente" receberam ambas, 44,4% das escolhas dos envolvidos. Com uma média de 2,33 na Escala Likert (próximo de 2), indica-se que o uso de retardantes químicos de inflamabilidade no combate a incêndios florestais não é uma prática rotineira do PCIF. No entanto, não se pode considerar isenção total de contato do grupo com tais produtos, pois é possível verificar, a partir do somatório contabilizado, que seus membros fazem uso desses retardantes, ainda que esporadicamente.

Em seguida, visando verificar se os membros do PCIF conseguem identificar os produtos tóxicos resultantes da combustão em incêndios florestais, foi incluída a seguinte questão: conforme seus conhecimentos, marque as substâncias perigosas à saúde presentes na fumaça originada de incêndios florestais (pode haver mais de uma resposta). Para isso, foram apontados produtos dos quais o grupamento pudesse selecionar todos os que reconhecessem ou nenhum. Além disso, a opção "outros" tinha como objetivo abranger elementos tóxicos não mencionados nas alternativas fornecidas, mas que os participantes pudessem conhecer.

O Gráfico 1 expressa a opinião dos militares quanto às substâncias perigosas à saúde presentes na fumaça dos incêndios florestais.

Gráfico 1 – Substâncias perigosas à saúde presentes na fumaça dos incêndios florestais

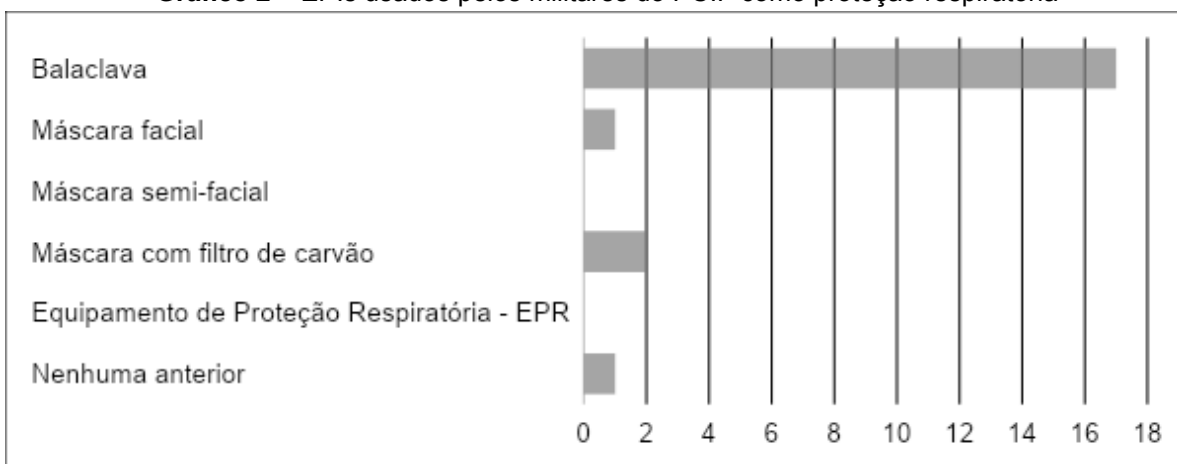


Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Aqui, percebe-se que, dentro do grupo investigado, há entendimento consolidado em relação aos contaminantes produzidos pela queima incompleta do carbono mais prejudiciais à saúde do homem, conforme aponta Stone *et al* (2021). O monóxido de carbono foi unanimemente apontado como o mais conhecido pelos participantes, com 18 escolhas, seguido pelo material particulado com dezessete.

O Gráfico 2 mostra que 17 participantes escolheram a balaclava como EPI de proteção respiratória, o que representa 94,4% do total. Um envolvido declarou usar máscara facial e dois afirmaram utilizar máscara com filtro de carvão. Houve, ainda, um único respondente que informou não utilizar nenhuma das medidas apresentadas nas alternativas. Dessa maneira, permite-se observar o uso da balaclava como equipamento de proteção respiratória pelos militares do PCIF.

Gráfico 2 – EPIs usados pelos militares do PCIF como proteção respiratória



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

No entanto, segundo a Norma Regulamentadora nº 6 (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil, 2022), a balaclava não é considerada um equipamento de proteção respiratória, mas sim um EPI projetado para proteger o crânio, a face e o pescoço contra agentes abrasivos, escoriantes, químicos, térmicos e umidade proveniente de operações com utilização de água.

Ao questionar os participantes sobre a prática de revezamento das guarnições durante o combate a incêndios florestais, especialmente em áreas com alta densidade de fumaça, foram obtidos os seguintes resultados: 38,9% responderam "nunca"; 50% responderam "quase nunca"; 5,6% responderam "ocasionalmente";

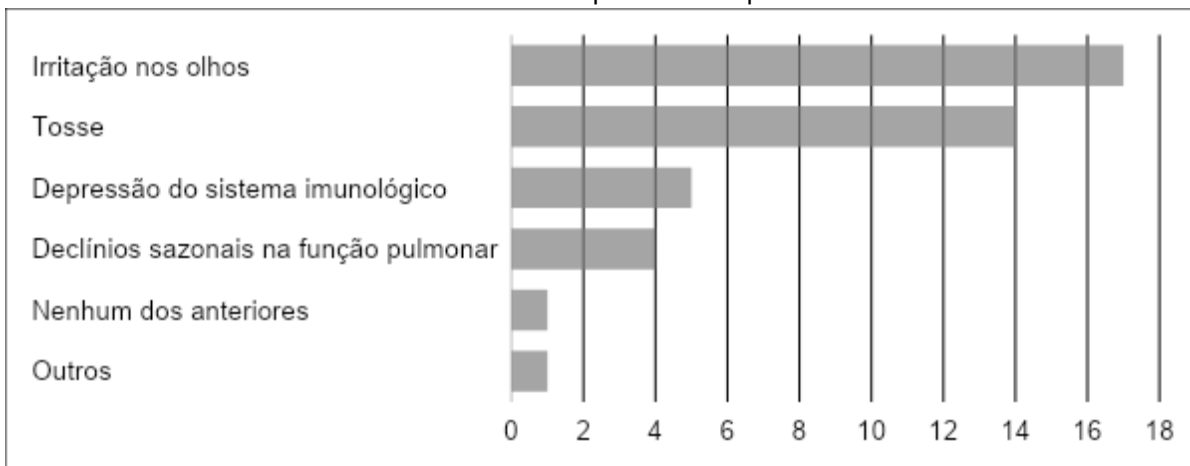
5,6% responderam "quase sempre" e não houve escolha para a opção "sempre". Para essa questão também se utilizou a Escala Likert como método de avaliação.

A cada opção de resposta foi atribuída uma pontuação que variou de um ("nunca") a cinco ("sempre"). Portanto, quanto mais próximo de 1 (um) ponto, menor é a frequência em que ocorre o revezamento das guarnições durante o CIF. Com uma média na Escala Likert de 1,77, os militares indicaram que o revezamento das guarnições durante as ações de CIF não é uma prática comum entre suas equipes.

Posteriormente, a fim de traçar um panorama sobre a saúde respiratória dos militares do PCIF, foi inserida a seguinte pergunta, de caráter opcional: você tem algum problema respiratório? Sob esse aspecto, apenas dois militares declararam ser portadores de sinusite e rinite, respectivamente.

Na sequência, com o intuito de investigar se os militares já apresentaram algum sinal/sintoma em razão das substâncias prejudiciais à saúde existentes na fumaça dos incêndios florestais, nas atividades de extinção das chamas ou de rescaldo, foram mostradas as alternativas conforme o Gráfico 3.

Gráfico 3 – Gráfico dos sinais/sintomas apresentados pelo combatente durante o CIF



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Com os números mostrados, é possível verificar que apenas um militar declarou não ter apresentado nenhum dos sinais/sintomas elencados. No entanto, evidencia-se o elevado número de combatentes que já sentiram manifestações deletérias durante ou após o CIF por intoxicação pela fumaça, com destaque para irritação nos olhos e tosse. Além disso, houve também uma escolha pela opção

"outros", indicando que algum dos participantes já apresentou sinais ou sintomas não mencionados pelo autor.

Outra informação relevante para avaliar o nível de conhecimento dos militares do PCIF em relação à proposta delineada diz respeito à capacidade deles em definir quais filtros – químicos ou mecânicos – oferecem maior proteção respiratória e são mais eficientes para uso durante as ações de CIF. Nesse quesito, 72,2% declararam não possuir conhecimento para fazer essa definição, enquanto 27,8% afirmaram que, com base em seus conhecimentos, conseguem determinar qual dos tipos de filtros mencionados melhor atende ao objetivo de proteger sua respiração.

Quando questionados se possuíam conhecimento de algum outro método preventivo ou protetivo contra os produtos tóxicos da combustão no CIF que não havia sido abordado no questionário, apenas um militar respondeu afirmativamente. O participante citou as seguintes formas de prevenir o contato excessivo com a fumaça: observar sempre a direção do vento durante o combate direto, utilizar técnicas de combate indireto, construir aceiros emergenciais e a possibilidade de utilizar o fogo técnico.

Por fim, foi concedida ao grupo a oportunidade de compartilhar sugestões e conhecimentos individuais, em que fizeram os seguintes apontamentos: dificuldade de encontrar uma proteção respiratória eficiente e confortável para ser utilizada nas atividades de CIF; desconhecimento sobre uma máscara específica para uso no CIF, com pedido de indicação caso seja encontrada pelo pesquisador; a balaclava usada pelo PCIF é indicada para o combate a incêndios urbanos, pois possui abertura proporcional ao visor facial, o que reduz a proteção contra o calor e, conseqüentemente, contra a inalação de fumaça; necessidade de rotatividade entre os militares do PCIF e de outras unidades como forma de reduzir a exposição aos riscos.

Adicionalmente, também citaram: dificuldade de encontrar uma proteção respiratória que não comprometa a ventilação, uma vez que os filtros restringem provavelmente a passagem de ar e as atividades de CIF exigem esforço físico por longos períodos; necessidade de implementar revezamento das equipes, permitindo ao organismo maior tempo para recuperação celular e evitar doenças como o câncer. Para isso, propuseram o aumento do efetivo de pessoal nas guarnições de

combate a incêndios florestais e a realização anual de exames médicos para inspecionar a saúde pulmonar dos militares.

Em resumo, a aplicação do questionário revelou que, dentro do grupo de militares envolvidos, não há conhecimento homogêneo sobre o tema abordado pelo autor. Além disso, evidenciou-se que existe uma preocupação dos participantes relacionada ao assunto, mas que o pelotão em estudo, possivelmente, tem utilizado a balaclava como EPR durante o CIF, o que diverge da finalidade específica do equipamento.

Assim sendo, a amostra em análise configura um grupo vulnerável a sofrer os danos da exposição aos agentes tóxicos originados pela queima nos incêndios florestais e na interface urbano-florestal. Por isso, é necessário serem adotados, pelos militares do CBMMG, hábitos que tornem essa exposição segura, em especial de proteção respiratória. Também é importante que eles tenham conhecimento sobre as consequências de estarem sob essa incidência tóxica, para saberem se defender e evitar o surgimento de doenças.

3.1 PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA NAS AÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS

Conforme Hwang *et al.* (2023), as pesquisas sobre a avaliação da exposição à fumaça do incêndio florestal, incluindo a análise dos efeitos gerais, a identificação dos agentes tóxicos associados aos resultados de saúde, bem como a apuração das relações entre essas variáveis e grupos específicos é uma área de estudo recente e em desenvolvimento. Sob esse cenário, Souza (2020) recomenda que a proteção respiratória dos combatentes de incêndios florestais deve ser obtida a partir da combinação de dois elementos fundamentais: a prevenção da exposição a riscos perigosos e a utilização de equipamentos de proteção adequados.

Apesar das evidências de exposição dos combatentes florestais aos perigos da fumaça no CIF, ainda não existe uma proteção respiratória aprovada especificamente para essa atividade. Além disso, atualmente não há no mercado respiradores que atendam às necessidades de proteção contra exposições aéreas e

estresse térmico enfrentados por esses profissionais no momento dessas ações (Hwang *et al.*, 2023).

No entanto, uma empresa de equipamentos de proteção individual (EPI), lançou a *Xtreme Mask*, uma máscara de proteção respiratória projetada, segundo a empresa, especialmente para ser usada no combate a incêndios florestais. Ainda conforme seus produtores, a *Xtreme Mask* oferece uma solução abrangente para os riscos associados à exposição aos produtos tóxicos liberados durante a combustão em incêndios florestais (Vallfirest, 2023).

A *Xtreme Mask* é anunciada como uma abordagem às preocupações levantadas por muitos especialistas. A empresa afirma que essa máscara foi desenvolvida com tecnologia avançada e materiais de alta qualidade, garantindo uma filtragem eficaz de partículas finas, fumaça e gases nocivos. Ao oferecer uma vedação hermética e ajuste seguro, a *Xtreme Mask* visa proporcionar aos bombeiros e profissionais de combate a incêndios florestais uma barreira sólida contra a inalação de substâncias prejudiciais. Produzida para aplicação diretamente no CIF, segue abaixo sua especificação (Vallfirest, 2023):

A *Xtreme Mask* oferece proteção completa para o rosto e trato respiratório evitando a inalação de partículas, gases e vapores poluentes. Um dispositivo multiuso que permite continuar trabalhando com segurança em situações extremas.

Confortável, leve e compatível com o equipamento de proteção restante. Ajuste rápido sem necessidade de retirar o capacete, graças ao seu sistema de velcro duplo com duas posições: estado de utilização ou de descanso. As novas cintas de ajuste que foram incorporadas permitem uma fixação direta e rápida ao capacete, distribuindo a carga de forma homogênea.

Máscara concebida para uma utilização intensiva em incêndio florestal, produzida para se ajustar ao rosto com diferentes perfis antropométricos para garantir uma boa impermeabilidade.

Situações de utilização:

- Situação de captura em incêndio florestal.
- Presença de gases e vapores, orgânicos, inorgânicos, ácidos, aminas, formaldeído, vapor de mercúrio e outros.
- Fumos, névoas, partículas nocivas e tóxicas, vírus, bactérias, enzimas, hormonas, proteínas, nanomateriais e outros.

Filtro Combinado ABEK1P3 R (Opcional):

Filtro combinado ABEK1P3 reutilizável para partículas, pós, fumos, névoas, vírus, bactérias e para gases e vapores orgânicos, inorgânicos, ácidos, aminas e formaldeído em combustão lenta.

Filtro CO-Formaldehído-Nox-P3 R (Opcional):

Proteção contra monóxido de carbono, formaldeído, NOx e todo o tipo de partículas, sólidas, líquidas, em base aquosa ou óleo, fungos, vírus e bactérias.

De forma sucinta, a introdução da *Xtreme Mask* representa um avanço tecnológico no campo da proteção respiratória no combate a incêndios florestais. A discussão em torno dessa máscara também destaca a importância de buscar soluções inovadoras e confiáveis para proteger a saúde e a segurança dos combatentes em situações de risco extremo.

De acordo com Torloni *et al.* (2016), o combate a incêndios é considerado uma aplicação especial que não se enquadra no Programa de Proteção Respiratória (PPR) estabelecido pela Instrução Normativa nº 01/1994 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) (Brasil, 1994). Nesses casos, são recomendadas as diretrizes da NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) e do CDC (Centros de Controle e Prevenção de Doenças) dos EUA. No entanto, é possível adaptar e ajustar o PPR existente para atender às necessidades dos combatentes de incêndios florestais, criando assim um Programa de Proteção Respiratória Especializado.

Para Haston (2007), a NIOSH não faz distinção entre os respiradores utilizados por bombeiros no combate a incêndios na interface urbano-florestal ou em áreas propriamente florestais. Para o instituto norte-americano, em ambos os casos, deve-se utilizar o Equipamento de Proteção Respiratória Autônomo (EPRA), pois o combatente pode estar exposto aos mesmos gases do incêndio estrutural. Porém, esse tipo de equipamento não é adequado para a maioria dos combates a incêndios florestais, devido ao seu peso e à sua baixa autonomia, que varia de 30 a 60 minutos.

Atualmente, alguns bombeiros florestais utilizam respiradores faciais com filtros N95 ou P100 aprovados pela NIOSH, balaclavas ou bandanas como medida de proteção respiratória. No entanto, essas práticas são insuficientes para evitar a exposição por inalação, já que não fornecem ar fresco ou oxigênio, oferecendo pouca proteção contra os contaminantes gasosos presentes na fumaça. Isso evidencia a falta de um respirador padrão específico para bombeiros florestais, leva ao uso inadequado de dispositivos não certificados e não aprovados, bem como ao uso incorreto de respiradores atestados pela NIOSH durante as operações de combate a incêndios dessa especificidade (Hwang *et al.*, 2023).

Um estudo realizado com bombeiros na Austrália teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes filtros utilizados no combate a incêndios florestais. Os resultados mostraram que a máscara facial com filtro combinado para vapores orgânicos e formaldeído foi altamente eficaz na prevenção de sintomas respiratórios, com nenhum dos participantes relatando tosse, espirros ou problemas na respiração. No entanto, o uso de máscaras semifaciais, independentemente do tipo de filtro, mostrou-se ineficaz na prevenção de alterações significativas na função pulmonar e na saturação periférica de oxigênio dos participantes (De Vos *et al.*, 2006).

Para a filtragem do material particulado, vapores, ácidos orgânicos, acroleína, formaldeído e HPA, Austin (2008) orienta o uso de respiradores, motorizados ou não. Considerando que a eficácia dos filtros de CO pode variar, dependendo do tipo e das concentrações desse gás presente no ambiente, Austin (2008) também propõe o uso de um dosímetro de CO, equipado com alarme, a fim de evitar a exposição e a intoxicação, tanto para os indivíduos que utilizam respiradores quanto para aqueles que não utilizam. E ainda, que ambas as técnicas sejam combinadas com dispositivo que também ofereça proteção aos olhos, visto que os combatentes de incêndios florestais passam por exposição a substâncias irritantes, como formaldeído.

Conforme a NFPA (2018), a máscara de proteção respiratória com filtro combinado é capaz de filtrar partículas e gases presentes na fumaça. Essas máscaras possuem filtros especiais projetados para retenção dos poluentes do ar antes que sejam inalados por seu usuário. Contudo, segundo a 3M (2018), deve-se observar que a vida útil dos filtros mecânicos é variável, dependendo de diversos fatores tais como o tipo de contaminante, sua concentração, a frequência respiratória do utilizador e a conservação do produto.

Em seu estudo para produção de monografia apresentada ao CBMDF, Santos Júnior (2022) concluiu que o EPI mais adequado para uso no CIF, até que seja desenvolvido um equipamento de proteção respiratória apropriado para a atividade, é a máscara facial ou semifacial combinadas com o filtro de classe P3. Para seleção do equipamento, o autor declarou ter utilizado a metodologia da Fundacentro por meio do programa de proteção respiratória do MTE e os referenciais de limite de exposição ocupacional definidos por agências reguladoras internacionais.

O filtro P3 é recomendado para a proteção contra poeiras, névoas, fumos, radionuclídeos e partículas altamente tóxicas. Conforme os testes com aerossol de cloreto de sódio (NaCl), apresenta uma baixa taxa de penetração, com apenas 0,05%, em comparação com o filtro P2, que possui uma taxa de penetração de 6%. No entanto, é importante observar que o filtro P3 tem uma resistência respiratória quase duas vezes maior em comparação com o filtro P2, o que pode causar desconforto durante atividades de combate a incêndios que podem se estender por longos períodos (Santos Júnior, 2022).

No contexto preventivo da segurança respiratória, seja no combate às chamas ou no rescaldo, a Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA) adverte que é importante envolver gestores e combatentes, atribuir missões e instruir os bombeiros para reconhecerem sinais e sintomas de intoxicação, poluentes advindos da combustão, seus efeitos respiratórios, comportamento e riscos da visibilidade reduzida; monitorar rotineiramente a exposição à fumaça e avaliar regularmente os riscos para a saúde; utilizar dosímetros eletrônicos de CO e fornecer avisos instantâneos quando os níveis desse contaminante excederem os limites estabelecidos; registrar ferimentos e doenças relacionadas com a fumaça.

Além disso, a OSHA também recomenda posicionamento estratégico com o vento vindo pelas costas durante o combate ao fogo, realização de pausas em áreas com menor concentração de fumaça e a rotatividade das equipes. Um estudo realizado por Larsen *et al.* (2015, *apud* Souza, 2020) constatou que, em condições laboratoriais, os bombeiros conseguiram trabalhar eficientemente por mais de seis horas sem estresse térmico e cardíaco, desde que houvesse rendições periódicas e acesso adequado à hidratação.

Quando a fumaça está densa e existe o risco de intoxicação devido ao alto teor de monóxido de carbono, é recomendado considerar estratégias de combate indireto. Isso pode incluir o uso do fogo técnico em áreas onde a vegetação irá gerar menos fumaça, o ataque aos flancos do foco em vez da cabeça, a construção de aceiros artificiais ou a identificação desse tipo de barreira natural em locais distantes da área com intensa emissão de fumaça e o uso de linhas de espuma ou retardantes para controlar o avanço do incêndio e reduzir a carga de trabalho dos bombeiros (NWCG, 2020).

Acrescenta-se ainda que, associado ao uso de respiradores, o NIEHS/DHHS (2014) recomenda que, em operações com grande circulação de veículos e pessoal, em que haja poeiras que podem conter resíduos de retardantes, cinzas, amianto e sílica, o solo seja molhado e evite-se arrastar os pés ao caminhar, bem como evitar longas filas de bombeiros durante o deslocamento a fim de minimizar a suspensão de partículas e reduzir a inalação de material particulado.

Alencar (2018) também enfatiza a necessidade de realizar avaliações de aptidão física, exames médicos periódicos, coletar amostras de sangue dos combatentes e avaliações pós-combate, promover testes de estresse de exercícios e, a princípio, a mais importante, promover o revezamento das funções entre as pessoas envolvidas no combate.

Apesar dessas recomendações, percebe-se que, na atualidade, a maioria das pesquisas sobre saúde relacionadas à exposição à fumaça dos incêndios tem se concentrado em bombeiros estruturais, deixando os bombeiros florestais com menos abordagem específica. Como resultado, o perfil de exposição dos combatentes florestais é menos compreendido e requer mais investigação para obter uma visão abrangente de seus riscos e necessidades de proteção respiratória (Hwang *et al.*, 2023).

Em suma, a implementação de uma doutrina de proteção contra as substâncias nocivas ao homem, provenientes da combustão nos incêndios florestais por meio de cursos, treinamentos, instruções e simulados, é fundamental para a eficiência na garantia da proteção respiratória do combatente florestal. Essa postura é essencial para promover a conscientização e a qualificação contínua dos profissionais, de modo que estejam preparados para analisar a fumaça e tomar as medidas adequadas para garantirem a sua segurança (Santos Júnior, 2022).

Isso posto, propõe-se, ainda, que as instituições engajadas nesse contexto tenham sua atenção voltada para a matéria trazida à luz deste trabalho, pois os resultados e análises apresentadas deixam evidente que a proteção respiratória se configura como uma necessidade premente, no intuito de proteger o pessoal envolvido no combate aos incêndios florestais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a necessidade de proteção respiratória em razão dos produtos tóxicos da combustão no que tange aos incêndios florestais. Ao longo da pesquisa, foram identificados diversos aspectos que reforçam a importância dessa proteção para os profissionais que atuam nessas situações. Contudo, percebe-se que há muito a progredir nesse contexto, dada a individualidade do combate a esse tipo de incêndio, que exige, normalmente, delongadas horas de trabalho por dia.

Inicialmente, evidenciou-se que a queima nos incêndios florestais gera inúmeros produtos tóxicos e a exposição a eles constitui sério risco à saúde do homem. Esses poluentes incluem gases, vapores e partículas finas que podem causar desde uma simples irritação ocular até doenças mais graves como câncer. Dessa maneira, é importante que os bombeiros militares empenhados no CIF sejam protegidos de tais elementos nocivos, em especial, da inalação deles.

Sob esse viés, no Brasil ainda há poucos estudos sobre essa vulnerabilidade à qual o combatente florestal está exposto. Além disso, autores afirmam que ainda não há no mercado nacional um equipamento de proteção respiratória padrão, específico para uso no CIF, capaz de controlar a exposição a diversos contaminantes, em especial o CO. Destarte, considerando que fatores meteorológicos, relevo e características da vegetação influenciam de maneira significativa nos incêndios florestais, é importante aprofundar no assunto para confirmar os achados internacionais.

Sinteticamente, é perceptível que na comunidade científica e na comunidade de combate a incêndios florestais já existe um debate sobre a eficácia e a necessidade de máscaras de proteção respiratória específicas para esse tipo de trabalho. Nesse contexto, alguns autores e especialistas têm argumentado que as máscaras tradicionais podem não ser suficientes para proteger os combatentes da exposição aos produtos tóxicos resultantes da combustão em incêndios florestais.

A alegação mais impactante é que a *Xtreme Mask* protege os usuários de todos os produtos tóxicos resultantes da combustão em incêndios florestais, além de oferecer conforto, leveza e compatibilidade com os demais EPI's usados no

combate. Isso representa um avanço significativo na segurança e no bem-estar dos combatentes, bem como na eficácia das operações de combate a incêndios florestais.

Dessa forma, sugere-se ao CBMMG a adoção da *Xtreme Mask* para uso no CIF, dadas as suas especificações. Todavia, é crucial reconhecer que qualquer alegação sobre a eficácia de equipamentos de proteção individual deve ser submetida a rigorosos testes e certificações, além de uma análise cuidadosa das especificações técnicas e exame detalhado de estudos científicos independentes antes da adoção plena dessa nova abordagem.

Além da mecanização da proteção respiratória, é importante implementar estratégias de prevenção e controle desses incêndios para reduzir a exposição aos produtos tóxicos da combustão. Dentre outras, sugerem-se técnicas de manejo do fogo, mapeamento de áreas de segurança, treinamento adequado para as equipes de combate a incêndios e a conscientização sobre os riscos associados à exposição aos produtos da queima. Essas técnicas são fundamentais para proteger a saúde dos combatentes de incêndios florestais e garantir um ambiente de trabalho mais seguro, saudável e produtivo.

Em conclusão, a avaliação da exposição à mistura multipolvente da fumaça dispersa por esses incêndios e a identificação dos agentes tóxicos, bem como seus impactos no organismo dos combatentes florestais, constituem uma área de estudo ainda, em certa medida, incipiente na ciência. Portanto, fica evidente que são necessárias mais pesquisas para aprimorar o conhecimento sobre os malefícios dos agentes poluidores originários da combustão durante os incêndios florestais; para aprimorar o planejamento de equipamentos de proteção respiratória eficazes, com finalidade específica para uso nas ações de CIF; e, por conseguinte, garantir maior preservação da vida, do meio ambiente e valorização profissional em relação à temática abordada e os demais recursos qualificados.

REFERÊNCIAS

- 3M. **Boletim Técnico:** Respirador reutilizável facial inteira – 3M série 6800. (2018). Disponível em: <https://multimedia.3m.com/mws/media/828366O/boletim-tecnicorespirador-3m-6800.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2023
- ALENCAR, Paola Aires Lócio de. **Condição laboral de combatentes do fogo em relação ao monóxido de carbono e material particulado.** 2018. 45f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- AUSTIN, Claire. Wildland Firefighter Health Risks and Respiratory Protection: (Report R-572). **Institut de recherche Robert-Sauvéen santé et en sécurité du travail (IRSST)**, Montreal, set. 2008. Disponível em: <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-572.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- BLACK JÚNIOR, Ivo Ribeiro. **Risco de desenvolvimento de doenças respiratórias crônicas por bombeiros associadas à inalação de fumaça dos incêndios:** uma revisão de literatura. 2016. 64 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Formação de Oficiais, Academia de Bombeiros Militar, Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Instrução Normativa nº 01, de 28 de março de 1994.** Dispõe sobre os procedimentos de fiscalização do cumprimento das normas de segurança e saúde no trabalho. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 29 mar. 1994.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora NR 06:** Equipamentos de Proteção Individual (EPI). 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. **Queimadas e incêndios florestais:** Alerta de Risco Sanitário e Recomendações para a População. Brasília: Ministério da Saúde, 2020.
- CAMPBELL, Corey; DASLEY, Liz. **Wildland firefighting safety and health.** (2012). Disponível em: <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2012/07/13/wildlandfire/>. Acesso em: 7 jul. 2023.
- DALMORO, Marlon; VIEIRA, Kelmara Mendes. Dilemas na construção de escalas Tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **Revista Gestão Organizacional**, v. 6, n. 3, 2013.

DE VOS, A. J. B. M. et al. Effect of protective filters on fire fighter respiratory health during simulated bushfire smoke exposure. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 49, n. 9, p. 740–750, 2006.

DISTRITO FEDERAL. Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF). **Manual básico de combate a incêndio: comportamento do fogo**. 2. ed. Brasília, 2012.

FALEIROS, Fabiana et al. Uso de questionário online e divulgação virtual como estratégia de coleta de dados em estudos científicos. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 25, n. 4, 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2017.

HASTON, David V. **Management tech tips respirator usage by wildland firefighters**. United States Department of Agriculture, Forest Service, San Dimas, Mar. 2007. Disponível em: https://webarchive.library.unt.edu/eot2008/20080916183838/http://www.fs.fed.us/eng/pubs/pdf/hi_res/07511301hi.pdf. Acesso em: 5 jun. 2023.

HWANG, Jooyeon et al. Face-to-face with scorching wildfire: potential toxicant exposure and the health risks of smoke for wildland firefighters at the wildland-urban interface. **The Lancet Regional Health–Americas**, v. 21, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lana.2023.100482>.

LEMAN, Jennifer. How This researcher invented an entirely new - and entirely badass. Leda Kobziar and other pyroaerobiologists find life up in smoke - Literally. **Popular Mechanics**. Dez, 2019.

MAZUCATO, Thiago. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. Penápolis: Funep, 2018.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Resolução nº 898, de 02 de abril de 2020**: Cria o Comando Especializado de Bombeiros (CEB) na estrutura do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2020.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Plano de Comando: 2015 - 2026**. Belo Horizonte, 2021a.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica Operacional nº 11**: Prevenção e combate a incêndios em vegetação. Belo Horizonte, 2021b.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Resolução nº 1128, de 17 de maio de 2023**: Redefine os critérios e fluxos para o Programa de Saúde Ocupacional do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (PSOBM) e revoga a Resolução nº 640, de 15 de outubro de 2015. Belo Horizonte, 2023a.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica de Ensino nº 44**: Dispõe sobre as normas de elaboração e apresentação de Trabalhos de Conclusão de Curso e dá outras providências. Belo Horizonte, 2023b.

MINAS GERAIS. Constituição, 1989. Constituição do Estado de Minas Gerais. – 33 ed. – Belo Horizonte: Assembléia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2024.
MIRANDA, Jefferson Geraldo de. **A Importância da implantação de equipamentos de proteção individual (EPI) adequados para combate a incêndios florestais no Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais**. 2009. 93 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Formação de Oficiais, Centro de Ensino de Graduação, Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

National Fire Protection Association (NFPA). (2018). **NFPA 1500**: Standard on Fire Department Occupational Safety, Health, and Wellness Program. Quincy, MA: NFPA.

National Fire Protection Association (NFPA). (2022). **NFPA 1984**: Standard on Respirators for Wildland Firefighters. 2022 ed. Quincy, MA: NFPA, 2022.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2018). **Wildland firefighting**: Respiratory protection needs and considerations. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/wp-solutions/2018-114/default.html>. Acesso em: 25 fev. 2023.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). **Fighting Wildfires**. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/wildfires/default.html>. Acesso em: 2 abr. 2023.

National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS). National Institute of health. Department Health and Human Service (DHHS). **Wildfire response orientation protecting yourself while responding to wildfires**: safety and health awareness for responders to wildfires. Worker Training Program 2014.

National Wildfire Coordinating Group (NWCG). **User guide for glossary of wildland fire, 2020**. Disponível em: https://www.nwcg.gov/publications/pms205#letter_u. Acesso em: 14 jun. 2023.

NAVARRO, Kathleen M. *et al.* Wildland firefighter smoke exposure and risk of lung cancer and cardiovascular disease mortality. **Environmental Research**, v. 173, p. 462-468, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001393511930194X?via%3Di> hub. Acesso em: 5 mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.060>.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). **Wildland firefighting respiratory protection**. Disponível em: <https://osha.oregon.gov/OSHAPubs/hazard/2993-33.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2023.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SANTOS JÚNIOR, Zivaldo dos. **Análise sobre a proteção respiratória do combatente de incêndios florestais**. 2022. 83 f. TCC (Especialização) - Curso de Formação de Oficiais, Departamento de Ensino, Pesquisa, Ciência e Tecnologia, Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2022.

SOUZA, Michel Aquino de. Proteção respiratória do combatente de incêndio florestal. **Revista FLAMMAE**, Pernambuco, v. 6, nº 17, 2020.

STONE, Susan Lyon *et al.* (2021). **Wildfire smoke**: a guide for public health officials. [s.l: s.n.]. Disponível em:
https://www.airnow.gov/sites/default/files/2021-09/wildfire-smoke-guide_0.pdf. Acesso em: 5 fev. 2023.

TORLONI, Maurício. et al. **Programa de proteção respiratória**: recomendações, seleção e uso de respiradores. 4. ed. São Paulo: Fundacentro, 2016.

VALLFIREST. **Xtreme Mask**. 2023. Disponível em:
<https://www.vallfirest.com/pt/protacao-respiratoria/xtreme-mask>. Acesso em: 16 ago. 2023.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa para a elaboração de um artigo científico com o seguinte tema: "Produtos Tóxicos da Combustão no Incêndio Florestal: Análise da Necessidade de Proteção Respiratória dos Bombeiros Militares de Minas Gerais durante o Combate". A pesquisa está sendo desenvolvida pelo N° 143.039-6, Al BM Victor Colen Pena, do Curso de Habilitação de Oficiais - CHO do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, sob a orientação do Sr. Cap BM Guilherme Alcântara Gonçalves.

O objetivo geral do estudo é analisar a necessidade do uso de proteção respiratória pelos bombeiros militares de Minas Gerais durante as ações de combate a incêndios florestais em razão dos produtos tóxicos gerados pela combustão.

Frisamos que a sua participação no estudo é voluntária e, portanto, você não é obrigado(a) a fornecer informações ou colaborar com as atividades solicitadas pelo pesquisador. Caso decida não participar do estudo ou optar por desistir em qualquer momento, você não sofrerá nenhum prejuízo.

Por ocasião da publicação dos resultados, o nome dos participantes será mantido em sigilo absoluto. O pesquisador está à sua disposição para fornecer qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Contato:

Pesquisador: Al BM Victor Colen Pena

E-mail: victor.pena@bombeiros.mg.gov.br

Telefone: [removido pelo periódico].

Endereço: [removido pelo periódico].

Portanto, por meio deste formulário, solicito a sua participação e colaboração, bem como a autorização do seu comandante direto, para que você participe e os resultados deste estudo sejam apresentados no trabalho de conclusão de curso do Curso de Habilitação de Oficiais - Bombeiro Militar.

Você concorda com esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido?

() Sim () Não

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO APLICADO

1. Qual sua idade?
 18 a 30 anos 31 a 40 anos
 41 a 50 anos 50 a 60 anos ou mais.

2. Qual seu posto/graduação?
 1º Ten 2º Ten Subten Sgt Cb Sd

3. Qual seu tempo de serviço no CBMMG?
 Entre 0 e 5 anos Entre 5 e 10 anos Entre 10 e 20 anos
 Entre 20 e 30 anos Mais de 30 anos

4. Você possui o Curso de Prevenção e Combate a Incêndio Florestal - CPCIF do CBMMG ou semelhante em outra instituição?
 Sim Não

5. Durante o(s) curso(s) houve algum treinamento ou instrução sobre proteção contra os produtos tóxicos da combustão no CIF?
 Sim Não

6. Na sua opinião, durante o incêndio florestal, por se tratar de incêndio em vegetação, há geração de produtos tóxicos?
 Sim Não Não sei responder

7. O PCIF usa retardantes químicos redutores da inflamabilidade?
 Sempre Quase sempre Ocasionalmente
 Quase nunca Nunca

8. Conforme seus conhecimentos, marque as substâncias perigosas à saúde presentes na fumaça originada de incêndios florestais. (Pode haver mais de uma resposta).

- Material Particulado Fino e Grosso Monóxido de Carbono
 Dióxido de Enxofre Acroleína Formaldeído
 Dióxido de Carbono Benzeno e outros Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos Outros Nenhum dos anteriores Não sei responder

9. Qual equipamento você usa como protetor respiratório no CIF? (Pode haver mais de uma resposta).

- Balaclava Máscara facial Máscara semifacial Máscara com filtro de carvão Equipamento de Proteção Respiratória - EPR
 Nenhuma anterior

10. Durante o combate a incêndio florestal, principalmente em áreas com alta densidade de fumaça, ocorre o revezamento das guarnições?

- Sempre Quase sempre Ocasionalmente
 Quase nunca Nunca

11. Você tem algum problema respiratório?

- Sim Não

12. Caso a resposta acima seja afirmativa, descreva qual o problema respiratório. (Resposta não obrigatória).

13. Durante ou após atuações no CIF, qual sinal/sintoma você já apresentou? (Pode haver mais de uma resposta)

- Irritação nos olhos Tosse Depressão do sistema imunológico
 Declínios sazonais na função pulmonar Nenhum dos anteriores
 Outros

14. Com base nos seus conhecimentos, você consegue definir quais filtros - químicos ou mecânicos - oferecem maior proteção respiratória e são mais eficientes para uso durante as ações de CIF?

Sim Não

15. Você tem conhecimento de algum outro método preventivo ou protetivo contra os produtos tóxicos da combustão no CIF que não foram abordados no questionário?

Sim Não

16. Caso a resposta acima seja afirmativa, descreva qual o método preventivo ou protetivo.

17. SUGESTÕES:

Caso queira contribuir com comentários ou sugestões para a pesquisa, além do que lhe foi solicitado, utilize este espaço para registro.
