

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR
Coronel Osmar Alves Pinheiro
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS**

CADETE BM/2 CAÍQUE DE LIMA GOMES



**PROCEDIMENTO DE LIMPEZA AVANÇADA DO CAPACETE DE
COMBATE A INCÊNDIO URBANO APÓS INTERVENÇÃO EM
INCÊNDIO CONFINADO.**

**BRASÍLIA
2021**

CADETE BM/2 **CAÍQUE** DE LIMA GOMES

**PROCEDIMENTO DE LIMPEZA AVANÇADA DO CAPACETE DE
COMBATE A INCÊNDIO URBANO APÓS INTERVENÇÃO EM
INCÊNDIO CONFINADO.**

Artigo científico apresentado à disciplina Metodologia Científica como requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais Combatentes do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Orientador: Maj. QOBM/Comb. **LUIZ LEITE DA SILVA JUNIOR**

BRASÍLIA
2021

CADETE BM/2 **CAÍQUE** DE LIMA GOMES

**PROCEDIMENTO DE LIMPEZA AVANÇADA DO CAPACETE DE
COMBATE A INCÊNDIO URBANO APÓS INTERVENÇÃO EM
INCÊNDIO CONFINADO.**

Artigo científico apresentado à disciplina
Metodologia da Pesquisa Científica como requisito
para conclusão do Curso de Formação de Oficiais
Combatentes do Corpo de Bombeiros Militar do
Distrito Federal

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

ALBERTO WESLEY DOURADO DE SOUZA – Ten-Cel. QOBM/Comb.
Presidente

ZILTA DIAZ PENNA MARINHO – Professora
Membro

VINÍCIUS FIUZA DUMAS – Maj. QOBM/Comb.
Membro

LUIZ LEITE DA SILVA JUNIOR – Maj. QOBM/Comb.
Orientador

RESUMO

O presente trabalho analisa a exposição a substâncias tóxicas no decorrer do combate a incêndio urbano, no qual durante seu desenvolvimento são formados diversos produtos. Dos produtos tratados, apresentam-se os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) que por possuírem características mutagênicas e cancerígenas, são vastamente estudadas. Estas substâncias podem ser absorvidas pela pele humana aumentando os riscos do desenvolvimento de câncer por bombeiros, desta forma este estudo tende por meio de análise experimental em conjunto com simulação real com fogo analisar a deposição e diminuição de contaminantes após a limpeza do capacete de combate a incêndio urbano (CCIU). Com base em literatura e normas internacionais de limpeza avançada do CCIU buscou-se criar métodos eficientes para serem adotados no âmbito do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF). Este intento foi obtido por meio da coleta de amostras em três momentos distintos, antes de iniciar o combate em um simulador de desenvolvimento do incêndio (SDI), após a intervenção dos bombeiros e por fim posterior a limpeza. As amostras foram tratadas em laboratório e analisadas por meio de espectroscopia UV/VIS. Foram obtidos resultados que comprovam a retenção de substâncias no CCIU após a exposição ao incêndio e que o procedimento de limpeza utilizado conseguiu uma redução de aproximadamente 75% dos contaminantes. Assim, é proposto a implementação de uma política de limpeza ao CCIU, devido ao risco de acúmulo de substâncias carcinogênicas no equipamento de proteção individual (EPI).

Palavras-chave: Descontaminação. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. Capacete de Combate a Incêndio Urbano.

ADVANCED CLEANING PROCEDURE FOR THE URBAN FIRE FIGHTING HELMET AFTER INTERVENTION IN CONFINED FIRE.

ABSTRACT

The present work analyzes the exposure to toxic substances during urban fire fighting, in which several products are formed during its development. Of the products treated, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) are presented, which, due to their mutagenic and carcinogenic characteristics, are widely studied. These substances can be absorbed by human skin, increasing the risk of cancer development by firefighters, so this study tends through experimental analysis in conjunction with real simulation with fire to analyze the deposition and decrease of contaminants after cleaning the combat helmet urban fire (CHUF). Based on literature and international standards for advanced cleaning of the CHUF, we sought to create efficient methods to be adopted within the scope of the Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF). This intent was achieved by collecting samples at three different times, before starting the fight in a fire development simulator (FDS), after the intervention of firefighters and finally after cleaning. Samples were treated in the laboratory and analyzed using UV/VIS spectroscopy. Results were obtained that prove the retention of substances in the CHUF after exposure to fire and that the cleaning procedure used achieved a reduction of approximately 75% of contaminants. Thus, it is proposed to implement a cleaning policy for the CHUF, due to the risk of accumulation of carcinogenic substances in personal protective equipment (PPE).

Keywords: Decontamination. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Fire Fighting Helmet.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Decreto nº 7.163, de 29 de abril de 2010, são atribuições do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) realizar serviços de prevenção, extinção de incêndios e perícias de incêndios (relacionados com suas competências). Dessa forma, é necessário que o bombeiro conheça seu principal inimigo, o fogo, correlacionado com o processo de combustão e seus componentes. Nesta perspectiva, surge a necessidade do estudo da combustão e os conceitos fundamentais, de acordo com o Manual Básico de Combate a Incêndio do Corpo de Bombeiro Militar do Distrito Federal (CBMDF) este estudo tem como objetivo:

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal tem por objetivo ensinar aos bombeiros como lidar com os comportamentos extremos do fogo de forma eficiente na preservação do patrimônio e, principalmente, da vida e da integridade das guarnições e das vítimas na ocorrência de um incêndio. (CBMDF, 2009, p.1).

A importância do trabalho de combate a incêndios urbanos destaca-se para a preservação da vida, das vítimas e dos bombeiros, que adentram cenas sinistradas, desta forma se faz necessário o estudo da exposição e deposição de substâncias tóxicas provenientes da combustão.

Os materiais que constituem os edifícios e imóveis são cada vez mais sintéticos, podendo formar durante o processo de combustão diversas substâncias tóxicas, conforme Silva (2019), algumas classificadas como carcinogênicas, que com exposição prolongada e contínua aumentam as chances de câncer com o decorrer dos anos na profissão.

Nesse intuito, o trabalho tem como foco identificar o processo de deposição de contaminantes no equipamento de proteção individual (EPI), em específico o capacete de combate a incêndio urbano (CCIU) utilizado pelos bombeiros após as fases de combate a incêndio e rescaldo, em que estes profissionais são expostos a diversas substâncias tóxicas provenientes do incêndio.

Com base no exposto é importante analisar e investigar as substâncias residuais que permanecem no EPI após o combate, podendo privar a longevidade dos bombeiros. Desta forma, deve-se levantar alternativas para uma descontaminação

adequada dos equipamentos e EPIs utilizados pelos bombeiros.

Visto que uma eficiente descontaminação dos equipamentos poderá prevenir que o bombeiro fique em contato constante com substâncias tóxicas acumuladas, a inspeção e higienização são ações imprescindíveis tanto para a saúde do bombeiro quanto para o correto funcionamento do equipamento, mantendo sua qualidade. (MADUREIRA, 2019)

O problema da pesquisa, proposta neste trabalho, traduz-se na formulação de uma pergunta central. Durante o combate a incêndio urbano ou em locais confinados, os bombeiros possuem como objetivo a extinção do foco minimizando as perdas, sendo principal o resguardo da vida, posteriormente os bens materiais. Ao adentrarem em ambientes incendiados, os bombeiros serão expostos a diversas substâncias provenientes da combustão de materiais presentes no local, desta forma faz-se necessário um estudo acerca da contaminação por substâncias tóxicas, às quais os bombeiros militares estão expostos devido a não descontaminação do capacete de incêndio urbano, mesmo que de forma gradual.

Com base no exposto, qual seria a forma mais adequada para reduzir o risco à saúde dos bombeiros, devido à contaminação durante atuação em operações de incêndio urbano, por substâncias presentes no capacete de combate incêndio urbano?

O que justifica a necessidade do presente trabalho, se dá pela verificação da possível presença de substâncias químicas tóxicas que permanecem no capacete de combate a incêndio urbano após um incêndio controlado, a fim de encontrar uma forma de descontaminação adequada para minimizar o contato com essas substâncias pelos bombeiros atuantes no combate ao incêndio. Esta área de estudos pode contribuir tanto para a prevenção quanto para a manutenção da vida dos militares combatentes, proporcionando à atividade maior segurança para a atuação dos bombeiros.

De acordo com o Objetivo 9 do Plano Estratégico 2017-2024, do CBMDF, “Valorizar o profissional Bombeiro-Militar, consiste em priorizar a saúde, as condições favoráveis de trabalho e a qualidade de vida dos profissionais da corporação.” Sendo necessária a busca por ações que diminuam possíveis contaminações, provindas da

atividade fim, dos EPIs e equipamentos utilizados pelos militares.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Exposição a contaminantes

Durante um incêndio a maior associação com causas de mortes está relacionada à inalação de gases e produtos químicos decorrentes da queima dos materiais, sendo cerca de 80% dos óbitos, principalmente pelo monóxido de carbono (CO) e ácido cianídrico (HCN) de acordo com Pinheiro (2019).

Estas substâncias agem de forma asfixiante, as quais se ligam às proteínas do sangue e às hemoglobinas (glóbulos vermelhos), e possuem uma interação química muito mais estável, maior do que com o gás oxigênio, de forma a diminuir a recepção deste gás nos pulmões para que seja feita a troca gasosa, comprometendo a respiração celular corpórea, podendo causar lesões neurológicas, devido à má oxigenação cerebral.

Os materiais encontrados em edifícios e móveis modernos são cada vez mais sintéticos e podem estes gerar muitos subprodutos tóxicos decorrentes da combustão. As substâncias tóxicas identificadas na fumaça do fogo incluem, além das já citadas os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs), compostos orgânicos voláteis (COVs) e vários outros compostos orgânicos e inorgânicos. Muitos desses compostos são carcinógenos humanos em potencial e já foram medidos em alguns EPIs de bombeiros. Os COVs e HCN também foram analisados com relação à liberação de gases de equipamentos de proteção após o uso em incêndios. Esses contaminantes, particularmente as substâncias menos voláteis, podem ser transferidos para as viaturas do Corpo de Bombeiros e para os espaços residenciais dos bombeiros (FENT *et al.*, 2017)

Desta forma, se faz necessário buscar por conhecimento a respeito da minimização desta contaminação de militares que se aventurem em ocorrências de incêndios, podendo sofrer com problemas de saúde devido à exposição contínua a esses tipos de substâncias no decorrer da carreira.

Estudos clínicos foram realizados com o intuito de descobrir se teria a absorção de substâncias cancerígenas em bombeiros americanos vestidos com equipamentos de proteção individual (EPI) durante o combate a incêndios. Foi então avaliada a absorção pela pele de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs) e outros compostos orgânicos aromáticos. Observou-se que houve sim a absorção sistêmica de produtos pós combustão, mesmo quando apresentavam a equipagem completa. Descobriu-se que os HPAs foram absorvidos pela pele, principalmente pelo pescoço, devido ao menor nível de proteção dérmica proporcionada pelo capacete e balaclava. (FENT *et al.*, 2014).

Essas substâncias também foram absorvidas, só que em menor quantidade, durante a troca dos equipamentos, por meio de inalação dos contaminados (FENT *et al.*, 2014). Estudo semelhante, realizado no Reino Unido, demonstrou que a absorção cutânea de HPAs é a principal forma de contaminação, sendo sugerido pelo autor que existe uma necessidade de monitorar as exposições dos bombeiros, podendo realizar acompanhamento clínico a longo prazo (STEC *et al.*, 2018).

Os HPAs são compostos bastante estudados devido a seu potencial carcinogênico e mutagênico. Alguns já estão classificados no grupo 1 (cancerígena para humanos), grupo 2A (provavelmente cancerígena para humanos) e grupo 2B (possivelmente cancerígena para humanos), da *Intertional Agency for Research on Cancer* (IARC), conforme o quadro, proposta por Nunes (2021).

Quadro 1 -Classificação dos HPAs quanto a carcinogenicidade

HPA	Classificação
Benzo(a)antraceno	Grupo 2B
Benzo(b)fluoranteno	Grupo 2B
Benzo(j)fluoranteno	Grupo 2B
Benzo(k)fluoranteno	Grupo 2B
Benzo(a)pireno	Grupo 1
Criseno	Grupo 2B
Dibenzo(a,h)antraceno	Grupo 2A
Indeno (1,2,3-cd) pireno	Grupo 2B
Naftaleno	Grupo 2B

Fonte: Adaptado de Nunes (2021)

Os HPAs são formados no processo de combustão incompleta de matéria orgânica ou durante o processo de pirólise, dentre eles o benzeno(a)pireno (BaP). Este é um dos mais estudados, devido ser considerado grupo 1 pela IARC e agir como indicador da presença de outros HPAs (CARUSO; ALABURNA, 2008), sendo esta uma das substâncias a ser analisada nos capacetes de combate a incêndio urbano.

Com relação às propriedades físicas e químicas dos HPAs, devido à presença das duplas ligações conjugadas entre os carbonos presentes na estrutura destes compostos, estas substâncias são sólidas à temperatura ambiente, possuem altas temperaturas de fusão e ebulição, baixas pressões de vapor e solubilidade em água, sendo que essas duas últimas propriedades tendem a diminuir com o aumento da massa molecular (CARUSO; ALABURNA, 2008).

O BaP é considerado um dos agentes carcinogênicos, além de ser indicador da presença de outros HPAs em amostras. Após a absorção, ele é transformado no fígado, gerando metabólitos intermediários que são capazes de reagir com o DNA, podendo ser agentes mutagênicos. Estes processos foram observados em fígado de peixes e mamíferos com concentrações de BaP na grandeza de 250 ppb (CARUSO; ALABURNA, 2008).

De acordo com estudos realizados pela NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*), mesmo com a utilização de equipamento de proteção respiratória, após 25 minutos em situações de combate a incêndios, existe o acúmulo de substâncias tóxicas, sendo identificados HPAs na superfície internas dos EPIs dos bombeiros, devido ao uso repetido sem procedimentos de limpeza (STEC *et al.*, 2018).

2.2 Normatização

O uso de EPIs é fundamental para a proteção dos bombeiros em todas as atividades operacionais, conforme o Manual Básico de Combate a Incêndio - Módulo 3 do CBMDF:

Em toda a abordagem deste manual, enfatiza-se a necessidade de utilização do equipamento de proteção individual (EPI) por todos os bombeiros envolvidos nas ações de salvamento e combate a incêndio.

Os equipamentos de proteção individual são projetados para oferecer segurança aos bombeiros durante as operações contra:

- O calor convectivo e chamas.
- Choques mecânicos (no caso do capacete).
- Cortes e perfurações.
- Gases, vapores ou ambientes com atmosfera pobre em oxigênio.

(CBMDF, 2013, p.17)

Enquanto no âmbito do CBMDF não existe a preocupação com estabelecimento de padrões de descontaminação do capacete de combate a incêndio, em outros locais o tema já passou a ser uma preocupação, como por exemplo nos Estados Unidos da América, que atualizou a NFPA (National Fire Protection Association) 1851 no ano de 2020, melhorando as diretrizes de limpeza e descontaminação; a União Europeia formou um Comitê Técnico para a criação da ISO 23616, que trata da limpeza, inspeção e reparo dos EPIs (NUNES, 2021).

De acordo com Moura (2021), no CBMDF não há protocolos institucionais que versem a respeito da descontaminação de EPI e EPR, havendo a necessidade de desenvolvimento e implementação de procedimentos efetivos para a descontaminação grossa destes equipamentos, uma vez que propiciam aos militares uma minimização da exposição a gases e produtos cancerígenos.

A NFPA é uma organização internacional dedicada a diminuir e evitar mortes, acidentes, danos à propriedade e edifícios ocasionados por incêndios. Esse órgão formulou diversas normas, como a NFPA 1851, que descreve sobre a seleção, cuidado e manutenção de conjuntos de proteção para combate a incêndio estrutural e combate a incêndio de proximidade. (MADUREIRA, 2019).

A referida norma, NFPA 1851, tem o propósito de estabelecer procedimentos de limpeza e descontaminação para os EPIs de combate a incêndio, com objetivo de minimizar os riscos à segurança e à saúde associados à contaminação e aos defeitos que possam apresentar com a utilização (NFPA, 2020).

A norma descreve diversos procedimentos que devem ser adotados, podendo ser citados: a limpeza de rotina, que deve ser feita a cada uso com o intuito de limitar a exposição a possíveis contaminações; a inspeção de rotina da estrutura a fim de verificar danos de impacto, térmicos e gerais; a limpeza avançada que deve ser realizada pelo menos a cada 12 meses, de forma que todos os itens destacáveis

sejam removidos do capacete e limpos separadamente; e a inspeção avançada que deverá ser realizada pelo menos a cada 12 meses, ou quando a inspeção de rotina indica que um problema possa existir (NFPA, 2020)

2.3 Capacete de Combate a Incêndio

Atualmente a corporação conta com diferentes tipos de capacete de combate a incêndio urbano, sendo o mais comum entre eles o MSA Gallet F1SF, o qual foi objeto de testes realizados neste estudo.

De acordo com o Manual, o capacete F1SF é destinado exclusivamente para operações de combate a incêndios, resgate, salvamento veicular e em todos os trabalhos definidos pela função de bombeiro. O capacete oferece proteção para a cabeça e rosto contra choques, objetos pontiagudos, projeções de sólidos, líquidos, corrosivos, produtos químicos (NaOH, H₂SO₄, n-heptano, p-xileno, butan-1-ol, etc.), metais fundidos, calor radiante, chama e corrente elétrica. Já em situações às quais as condições excedam as previstas nas especificações mencionadas acima a proteção do usuário não será garantida (MSA, 2008).

O capacete possui um peso, sem acessórios, de 1725 ± 50 gramas. Possui faixa de circunferência da cabeça de 53-64 cm. Ele inclui arranjos que permitem a adaptação de um sistema de comunicação e iluminação, uso de equipamento de proteção respiratória (EPR) e protetor de pescoço.

É recomendável que o equipamento seja guardado após o uso, sendo realizado o procedimento de limpeza e secagem, em ambiente fechado, longe de umidade, luz ou fumaça. A limpeza do capacete deve ser realizada com água e sabão e um pano macio, não sendo indicada a utilização de esponjas abrasivas e agentes à base de hidrocarbonetos ou solventes para limpeza do capacete (MSA, 2008).

2.4 Método analítico de contaminantes de incêndios no Capacete de Combate a Incêndio

A Química Analítica é um ramo da Química que busca a identificação e determinação da composição dos constituintes de uma determinada amostra. E este

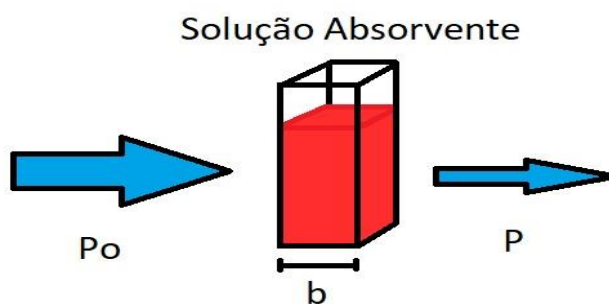
processo pode ser realizado através de diversos métodos experimentais, a depender das propriedades químicas dos analitos. (VASCONCELOS, 2019)

Um método analítico que pode ser utilizado para detecção de alguns HPAs é a Espectroscopia UV/VIS, sendo esse o escolhido por já ter sido utilizado como método de análise da eficiência no processo de descontaminação em trajes e equipamentos de bombeiros (NUNES, 2021). E, ainda, possui um custo menor do que a análise realizada por outros equipamentos, como exemplo a cromatografia gasosa aliada ao espectrômetro de massa (CG-MS). A Espectroscopia UV/VIS consiste na aferição da quantidade de radiação produzida ou absorvida pelas moléculas de interesse (SKOOG; WEST; HOLLER, 2006).

Os espectrofotômetros são aparelhos que utilizam o comprimento de onda e detectam a transmitância, principiando em um espectro de absorção, sendo que cada espécie química detém uma identificação espectrofotométrica. O funcionamento do equipamento se dá por meio da seleção de radiações monocromáticas, proporcionando uma grande quantidade de detecção quantitativa de acordo com a Lei de Beer-Lambert. (ROSA *et al.*, 2019).

A Lei de Beer-Lambert fundamenta a espectroscopia, na qual indica a quantidade de energia absorvida por uma solução em relação a energia inicialmente fornecida por uma fonte de emissão definida, dependente da concentração das substâncias absorventes e do tamanho do caminho percorrido pelo feixe. O processo descrito pode ser representado conforme a figura 1:

Figura 1 - Processo de absorção de radiação por uma solução absorvente



Fonte: o autor.

A Transmitância (T) é a razão entre a potência radiante do feixe transmitido (P) e a potência radiante do feixe incidente (Po), podendo ser representada pela equação 1:

$$T = \frac{P}{P_o} \quad (1)$$

A Absorbância (A) é definida como o logaritmo decimal do inverso da transmitância, conforme a equação 2:

$$A = -\log T = \log \frac{P_o}{P} \quad (2)$$

Tem-se ainda que, a absorbância (A), de acordo com a Lei de Beer-Lambert, se correlaciona de forma diretamente proporcional a concentração da solução (c) de um determinado analito com o caminho percorrido pelo feixe do absorvente (b), dada uma constante de proporcionalidade, denominada de absorvidade (a) (SKOOG; WEST; HOLLER, 2006), conforme a equação 3:

$$A = \log \frac{P_o}{P} = a \cdot b \cdot c \quad (3)$$

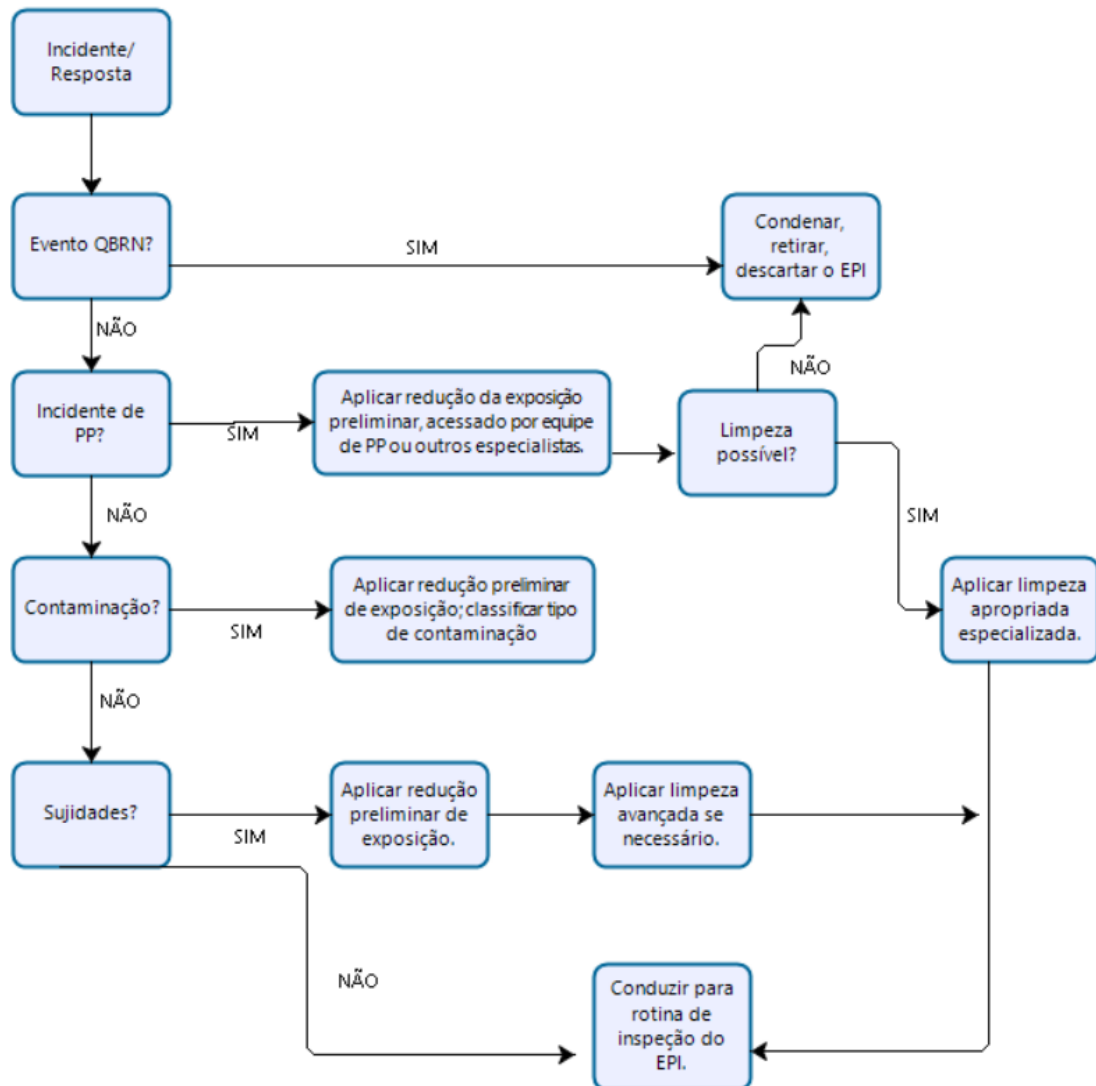
De acordo com Nunes (2021), já foram realizados testes de avaliação da eficiência da descontaminação em trajes de bombeiros por meio de espectrofotometria de absorção no UV/VIS, sendo consideradas três contaminantes como referência: tartrazina, pireno e 9-metilantraceno, devido serem compostos modelos que possuem os mesmos grupos funcionais dos HPAs.

O pireno, por ser um dos 16 HAP classificados pela US EPA como sendo poluentes prioritários, teve sua sensibilidade à fotodegradação analisada por meio da prévia adsorção por dióxido de titânio, devido sua extremamente baixa solubilidade em água (WEN et al., 2003). A análise da fotodegradação do pireno, foi analisada também com o uso do espectrofotômetro UV/VIS entre outros métodos analíticos. (NUNES, 2021, p. 43)

2.5 Limpeza do Capacete de Combate a Incêndio Urbano

A NFPA 1851 (2020) apresenta que os EPIs devem ser avaliados pelo usuário para aplicação de redução preliminar da exposição, limpeza, desinfecção ou higienização após cada uso, com base nas orientações fornecidas na figura 2.

Figura 2 - Fluxograma da abordagem e direcionamento conforme contaminação



Fonte: Moura (2021)

Quando não for identificada a forma de contaminação, os EPIs deverão ser submetidos à redução preliminar da exposição, sendo necessário isolar e retirar o equipamento do serviço, para que os contaminantes sejam identificados e possam receber uma limpeza avançada ou especializada, conforme necessidade (MOURA, 2021).

Os principais métodos apontados por Moura (2021) para o processo de descontaminação grossa, que deve ser realizada no local após atuação na zona quente, são:

- a) Escova seca - esfoliação com uma escova para rapar detritos e contaminantes do EPI;

- b) Descontaminação com ar - utiliza-se jato de ar fornecido por um ventilador elétrico, direcionado ao EPI;
- c) Descontaminação com sabão molhado - escova de esfoliação e uma mistura de detergente neutro com água.

Na seção 7.3, da NFPA 1851, consta a limpeza avançada com sendo uma ação a ser realizada por profissionais, prestadores de serviços ou organizações certificadas quanto à eficácia do processo de limpeza, sendo orientado que os membros devidamente treinados sejam responsáveis pela limpeza avançada, conforme a própria Norma (NFPA, 2020)

Requisitos adicionais para limpeza avançada dos elementos do capacete, conforme NFPA (2020):

- a) Componentes destacáveis, como protetores de ouvido, protetores de suspensões e óculos de proteção, devem ser removidos do capacete e devem ser lavados e secos separadamente;
- b) Os componentes destacáveis que são à base de tecido devem ser lavados separadamente à mão ou lavados em uma máquina de lavar roupas com outros componentes, como capas de proteção ou bala clava, conforme especificação;
- c) Os capacetes não devem ser lavados ou secos em máquina ou equipamentos que produzam ação mecânica por rotação ou agitação;
- d) A menos que especificado de outra forma, os capacetes devem ser lavados à mão em uma pia, usando os seguintes procedimentos:
 - a. O indivíduo que lava o capacete deve ter algumas precauções, como utilizar luvas, avental com mangas ou macacões de proteção e um par de óculos de segurança;
 - b. A pia deve ser cheia com água morna a uma temperatura não superior a 40°C, e utilizado detergente, com pH superior a 6,0 e inferior a 10,5, na proporção recomendada pelo fabricante de detergente e água;
 - c. O indivíduo deve usar uma escova de cerdas macias para alcançar os componentes e esfregar tanto o exterior quanto o interior do capacete;
 - d. O capacete deve ser bem enxaguado após a lavagem;
 - e. Após o enxágue, o capacete deve ser seco ao ar livre.
- e) As proteções faciais anexadas devem ser lavadas à mão com um pano macio.

3. METODOLOGIA

O artigo em questão trata de uma pesquisa com o intuito de gerar um procedimento que possa ser utilizado no dia a dia da corporação, proporcionando melhoria nos serviços estabelecidos e diminuindo riscos à saúde dos bombeiros, baseando-se em trabalhos científicos que versam sobre o tema.

Em relação ao método utilizado, foram aplicados argumentos indutivos, o qual partiu da conclusão de problemas correlacionados a contaminação dos EPIs, propondo a limpeza e descontaminação, sob condições controladas, em busca de explicações microscópicas para o problema em questão, a fim de alcançar proximidades com a realidade. (LAKATOS; MARCONI, 2003)

A pesquisa é experimental, sendo necessária a investigação, a respeito do procedimento de descontaminação do capacete de combate a incêndio, utilizado por bombeiros, que trabalham com o combate a incêndio urbano, sendo iniciado um processo de sondagem a respeito do tema em questão.

A abordagem trabalhada foi a quali-quantitativa, uma vez que se fez necessário buscar, por meio de entrevista aos bombeiros, qual o comportamento da tropa em relação à limpeza do EPI e foi analisado a presença de algumas substâncias em capacetes de combate a incêndio, bem como verificada a eficácia no processo de descontaminação.

Os procedimentos utilizados no projeto se deram de forma experimental, para análise das substâncias presentes no capacete de incêndio após incêndio controlado em um simulador, desta forma a coleta foi realizada posterior à simulação na qual os ensaios experimentais foram trabalhados em laboratório para contabilizar se houve redução de contaminantes, e se o processo de descontaminação se fez eficiente.

As amostras foram realizadas em triplicada, uma vez que esse tipo de experimento é recomendado em laboratórios, devido ao compromisso aceitável entre a precisão e o trabalho. Sendo o valor médio uma boa estimativa para o erro experimental, gerando um erro padrão menor no valor médio da triplicada. (PASSARI et al., 2011)

Como modo de avaliar a forma com que os militares do CBMDF atuam posterior a ocorrências de combate a incêndio urbano, no que diz respeito a limpeza do capacete, o trabalho contou com um questionário preparado na plataforma Google Forms, sendo este disponibilizado aos bombeiros de diversos grupamentos e unidades do CBMDF.

Conforme o Boletim Geral de 09 de junho de 2021, o total de bombeiros ativos no CBMDF, até o mês de maio de 2021, é de 5866 (CBMDF, 2021), na pesquisa foram retirados os bombeiros dos quadros QOBM/SAÚDE, QOBM/COMPLEMENTAR, QOBM/ESP., QOBM/CAPELÃO, QBMG-03 e QBMG-04, que totalizam 443 militares, restando 5423 bombeiros, sendo este o universo a ser pesquisado. De acordo com a calculadora amostral de Comento, para que apresente nível de confiança de 90%, com erro amostral de 5%, é necessário que a amostra mínima seja de 168 militares.

O recorte do grupo de militares elegidos para a pesquisa se deu em razão de estarem alocados no meio operacional, ou por tirarem serviços operacionais de forma constante durante o decorrer da carreira, podendo participar de sinistros de combate a incêndio urbano, ou mesmo treinamentos.

3.1. Apresentação

O capacete de combate a incêndio urbano (CCIU) foi utilizado durante a queima no simulador de desenvolvimento do incêndio (SDI) conforme o protocolo existente na corporação para treinamentos na cidade do fogo. Foram coletadas amostras do CCIU com o uso do *swab* de álcool. O estudo seguiu parte da metodologia proposta por Nunes (2021), utilizando-se de treinamento com fogo em contêiner marítimo e coleta de amostras em *swab* de álcool (isopropílico 70%) para manter a integridade do CCIU sem necessidade de desmonte do equipamento para extração dos contaminantes.

O exercício simulado ocorreu no SDI fase 2, unidade de ataque, que permite a execução dos alunos e intervenção com objetivo de extinção de um incêndio em fase de crescimento, sendo realizado procedimento de passagem de porta, resfriamento da camada de fumaça e técnicas de progressão e ataque direto ao foco (CBMDF, 2020). Na simulação cada militar teve a oportunidade de realizar a atividade três vezes, sendo cada passagem de aproximadamente 5 minutos, totalizando cerca de

15 minutos. A intervenção foi feita em duplas e supervisionada por um instrutor capacitado com Curso de Instrutor de Combate a Incêndio Urbano (CICOI) e atualização para a utilização dos SDI.

A montagem do foco para a produção do incêndio foi realizada com madeira, sendo utilizado 5 madeirites de 10mm, 2 pallets de pinus quebrados para fixar os madeirites à estrutura e formar o foco dentro do tambor metálico, dispostos conforme a figura 3.

Figura 3 - Montagem do foco do SDI fase 2



Fonte: o autor.

As coletas foram realizadas em 3 momentos, denominados (M0, M1 e M2). No momento M0 foi feita a coleta de cada amostra antes do início do exercício simulado, a fim de saber o estágio inicial de contaminação de cada CCIU. Ao término do exercício simulado foi coletado o momento M1, buscando estabelecer o nível de contaminação do CCIU. Por fim, foram realizadas as coletas do momento M2, após a limpeza do capacete, a fim de determinar a eficiência do processo de limpeza.

Foram realizadas as coletas em CCIU de três militares, sendo extraídas um total de 18 amostras, dentre elas em cada momento foi coletado duas amostras de cada militar. A primeira coleta foi realizada na placa frontal do CCIU, denominada (E), e a segunda realizada no casco interno do CCIU, denominada (I) conforme o quadro 2:

Quadro 2 - Distribuição de coleta e momentos

	M0	M1	M2	N° de amostras
Militar 1	E0 e I0	E1 e I1	E2 e I2	6
Militar 2	E0 e I0	E1 e I1	E2 e I2	6
Militar 3	E0 e I0	E1 e I1	E2 e I2	6

Fonte: o autor.

As amostras coletadas foram armazenadas em frascos âmbar de 30 ml, para que não ocorresse degradação do material até a análise.

3.2. Descrição do processo de lavagem

A limpeza realizada foi associada às orientações do fabricante e da NFPA 1851, sendo estas complementares em diversos aspectos. As orientações a seguir foram utilizadas para os 3 CCIU:

- Cada capacete foi lavado separadamente;
- Foram destacados todos os componentes removíveis dos capacetes, que não estavam presos por parafusos;
- Foi utilizado pano para limpeza macio de microfibra e uma escova pequena de cerdas macias;
- Foi utilizado para a limpeza sabão neutro com pH entre 6 e 10,5;
- A água utilizada no processo estava temperatura ambiente (entre 20°C a 28°C);
- Os capacetes foram lavados à mão em uma pia;
- Cada peça removível foi lavada separadamente, sendo esfregadas com o pano e sabão, e posteriormente enxaguadas. O procedimento se repetiu três vezes;
- O casco e a viseira foram esfregados internamente e externamente com pano e sabão e posteriormente enxaguados;
- As partes que havia dificuldades de serem alcançadas com o pano foram esfregadas com a escova.

Após o término da lavagem os capacetes de combate a incêndio foram colocados para finalizar o processo de secagem em ambiente ventilado e protegidos dos raios solares.

3.3. Análise das amostras

As amostras foram analisadas e tratadas nos laboratórios da Universidade de Brasília e Instituto Federal de Brasília campus Samambaia, DF, para determinar a contaminação durante o treinamento de incêndio e a eficiência do processo de limpeza realizado, sendo extraídas do capacete de combate a incêndio urbano com *swab* de álcool isopropílico.

Após coleta das amostras, foram estas armazenadas em frascos âmbar de 30ml para que não ocorresse degradação do material até a análise. Os contaminantes foram extraídos com acetonitrila, sendo um solvente utilizado para compostos orgânicos, conforme os contaminantes em análise, sendo o mesmo método utilizado por Nunes (2021).

As amostras foram colocadas em tubos de ensaios e embebidas em 5mL de acetonitrila, sendo levadas ao banho ultrassônico por 10 minutos para acelerar o processo de extração, sendo repetido este método, totalizando 10mL de acetonitrila e 20 minutos de banho ultrassônico, no qual o método utilizado se deu de forma semelhante por Stec (2018), Maurício (2019) e Nunes (2021). Garantindo a máxima remoção de contaminantes do *swab*.

Posteriormente à extração, o analito foi analisado no espectrofotômetro de UV/VIS – Varian Carry 5000, para a obtenção dos gráficos de absorção, conforme Nunes (2021). Os gráficos foram plotados com o programa Origin, sendo comparado os gráficos dos momentos M0, M1 e M2 de cada CCIU analisado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o processo de desenvolvimento do artigo, entendeu-se que o processo de descontaminação é algo necessário, podendo ser realizado a fim de diminuir o risco ou mesmo minimizar o contato prolongado dos bombeiros a certas substâncias, conforme os estudos bibliográficos.

Na pesquisa foi realizado um questionário contendo questões a respeito dos procedimentos adotados pela tropa correlacionados a descontaminação e limpeza do CCIU, tendo o trabalho contado com 168 respondentes.

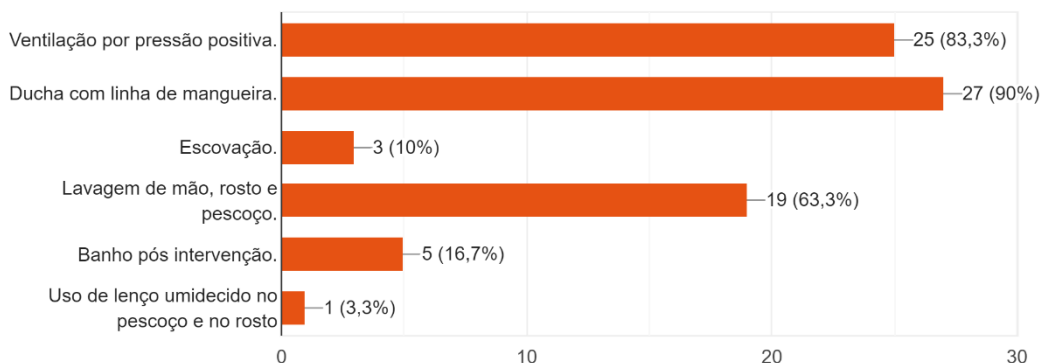
Com base nos dados obtidos no questionário, verificou-se que 133 militares receberam o CCIU da marca Gallet MAS F1SF, que representa 79,2% dos respondedores, sendo este o equipamento escolhido para o desenvolvimento do artigo. Da amostra, 17 militares receberam o Drager HPS 7000, sendo este o último capacete adquirido pela corporação no ano de 2019, conforme processo SEI 00053-00065495/2019-70, que representa 10,1% dos militares. O CCIU SICOR VFR – EVO, da marca Iturri, foram recebidos por 13 militares, que corresponde a 7,8% dos respondedores. Por fim, 5 bombeiros afirmaram que não receberam nenhum modelo de CCIU, representando 3%.

Conforme pesquisa, já adentraram em um incêndio em ambiente confinado 78,0% dos militares, o que corresponde a 131 bombeiros, dentre esses 74,8% em ocorrência durante serviço operacional e 80,9% em treinamento, esclarecendo que essa resposta poderia ser marcada as duas opções. Cabe destacar que os Corpos de Bombeiros surgiram com a missão primária de combater incêndios de forma eficiente, com objetivo de minimizar os danos à vida e ao patrimônio, desta forma, o treinamento é fundamental para otimizar a preservação da vida e do patrimônio (CBMDF, 2009).

Com relação ao procedimento de descontaminação, após o combate ao incêndio e o rescaldo, obteve-se que 77,1% indicaram que não ocorreram procedimentos de descontaminação no local, enquanto 22,9% afirmaram que houve procedimento de descontaminação no local, chamada de descontaminação grossa. Inicialmente o CBMDF (2020) publicou a Instrução Normativa nº 3 de 2020, pelo Centro de Treinamento Operacional (CETOP), que versa sobre os SDI, sendo estabelecido um protocolo de descontaminação grossa, no qual são estabelecidos procedimentos a serem realizados após os treinamentos. Porém no âmbito das ocorrências não há procedimentos de descontaminações dos EPIs protocolados, o que justifica o alto índice da não ocorrência de procedimentos de descontaminação. (MOURA, 2021)

Foi solicitado, ainda, aos respondedores se estes conseguiriam listar quais os procedimentos de descontaminação grossa foram utilizados em seus EPIs. Nesse quesito foram obtidas 30 respostas conforme o gráfico 1.

Gráfico 1 - Procedimentos de descontaminação utilizados



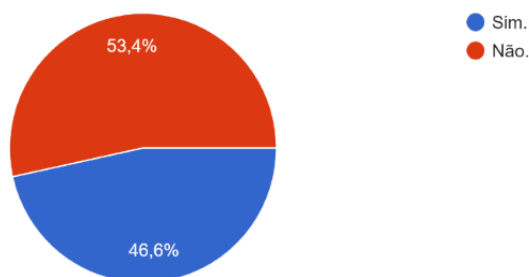
Fonte: o autor.

Dos respondentes tem-se que 80,9% já realizou a limpeza manual de seu capacete, dentre esses 40,6% realizam esta limpeza a cada incêndio confinado, outros 23,6% realizam a limpeza uma vez ao ano, 10,4% uma vez a cada mês, 8,5% a cada utilização, 7,2% não soube precisar a frequência de limpeza, 5,4% após a inspeção visual demonstrar sujidades e 3,8% a cada semana.

Assim, verificou-se não haver padronização no procedimento de limpeza dos CCIU, devido à grande quantidade de respostas divergentes, demonstrando a necessidade de protocolar um procedimento uniforme que seja de conhecimento da tropa a respeito do tema.

A última pergunta realizada questiona se o bombeiro considera que um capacete de incêndio sujo ou com marcas de queima demonstram que o bombeiro é operacional, cujas respostas se deram conforme o gráfico 2

Gráfico 2 - Correlação entre bombeiros que consideram CCIU sujo ou queimado gera a visão de bombeiro operacional.



Fonte: o autor.

De acordo com Moura (2021), alguns especialistas em operações de incêndio do CBMDF ainda demonstram que EPI não é visto apenas como uma ferramenta, mas possui uma importância simbólica, que representa rusticidade ou experiência.

Conforme o gráfico 2, quando o capacete se encontra sujo com fuligem ou mesmo queimado, tais características podem ser estendidas não só aos especialistas como a outros militares da corporação, visto pelos 46,6% que afirmaram gerar uma visão de Bombeiro operacional.

Segundo Moura (2021), alguns estudos demonstram a redução de 85% dos contaminantes HPAs utilizando água e detergente, sendo que no protocolo de descontaminação após o uso do SDI prevê apenas descontaminação com água, sendo constatado por Calvillo (2019) que este método não é eficiente para remoção de contaminantes, tanto do EPI, quanto do EPR. Então, se faz necessária a limpeza do CCIU após intervenção em incêndio confinado, com água, sabão e escovação.

O objetivo específico do trabalho baseou-se na identificação dos contaminantes, sendo realizada por meio das bibliografias que versam sobre o tema, podendo ser indicada a presença de HPAs, que se depositam aos EPIs dos bombeiros, além da aderência ao corpo dos militares. Tais substâncias apresentam propriedades carcinogênicas e mutagênicas, conforme a IARC.

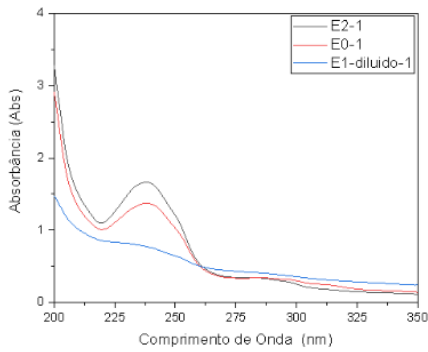
Outro objetivo específico de análise deste estudo é a eficiência no processo de limpeza para a descontaminação do capacete de combate a incêndio, que se fez por meio de análise experimental, com coletas de amostras a partir de treinamento no SDI e posterior a limpeza do EPI.

Após a análise das amostras, foram obtidos gráficos de Espectros UV/VIS, conforme a figura 4, sendo plotados pela Absorbância (Abs) versus o Comprimento de Onda (nm), representando os momentos M0, M1 e M2, para cada local de coleta, no qual (I0, I1 e I2) são as coletas internas e (E0, E1 e E2) as coletas externa ao CCIU, objetivando comparar os diferentes momentos citados.

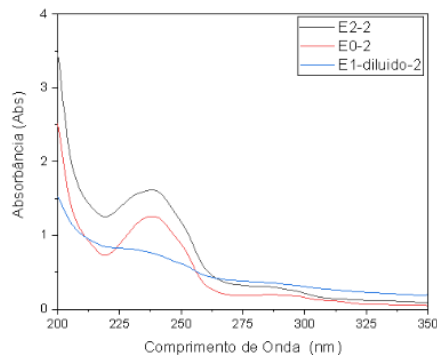
Durante o experimento, para que fosse possível visualizar as bandas (representações dos picos nos gráficos) das amostras I1 e E1 se fez necessário realizar uma diluição, diminuindo a concentração inicial em quatro vezes.

Figura 4 - Espectros UV/VIS

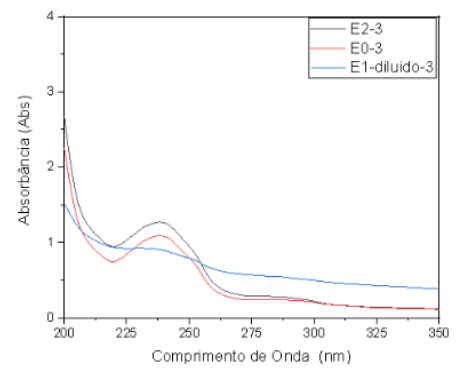
a) Espectro do CCIU 1 - Externo



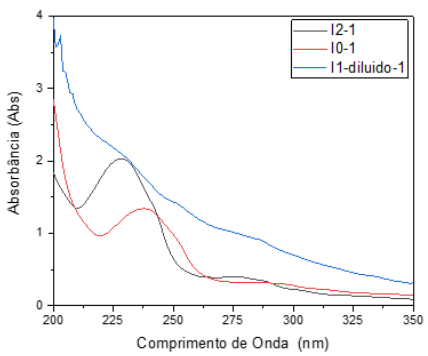
b) Espectro do CCIU 2 - Externo



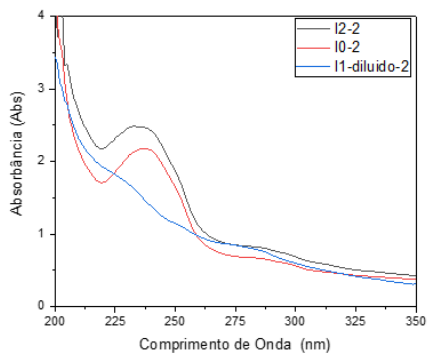
c) Espectro do CCIU 3 - Externo



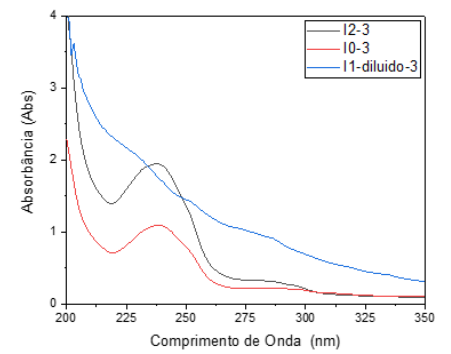
d) Espectro do CCIU 1 - Interno



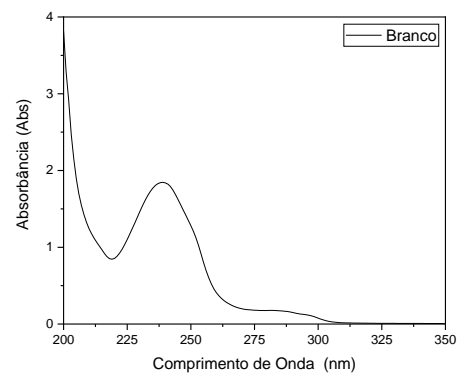
e) Espectro do CCIU 2 - Interno



f) Espectro do CCIU 3 - Interno



Fonte: o autor.

Figura 5 – Espectro UV/VIS

Fonte: o autor.

A figura 5 representa o gráfico plotado para a solução contendo o branco, que consiste na extração do swab com acetonitrila sem nenhuma contaminação, para que fosse possível compara com os gráficos obtidos na figura 4.

Durante a análise dos espectros UV/VIS verificou-se a existência de variações na absorbância, este fenômeno ocorre devido à diferença da concentração dos analitos presentes nos distintos capacetes de combate a incêndio urbano analisados.

Considerando a diluição realizada de três partes de solvente para cada parte de solução, no caso do momento M1, existem pontos dos gráficos no qual há interseções, podendo-se dizer, então, que nestes pontos a concentração de contaminantes em comparação com os momentos M0 e M2 é 75% maior, demonstrando, assim, uma maior concentração de substâncias extraídas em M2 do que os demais momentos.

Nesse ponto, traduz-se que após o procedimento de limpeza há uma diminuição na concentração de contaminantes nos CCIU de no mínimo 75%, sendo demonstrado em alguns gráficos um percentual ainda maior. Ademais, extrai-se dos gráficos a eficácia do procedimento de limpeza utilizado.

Já comparando a intensidade da absorbância presente nas amostras externas (E1) com as internas (I1), é observado que as amostras externas apresentam menor absorbância, nas bandas entre 250nm e 300nm, indicando que há uma maior concentração de analitos extraídos na parte interna do CCIU, ou seja, significa que existe uma maior deposição de contaminantes na parte interna do capacete.

Os espectros UV/VIS obtidos demonstram variações com relação ao momento M1, este fato pode ser correlacionado com a decorrência da deposição de substâncias nos CCIU de forma não homogênea durante a atuação nos simuladores SDI.

A banda acentuada presente nos momentos M0 e M2 está correlacionada ao material utilizado para a coleta amostral contendo álcool isopropanol. Esse pico não é visível no momento M1, devido à possível degradação durante a coleta, por conta da temperatura dos CCIU após intervenção no SDI 2. Sendo perceptível a presença de tais bandas na figura 5, por essa representar o gráfico plotado para a solução contendo o branco, que consiste na extração do *swab* com acetonitrila sem nenhuma contaminação.

O procedimento de limpeza realizado se mostrou eficiente na redução dos contaminantes extraídos no momento M2 após a intervenção, sendo menores que os

valores apresentados no momento M0 em comprimentos de ondas maiores que 300nm.

Resultados estes compatíveis com os obtidos por Moura (2021) e Nunes (2021) em outros EPIs de bombeiros com procedimentos de limpeza grossa e avançada utilizados por eles, respectivamente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho proposto pretende apresentar os riscos associados a não descontaminação do capacete de combate a incêndio urbano, durante a atividade bombeiro militar em ambientes sinistrados com incêndio real, devido às substâncias formadas no processo de combustão. Conforme o embasamento bibliográfico, há uma preocupação com a presença dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), por apresentarem características mutagênicas e carcinogênicas, que podem ser absorvidas pela pele, fomentando estudos correlacionados à atividade de bombeiro.

Normas internacionais foram estabelecidas com o intuito de serem implementados métodos de descontaminação do capacete de combate a incêndio, objetivando minimizar a contaminação e os riscos aos bombeiros. Desta forma, o estudo buscou analisar, por meio de simulados com fogo real, o processo de contaminação e a eficiência do procedimento de limpeza para a descontaminação destes compostos no capacete de incêndio.

Foram obtidos resultados que demonstraram a contaminação do capacete de combate a incêndio por intermédio dos gráficos de espectro UV/VIS, tornando evidente que o procedimento de limpeza aplicado gera uma descontaminação considerável do EPI em questão.

Desta forma, a implementação dos procedimentos adotados com relação à limpeza avançada do capacete de incêndio, referente à NFPA, seguem o Planejamento Estratégico do CBMDF, conforme o Objetivo 1, qual seja, “Atender às ocorrências emergenciais nos padrões internacionais”, sendo a NFPA uma organização de referência em procedimentos adotados para minimizar os riscos aos bombeiros.

Em resposta a questão norteadora deste estudo, qual seja, “Qual seria a forma mais adequada para reduzir o risco à saúde dos bombeiros, devido a contaminação durante atuação em operações de incêndio urbano, por substâncias presentes no capacete de combate incêndio urbano?”, observou-se com esse trabalho que o procedimento de limpeza realizado apresenta eficácia na diminuição de contaminantes, podendo vir a ser implementado como proposta de uma política de limpeza ao CCIU, devido ao risco de acúmulo de substâncias carcinogênicas no EPI.

5.1. Recomendações e sugestões

Contudo, outros pontos podem ser levantados, tais como o método de retirada do EPI, para evitar contaminação, assim como o procedimento de transporte e acondicionamento, para que não haja transmissão de contaminantes nas viaturas, quartéis ou mesmo no domicílio dos bombeiros.

Nesse trabalho aplicou-se um método analítico capaz de alcançar os objetivos propostos, porém existem outros procedimentos de análise química com maior grau de precisão, podendo ser acrescentadas novas informações ao tema apresentado.

Ademais, recomenda-se estudos no âmbito de outras áreas de atuação do bombeiro, como em incêndios florestais, por exemplo, nos quais há igualmente contato direto do bombeiro com diversas substâncias provenientes da combustão, ressaltando ainda a importância de pesquisas correlacionadas a outros equipamentos de proteção individual, tais como luvas de combate a incêndio urbano, balaclava entre outros em que também possam ser depositadas substâncias prejudiciais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto nº Nº 7.163, de 29 de abril de 2010.** Regulamenta o inciso I do art. 10-B da Lei no 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a organização básica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. [S. l.], 29 abr. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/D7163.htm. Acesso em: 4 jan. 2020.

CALVILLO, Anthony; HAYNES, Erin; BURKLE, Jeff; SCHROEDER, Kenny; CALVILLO, Angelo; REESE, Julie; REPONEN, Tiina. Pilot study on the efficiency of water-only decontamination for firefighters' turnout gear. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, [S. l.], v. 16, n. 3, p. 199–205, 2019. Disponível em: 99 <https://doi.org/10.1080/15459624.2018.1554287>. Acesso em: 26 jun. 2021.

CARUSO, M. S.; ALABURBA, J. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - benzo(a)pireno: uma revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 2008. v. 67, n. 1, p. 1–27.

COMENTTO. **Calculadora amostral.** Disponível em: <https://comentto.com/calculadora-amostral/>. Acesso em: 05 de abr. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL - CBMDF. **Boletim Geral** 045, de 09 de junho de 2021. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.cbm.df.gov.br/>. Acesso em: 18 jun. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL - CBMDF. **Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.** Brasília: [s.n.], 2009. Disponível em: <https://www.cbm.df.gov.br/component/edocman/?view=document&id=748>. Acesso em 4 jan. 2020.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL - CBMDF. **Manual básico de combate a incêndio: Módulo 3 - Técnicas de Combate a Incêndio.** 2ª ed. Distrito Federal: [s. n.], 2013.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL – CBMDF. **Plano estratégico do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. 2017 - 2024.** [S. l.], 15 dez. 2016. Disponível em: <https://www.cbm.df.gov.br/2012-11-12-17-42-33/2012-11-13-16-14-57?task=document.viewdoc&id=11718>. Acesso em: 2 set. 2020.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL – CBMDF. **Protocolo dos Simuladores de Desenvolvimento de Incêndio**. Boletim Geral nº 108, de 9 de junho de 2020.

FENT, Kenneth W. et al. Airborne contaminants during controlled residential fires. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 15, n. 5, p. 399-412, 2018.

FENT, Kenneth W. et al. Contamination of firefighter personal protective equipment and skin and the effectiveness of decontamination procedures. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v.14, n 10, p. 801-814, 2017.

FENT, Kenneth W. et al. Systemic exposure to pahs and benzene in firefighters suppressing controlled structure fires. **Annals of Occupational Hygiene**, v. 58, n. 7, p. 830-845, 2014.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MADUREIRA, Celso Rollemberg. **Ferramenta de gerenciamento da descontaminação e manutenção do equipamento de proteção respiratória scott** . Orientador: George Lopes Palmeira Junior. 2019. Monografia (Curso de Formação de Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2019.

MAURICIO, F. G. M. **Contribuições para a química forense: sensores para explosivos, efeito de interferentes na análise de explosivos e avaliação da ozonólise como método de descontaminação de resíduos de incêndio**. 2019. (Programa de Pós-Graduação em Química) – Universidade de Brasília, Brasília 2019.

MOURA, Fernando Dias de. **Descontaminação grossa pós intervenção em atmosferas imediatamente perigosas à vida e à saúde: uma análise dos procedimentos atualmente exequíveis às guarnições de serviço**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2021.

MSA. **F1 SF Instruction Manual: Capacete para bombeiros**. 2008. Disponível em: <https://s7d9.scene7.com/is/content/minesafetyappliances/F1%20SF%20Instruction%20Manual> .Acesso em: 03 abr. 2021.

NFPA. **NFPA 1851: Standard on Selection, Care, and Maintenance of Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting**. 2020.

Disponível em: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1851>. Acesso em: 02 abr. 2021.

NUNES, Bruno Marcelino de Almeida. **Procedimento de limpeza avançada de roupa de proteção contra incêndio urbano com padrões internacionais de segurança**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2021.

PASSARI, L. M. Z. G. et al. Estatística aplicada à química: Dez dúvidas comuns. **Química Nova**, 2011. v. 34, n. 5, p. 888–892.

PINHEIRO, P. **Perigos da inalação de fumaça em incêndios**. [S. l.], 28 jul. 2019. Disponível em: <https://www.mdsaude.com/pneumologia/fumaca-incendio/>. Acesso em: 4 jan. 2020.

RODRIGUES, Helbert Abe. **Avaliação do risco de câncer de pele melanoma nos militares responsáveis pelas instruções de combate a incêndio ministradas no Centro de Treinamento Operacional**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Altos Estudos para Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2020.

ROSA, Camilla Lana *et al.* CONSTRUÇÃO DE ESPECTROFOTÔMETRO VISÍVEL PARA FINS DIDÁTICOS. **Journal Of Exact Sciences**. Ipatinga, p. 20-25. Não é um mês válido! 2019. Disponível em: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190407_145828.pdf. Acesso em: 04 abr. 2021.

SILVA, Thiara Elisa da. **Avaliação da exposição tóxica durante a perícia de incêndios urbanos pelo CBMDF**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Brasília, 2019.

SKOOG, WEST, HOLLER, C. **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução ed. São Paulo-SP: Editora Thomson, 2006. V. 15.

STEC, A. A. et al. Occupational Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Elevated Cancer Incidence in Firefighters. **Scientific Reports**, 2018 v. 8, n. 1. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20616-6>. Acesso em: 14 jun. 2021.

VASCONCELOS, Nadja Maria Sales de. **Fundamentos da Química Analítica Quantitativa**. 2. ed. Fortaleza: Uece, 2019. 196 p. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/552910/2/Livro%20Fundamentos%20da%20Quimica%20Analitica%20Quantitativa%20.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2021.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE PESQUISA

1. Qual a sua lotação atual?
 - a) Leste.
 - b) Oeste.
 - c) Especializados.
 - d) Estou em formação.
 - e) Outros. _____
2. Você atualmente trabalha na prontidão ou no expediente?
 - a) Prontidão.
 - b) Expediente.
 - c) Estou em formação.
3. Qual é o seu posto? Ou sua graduação?
 - a) Soldado em formação.
 - b) Soldado.
 - c) Cabo.
 - d) Sargento.
 - e) Subtenente.
 - f) Cadete.
 - g) Aspirante.
 - h) Tenente.
 - i) Capitão.
 - j) Major.
 - k) Tenente Coronel.
 - l) Coronel.
4. Qual o tipo de capacete de combate a incêndio urbano pago a você pela corporação?
 - a) Gallet MSA F1SF
 - b) SICOR VFR - EVO
 - c) Drager HPS 7000
 - d) Nenhum.
 - e) Outro. _____
5. Você já adentrou um incêndio em ambiente confinado?
 - a) Sim.

- i) Ocorrência.
 - ii) Treinamento em containers.
 - b) Não
6. Após o combate e o rescaldo ocorreu algum procedimento de descontaminação dos EPIs no local?
- a) Sim.
 - b) Não.
7. Caso sim, saberia listar quais os procedimentos de descontaminação foram utilizados? (Poderá ser selecionado mais de uma opção)
- a) Ventilação por pressão positiva.
 - b) Ducha com linha de mangueira.
 - c) Escovação.
 - d) Lavagem de mão, rosto e pescoço.
 - e) Banho pós-intervenção.
 - f) Outros. _____
8. Já realizou a limpeza manual do seu capacete?
- a) Sim.
 - b) Não.
9. Saberia informar a frequência?
- a) A cada utilização.
 - b) A cada incêndio confinado.
 - c) A cada mês.
 - d) Uma vez ao ano.
 - e) Nunca.
 - f) Outros. _____
10. Você considera que um capacete de combate a incêndio sujo te trás um ar de ser mais operacional?
- a) Sim.
 - b) Não.

APÊNDICE B – ESPECTROS UV/VIS

