



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Victor Emmanuel Delfino Aleixo

**INVESTIGAÇÃO DE SOLUÇÕES QUE MINIMIZEM O RISCO DE
DESENVOLVIMENTO DE CÂNCER NOS BOMBEIROS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília - DF

2º/2020



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE QUÍMICA

Victor Emmanuel Delfino Aleixo

**INVESTIGAÇÃO DE SOLUÇÕES QUE MINIMIZEM O RISCO DE
DESENVOLVIMENTO DE CÂNCER NOS BOMBEIROS**

Trabalho de Conclusão de Curso em Bacharelado de Química apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Ingrid Távora Weber

Co-Orientadora: Profa. Ma. Aline Marcelino Arouca

Brasília - DF

2º/2020

DEDICATÓRIA

Com profunda admiração, dedico este trabalho aos meus pais Rildo e Jovita, ao meu irmão Francisco, aos meus padrinhos Zelinha e Carlão e à minha prima/irmã Andressa, vocês me incentivam a ser uma pessoa melhor a cada dia.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por todo amor, ensino, incentivo e apoio que recebo diariamente. Agradeço pela dedicação incondicional que têm por mim, vocês são meus maiores exemplos.

Ao meu irmão pela lealdade e amizade sincera. Obrigado por ser essa pessoa companheira que me incentiva a crescer na vida.

Às minhas orientadoras Ingrid Weber e Aline Arouca por me acolherem como orientando e por todos os momentos de ajuda, paciência e ensinamentos ao longo deste trabalho, vocês são pessoas incríveis.

À professora Marcella Lucena e ao professor Filipe Mauricio por aceitarem compor a banca avaliadora, contribuindo para meu desenvolvimento com sugestões e correções.

Às minhas avós, que são pessoas repletas de generosidade e afeto, sempre transmitindo a importância e os valores de uma família.

Aos meus padrinhos e tios por todo carinho e momentos de alegria e apoio, os quais são importantes para o meu desenvolvimento.

Aos meus primos e meus amigos inseparáveis de longa data por estarem comigo nos momentos bons e ruins, sempre me presenteando com alegria, positividade e copos cheios.

Aos meus amigos de graduação pela parceria e por tornarem a universidade um lugar divertido e marcante em minha vida.

Ao meu cachorro Bruno por me proporcionar felicidade e conforto a todo instante com seu companheirismo.

Ao pessoal do CBMDF e do CBMPE por contribuírem com o formulário e tornarem este trabalho possível. Em especial, ao Capitão Marcelino pela troca de informações e pela disponibilização dos pedaços de traje de bombeiro.

Aos colegas do laboratório LIMA pelas reuniões e sugestões de modificações no TCC.

RESUMO

Os bombeiros possuem uma maior incidência em casos de câncer que a população em geral devido à exposição crônica a compostos tóxicos e carcinogênicos como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e os compostos orgânicos voláteis (COVs) que são gerados pelas reações de combustão incompleta presentes em situações de incêndio. Este trabalho apresenta duas etapas. Na primeira foram avaliados os hábitos adotados pelos bombeiros e seus respectivos níveis de consciência com relação ao maior risco de desenvolvimento de câncer. Para tal, aplicou-se um formulário aos militares dos Corpos de Bombeiros do Distrito Federal (CBMDF) e de Pernambuco (CBMPE). Os resultados sugerem que existe uma boa conscientização dos bombeiros quanto à necessidade de adoção de hábitos que minimizem a exposição crônica. Contudo, há dificuldade de colocar estes hábitos em prática, provavelmente em virtude da falta de uma estrutura apropriada dentro dos quartéis. Na segunda etapa foi avaliada a eficiência de um método prático para promover a limpeza dos trajes de bombeiros que seja alternativo ao método convencional (uso de máquina de lavar). Para isso, avaliou-se a degradação de uma mistura de HPAs e COVs por meio da fotólise, uma variante dos Processos Oxidativos Avançados (POAs) que consiste na irradiação de luz sobre os compostos tóxicos, fornecendo energia para que haja a degradação de compostos tóxicos em moléculas menores a partir de radicais reativos e, assim, formar moléculas que não prejudiquem a saúde. O método de fotólise também foi comparado com um método que simulava a lavagem por máquina de lavar. Este foi adaptado para o uso de um balde em conjunto com um agitador mecânico. Observou-se que a fotólise mostrou ser o método mais vantajoso e adequado neste estudo, apresentando uma média de $79 \pm 6\%$ de degradação dos compostos tóxicos, além de ser um método de baixo custo e a seco. Em contrapartida, a lavagem por máquina de lavar adaptada apresentou uma média de apenas $47 \pm 11\%$ de degradação dos compostos, além de mostrar um desvio padrão elevado, caracterizando a falta de homogeneidade neste método de limpeza.

Palavras-chave: bombeiros, câncer, HPAs, hábitos adotados, descontaminação, fotólise.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura Química das 16 moléculas de HPAs listadas pela EPA como principais poluentes do meio ambiente ⁵	10
Figura 2 – EPIs utilizados no combate a incêndios pelos militares do CBMDF ⁹	11
Figura 3 – Degradação do naftaleno através de fotólise ¹³	13
Figura 4 – Compostos utilizados no teste de fotólise.....	15
Figura 5 – (a) Peça de traje doado pelo CBMDF ; (b) As três camadas do traje de combate a incêndios ; (c) Os pedaços de traje cortados e costurados em formato de círculos.....	17
Figura 6 – (a) Caixa adaptada para fotólise com a luz acesa ; (b) Caixa com as três amostras (triplicata) para o desenvolvimento do experimento.....	18
Figura 7 – Material utilizado para simular uma máquina de lavar.....	18
Figura 8 – Faixa etária dos militares participantes da pesquisa.....	20
Figura 9 – Tempo de serviço prestado pelos bombeiros.....	20
Figura 10 – EPIs utilizados durante o combate a incêndios florestais.....	21
Figura 11 – EPIs utilizados durante o combate a incêndios urbanos.....	21
Figura 12 – Periodicidade de contato com produtos químicos perigosos.....	22
Figura 13 – Locais de armazenamento do traje de combate a incêndios.....	23
Figura 14 – Local de lavagem dos trajes de combate a incêndios.....	24
Figura 15 – Modo de lavagem dos trajes de combate a incêndios.....	24
Figura 16 – Quantidade de trajes que os militares possuem.....	25
Figura 17 – Periodicidade de lavagem dos trajes de combate a incêndio.....	26
Figura 19 – Mecanismo/orientações para redução do risco de câncer promovido pelos quartéis.....	28
Figura 20 – Mecanismo/orientações para redução do risco de câncer promovido pelo Estado.....	28
Figura 21 – Afirmativas relacionadas à diminuição do risco de desenvolvimento de câncer.....	29
Figura 22 – Periodicidade de contato com produtos químicos perigosos do CBMDF.....	31
Figura 23 – Periodicidade de contato com produtos químicos perigosos do CBMPE.....	31
Figura 24 – Local de lavagem dos trajes de combate a incêndios do CBMDF e do CBMPE.....	32
Figura 25 – Quantidade de trajes que os militares do CBMDF e do CBMPE possuem.....	33
Figura 26 – Periodicidade de lavagem dos trajes de combate a incêndio no CBMDF e no CBMPE.....	34
Figura 27 – Espectros UV-vis obtidos para as amostras T0, Lavagem, T3 e Branco em acetoneitrila.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Preparo da mistura dos 4 compostos utilizados.....	16
Tabela 2 – Processo de lavagem recomendado pela NFPA.	19
Tabela 3 – Percentuais de degradação da mistura.	36

LISTA DE ABREVIACÕES

CBMDF – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

CBMPE – Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco

COVs – Compostos Orgânicos Voláteis

EPA – Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos (*Environmental Protection Agency*)

EPIs – Equipamentos de Proteção Individual

EPR – Equipamento de Proteção Respiratória

GPRAM – Grupamento de Proteção Ambiental

GPCIU – Grupamento de Prevenção e Combate a Incêndio Urbano

HPAs – Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

IFB – Instituto Federal de Brasília

LIMA – Laboratório de Inorgânica e Materiais

NFPA – Associação Nacional de Proteção contra Fogo (*National Fire Protection Association*)

PPF1 – Respirador descartável semifacial filtrante para proteção das vias respiratórias contra poeiras e névoas

PPF2 – Respirador descartável semifacial filtrante para proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas e fumos

PPF3 – Respirador descartável semifacial filtrante para proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas, fumos e radionuclídeos

POAs – Processos Oxidativos Avançados

UnB – Universidade de Brasília

UV-vis – ultravioleta-visível

9-M.A. – 9-metilantraceno

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo Geral.....	14
2.2. Objetivos Específicos	14
3. METODOLOGIA	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1. Formulários enviados aos Corpos de Bombeiros	19
4.1.1. Análise geral dos formulários.....	19
4.1.2. Comparação entre CBMDF e CBMPE.....	30
4.2. Teste de fotólise	34
5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	37
5.1. Conclusões	37
5.2. Perspectivas	38
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE A – Formulário aplicado aos bombeiros (compilado CBMDF + CBMPE)	42
APÊNDICE B – Curva analítica da mistura dos compostos	51

1. INTRODUÇÃO

As reações de combustão incompletas podem gerar diversas substâncias tóxicas. Dentre elas, estão os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), os compostos orgânicos voláteis (COVs) e vários outros compostos orgânicos e inorgânicos^{1,2}. Os HPAs são poluentes ambientais, geralmente compostos por dois ou mais anéis aromáticos condensados, obtidos pela combustão incompleta de matéria orgânica, como carvão, óleos, gasolina e madeira³. Os COVs, por sua vez, são compostos caracterizados pela sua alta volatilidade, e também são poluentes nocivos. Muitos desses compostos (HPAs e COVs) são considerados como carcinogênicos ou podem causar algum efeito adverso, prejudicial à saúde^{2,4}.

Os HPAs, mais especificamente, enquadram-se como um dos maiores grupos de poluentes do meio ambiente. A Agência de Proteção do Meio Ambiente dos Estados Unidos (do inglês, *Environmental Protection Agency*, EPA) incluiu 16 moléculas de HPAs na lista de principais poluentes (**Figura 1**), os quais são potenciais agentes carcinogênicos e/ou mutagênicos⁵. Os HPAs podem ser liberados no meio ambiente por meio de vários processos, como vazamento ou infiltração de petróleo, por exemplo⁶. Entretanto, a combustão incompleta de matéria orgânica a elevadas temperaturas é a fonte principal dessas moléculas.

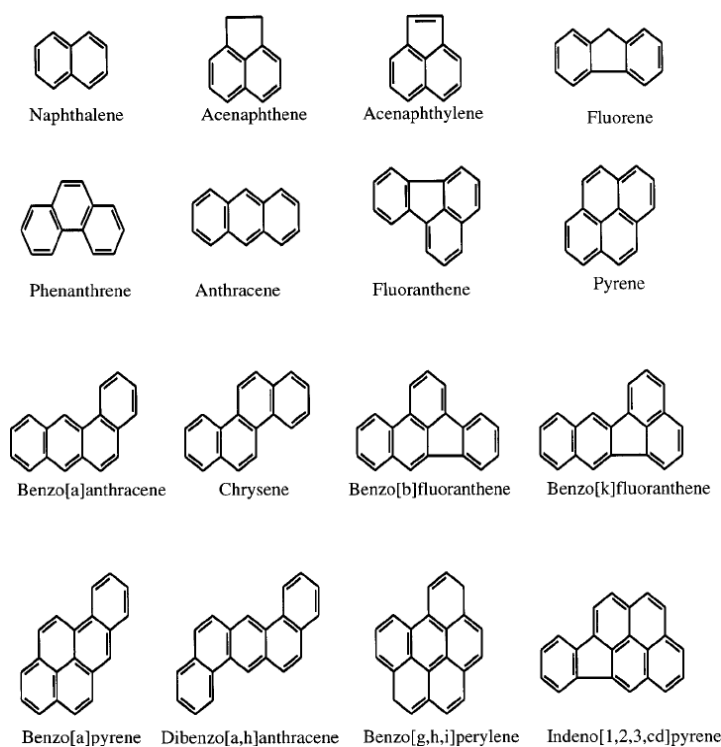


Figura 1 – Estrutura Química das 16 moléculas de HPAs listadas pela EPA como principais poluentes do meio ambiente⁵.

O Corpo de Bombeiros é frequentemente acionado para, entre outras ações, controlar ocorrências de incêndios. Dessa forma, os combatentes estão constantemente em contato com os compostos tóxicos e carcinogênicos, como HPAs e COVs, visto que nos incêndios ocorrem combustões incompletas pela presença de temperaturas mais baixas que as necessárias para combustão completa e/ou pela deficiência de O₂ no ambiente. Esse fato instigou a realização de pesquisas que chegaram à conclusão de que bombeiros possuem uma maior incidência em casos de câncer que a população em geral. Um estudo publicado em 2013, o qual foi realizado com 29.993 bombeiros dos Estados Unidos, constatou que os bombeiros possuem um risco superior em 9% de serem diagnosticados com câncer e apresentam 14,9% a mais de chances de falecimento pela doença comparado à população em geral dos Estados Unidos. Nos bombeiros, a maioria dos casos estava relacionada aos sistemas digestório e respiratório⁷.

Esse risco aumentado de desenvolver câncer se dá, em boa parte, pela exposição crônica a compostos tóxicos, como HPAs e COVs. A contaminação ocorre tanto nos momentos em que os bombeiros estão realizando a contenção do incêndio quanto nos períodos posteriores à ação, devido ao contato com trajes e Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) contaminados. A entrada dos HPAs no corpo humano se dá por meio de duas formas majoritárias: a inalação, quando o indivíduo respira o ar contaminado pelos compostos, e a absorção através da pele. Há indícios de que a maior contaminação é obtida por absorção, mais especificamente na região do pescoço, dado que o capuz, incluso nos EPIs, promove um baixo nível de proteção à pele⁸. Outra parte da contaminação pode ser oriunda do contato com os trajes (**Figura 2**) que ainda não foram higienizados, isto é, com uma elevada possibilidade de apresentarem quantidades consideráveis de HPAs impregnados. A exposição prolongada a ambientes de combate a incêndios e o contato com EPIs contaminados caracterizam uma exposição crônica, que é mais danosa à saúde e proporciona o desenvolvimento de doenças como câncer.



Figura 2 – EPIs utilizados no combate a incêndios pelos militares do CBMDF⁹.

No cenário atual, uma das grandes barreiras enfrentadas é a limpeza eficiente dos EPIs. O uso de máquinas de lavar, método de limpeza utilizado atualmente, causa uma considerável degradação das fibras dos equipamentos. Sabe-se que os trajes de combate a incêndio possuem um preço bastante elevado. Em licitação feita pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) em 2017, o valor estimado foi de € 1.419,58 (mil quatrocentos e dezenove euros e cinquenta e oito centavos)¹⁰. Portanto, por se tratar de um equipamento de alto custo, a limpeza recorrente por máquina de lavar é evitada, para que se mantenha a integridade do traje.

Alguns métodos alternativos de limpeza foram analisados por Fent *et al.*². No trabalho, os autores avaliam três tipos de descontaminação. O primeiro consiste em enxaguar o traje com água, em seguida borrifar uma mistura de detergente e água e esfregar o equipamento com uma escova industrial, depois enxaguando até a remoção da espuma gerada. Este método apresentou uma descontaminação relativamente eficiente, removendo 85% dos compostos HPAs. Entretanto, torna o traje inutilizável durante o período necessário para secar o tecido, além da possibilidade da escovação danificar as fibras. O segundo método consiste na raspagem com a escova no traje a seco, e apresentou uma remoção de 23% dos compostos policíclicos aromáticos. E, no terceiro, aplica-se um jato de ar comprimido sobre a superfície do EPI, com apenas 2% de redução dos compostos analisados. Logo, os dois últimos métodos apresentaram baixa eficiência.

Destarte, percebe-se que existe uma situação preocupante, a qual demanda uma investigação detalhada para chegar a uma solução tecnológica satisfatória. O desenvolvimento de um método eficaz de limpeza que minimize danos aos trajes e a adoção de rotinas que busquem diminuir a elevada exposição aos compostos carcinogênicos HPAs podem reduzir o risco de câncer.

Os Processos Oxidativos Avançados (POAs) são processos utilizados para a degradação de compostos poluentes através da formação de radicais livres, principalmente o radical hidroxila ($\cdot\text{OH}$), devido ao elevado poder oxidante¹¹. Mauricio¹² testou em seu trabalho a aplicação da ozonólise, uma variante dos POAs, como método de degradação de HPAs. Esta ozonólise consistiu na incidência de fluxo de O_3 sobre pedaços de trajes de bombeiros que continham soluções de pireno e 9-metilantraceno. Entretanto, foram constatados baixos percentuais de degradação (14% para o pireno e 36% para o 9-metilantraceno em 60 minutos de incidência de fluxo de O_3 sobre as amostras).

A fotólise também é uma variante dos POAs e consiste na irradiação de luz sobre amostras. Com a energia fornecida, espera-se que haja a degradação dos compostos presentes, idealmente, em CO₂ e H₂O. Em alguns casos não é possível obter a degradação completa (CO₂ e H₂O), contudo, moléculas menores são formadas a partir de radicais reativos. Estas moléculas tendem a ser menos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. A **Figura 3** mostra um exemplo de mecanismo de reação de degradação típico para HPA's, a partir da degradação do naftaleno através da fotólise em meio aquoso.

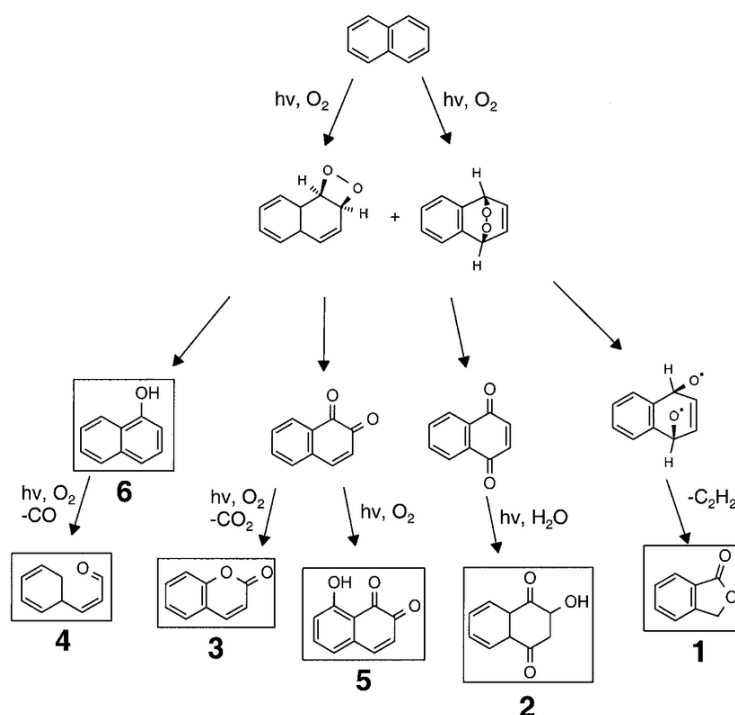


Figura 3 – Degradação do naftaleno através de fotólise¹³.

Diante do cenário apresentado, o presente trabalho propõe contribuir com a busca de soluções que minimizem o risco à saúde dos bombeiros. Primeiramente, foi realizada uma pesquisa com bombeiros do Corpo de Bombeiros do Distrito Federal (CBMDF) e do Corpo de Bombeiros de Pernambuco (CBMPE) com o objetivo de avaliar os hábitos adotados pelos bombeiros em relação à limpeza e armazenamento dos EPIs e se os profissionais estão cientes do risco de surgimento de câncer. Em segundo lugar, foi avaliada a eficiência de um método prático, de baixo custo e a seco para promover a limpeza dos trajes e equipamentos utilizados e, dessa forma, diminuir os riscos destes profissionais desenvolverem câncer. Para esta finalidade, foi testada a fotólise como método alternativo ao uso de máquinas de lavar.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral contribuir com a busca de soluções que minimizem o risco de desenvolvimento de câncer nos bombeiros visto o maior acometimento desses profissionais quando comparado à população em geral.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar o nível de consciência de bombeiros em relação ao risco aumentado de desenvolvimento de câncer.
- Identificar hábitos adotados pelos bombeiros em relação à limpeza e ao armazenamento dos EPIs.
- Avaliar a eficiência do método de fotólise na degradação dos compostos HPAs e COVs impregnados em tecido, simulando um traje de bombeiro.

3. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta duas etapas distintas. A primeira consiste em uma pesquisa exploratória que foi realizada com os Grupamentos de Bombeiro Militar do Distrito Federal (CBMDF) e de Pernambuco (CBMPE). A finalidade desta pesquisa é investigar a rotina dos bombeiros em relação à limpeza e ao armazenamento dos EPIs e, a partir desses dados, avaliar se é possível propor iniciativas para minimizar os riscos de desenvolvimento de câncer nos bombeiros.

Para esse fim, utilizamos como instrumento de coleta de dados um formulário online (**Apêndice A**), contendo vinte e oito perguntas, o qual foi elaborado especificamente para este trabalho e aplicado por meio da plataforma Formulários Google. Direcionou-se um formulário aos bombeiros do Distrito Federal e outro aos bombeiros de Pernambuco, contendo as mesmas perguntas. Na elaboração das perguntas, além de investigar os hábitos adotados, também recolhemos informações pessoais, como a idade e o tempo de serviço dentro do Corpo de Bombeiros Militar. O formulário foi aplicado de forma em que as repostas fossem anônimas.

A coleta de dados foi realizada no período de setembro de 2020 a fevereiro de 2021. Foram consideradas 137 respostas no total, sendo 79 do Distrito Federal e 58 de Pernambuco. No DF, a pesquisa foi realizada principalmente com os militares do Grupamento de Proteção Ambiental (GPRAM) e Grupamento de Prevenção e Combate a Incêndio Urbano (GPCIU), visto que estes são os quartéis que mais atendem a ocorrências de incêndios florestais e urbanos. Já em Pernambuco, o formulário foi aplicado em diversos quartéis, por exemplo, o 1º e o 6º Grupamento de Bombeiros.

A partir dos dados recolhidos, realizou-se uma análise a respeito dos hábitos empregados, atentando-se à identificação de hábitos que pudessem representar um risco a saúde dos bombeiros e observando se é possível propor iniciativas que ajudem a minimizar tal risco.

Na segunda etapa, o objetivo foi avaliar a eficiência do método de fotólise usando luz branca, um variante dos Processos Oxidativos Avançados (POAs), na degradação de compostos orgânicos tóxicos e/ou poluentes. Este processo consiste na utilização de luz para formar radicais que reagem com os compostos orgânicos, visando a mineralização destes, isto é, transformá-los em CO₂ e H₂O.

Dessa forma, a fotólise com luz branca foi testada como forma de degradação de uma mistura dos compostos pireno, 9-metilantraceno, bis (2-etilhexil)ftalato e fenol (**Figura 4**). Essa mistura é composta por dois HPAs, um ftalato e um COV, respectivamente. A escolha desses compostos foi baseada no fato de serem substâncias comumente encontrados nos EPIs dos bombeiros, segundo o trabalho de Fabian *et al.*¹⁴.

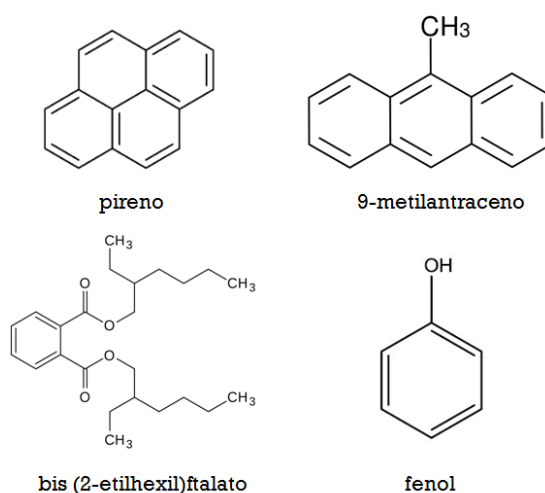


Figura 4 – Compostos utilizados no teste de fotólise.

Preparou-se 100 mL de uma mistura com todos os 4 compostos envolvidos, na concentração total de aproximadamente 0,01 mol/L. Para este propósito, foram preparados 25 mL de soluções contendo aproximadamente $2,5 \cdot 10^{-4}$ mol de cada composto, utilizando acetonitrila como solvente. Posteriormente, estas soluções foram transferidas para um mesmo recipiente, totalizando 100 mL de solução. Esta mistura foi denominada de solução mãe. A **Tabela 1** mostra as massas e números de mols utilizados.

Tabela 1 – Preparo da mistura dos 4 compostos utilizados.

	Pireno	9-M.A.	Fenol	Ftalato	Solução Mãe
Massa Pesada	0,0507 g	0,0489 g	0,0267 g	0,0943 g	-
Massa Molar	202,25 g/mol	192,26 g/mol	94,11 g/mol	390,56 g/mol	-
Número de mols	$2,507 \cdot 10^{-4}$ mol	$2,543 \cdot 10^{-4}$ mol	$2,837 \cdot 10^{-4}$ mol	$2,414 \cdot 10^{-4}$ mol	$1,030 \cdot 10^{-3}$ mol
Volume	25 mL	25 mL	25 mL	25 mL	100 mL
Concentração	0,06268 mol/L	0,06358 mol/L	0,07093 mol/L	0,06035 mol/L	0,01030 mol/L

Foram doados pelo CBMDF alguns pedaços de traje de combate a incêndio. Estes foram previamente lavados através de uma breve escovação com água e sabão. Sabe-se que este tipo de traje é constituído por três camadas: tecido externo, barreira impermeável e linha de proteção térmica. Assim, os pedaços de trajes foram recortados e costurados em forma de círculos com 10 cm de diâmetro. Nestes círculos, foram realizadas 4 amostras experimentais, denominadas branco, T₀, fotólise e simulação de lavagem por máquina de lavar. Todas as foram feitas em triplica. O branco representa a extração do tecido limpo, sem deposição da solução mãe. O T₀ representa a extração do tecido logo após a solução mãe ser depositada, esperando apenas 10 minutos para secagem. A fotólise e a lavagem por máquina de lavar serão explicadas na sequência do trabalho. Todas as etapas do experimento foram conduzidas no Laboratório de Inorgânica e Materiais (LIMA) da Universidade de Brasília (UnB) e no Instituto Federal de Brasília (IFB) – Campus Samambaia.

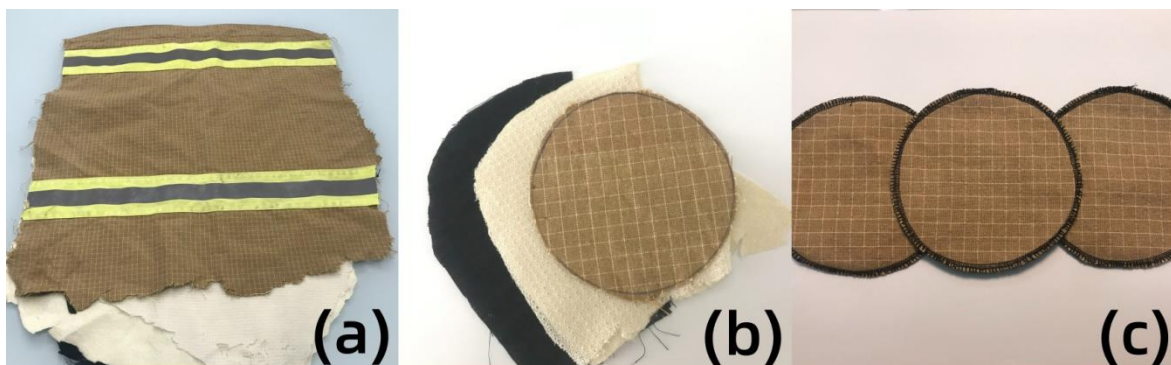


Figura 5 – (a) Peça de traje doado pelo CBMDF ; (b) As três camadas do traje de combate a incêndios ; (c) Os pedaços de traje cortados e costurados em formato de círculos.

Em todas as amostras, com exceção do branco, houve a deposição de 1,8 mL da solução mãe sobre cada círculo com o auxílio de uma micropipeta. Para a extração foram adicionados 80 mL de acetonitrila em um béquer contendo o fragmento de traje. Este béquer foi levado ao ultrassom por 20 minutos para promover a extração. Os materiais extraídos foram armazenados em frascos e posteriormente analisados no espectrofotômetro UV-vis, modelo Cary 5000 da Central Analítica da UnB (espectro na faixa de 220-400 nm).

A quantificação foi feita mediante uma curva analítica previamente construída (**Apêndice B**). O percentual de degradação foi calculado conforme a **Equação 1**, onde “T3” representa o teste de fotólise no período de 3 dias e “Lavagem” representa a simulação de lavagem por máquina de lavar. Para encontrar a concentração das amostras T0, T3 e Lavagem, foi subtraída a área integrada do branco de suas respectivas áreas integradas pelos espectros UV-vis e, posteriormente, utilizou-se a equação da reta da curva analítica.

$$\text{Percentual de degradação} = \left(1 - \frac{\text{Concentração}_{T3 \text{ ou Lavagem}}}{\text{Concentração}_{T0}}\right) \times 100(\%)$$

Equação 1 – Cálculo do percentual de degradação da solução mãe.

Para a realização do experimento de fotólise, utilizou-se uma caixa adaptada com luz branca de 250 W, modelo E27 da marca Luz Sollar. Nas laterais da caixa foram colocados ventiladores para promover a circulação do ar. As amostras permaneceram na caixa adaptada com incidência de luz branca durante o período de 3 dias (72 horas) logo após a deposição de 1,8 mL da solução mãe em cada pedaço de traje. A **Figura 6** apresentada abaixo mostra a estrutura da caixa adaptada.

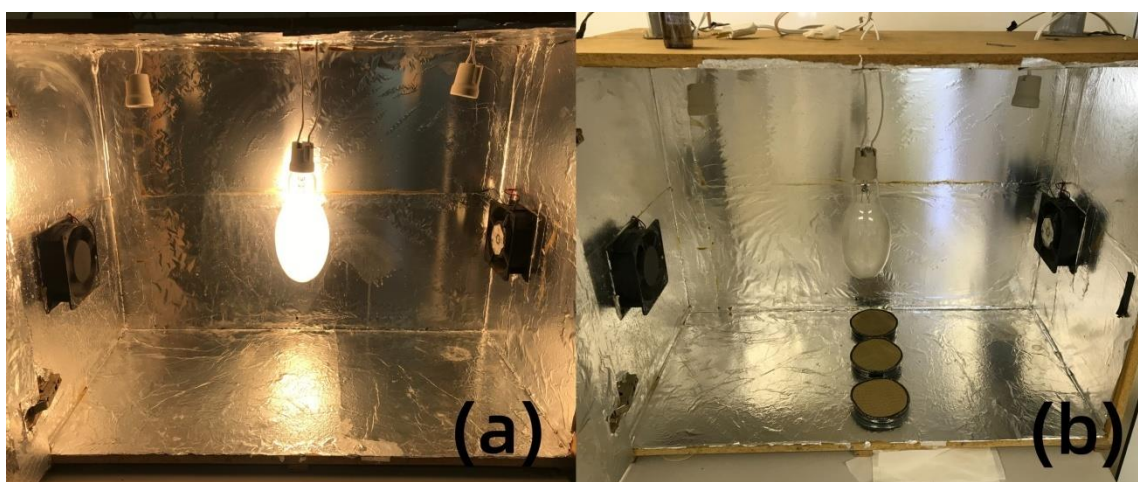


Figura 6 – (a) Caixa adaptada para fotólise com a luz acesa ; (b) Caixa com as três amostras (triplicata) para o desenvolvimento do experimento.

Além disso, também foi testado o método de simulação de lavagem por máquina de lavar para que fosse possível realizar uma comparação com o método da fotólise. Entretanto, devido ao fato das amostras serem apenas 3 círculos de 10 cm de diâmetro, caso fosse realizada a lavagem em máquina de lavar, haveria um erro considerável pela diluição proveniente da grande quantidade de água utilizada neste tipo de lavagem. Por isso, foram utilizados um balde e um agitador mecânico para simular uma máquina de lavar (**Figura 7**). O processo de lavagem foi realizado buscando atender as recomendações da *National Fire Protection Association* (NFPA) e é apresentado na **Tabela 2**. Em cada ciclo, com exceção do ciclo de drenagem, foram adicionados 4 L de água. Nos ciclos de lavagem, também foi adicionado 1 mL de detergente líquido comercial para roupas, da marca Brilhante – Limpeza Total.



Figura 7 – Material utilizado para simular uma máquina de lavar.

Tabela 2 – Processo de lavagem recomendado pela NFPA.

Ciclo	Descrição	Tempo
Ciclo 1	Lavar pela 1ª vez	20 minutos
Ciclo 2	Lavar pela 2ª vez	10 minutos
Ciclo 3	Drenagem	4 minutos
Ciclo 4	Enxaguar pela 1ª vez	5 minutos
Ciclo 5	Enxaguar pela 2ª vez	10 minutos
Ciclo 6	Enxaguar pela 3ª vez	5 minutos
Ciclo 7	Enxaguar pela 4ª vez	5 minutos

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Formulários enviados aos Corpos de Bombeiros

A respeito da aplicação do formulário aos bombeiros, foram feitas duas análises distintas. A primeira consistiu na análise das respostas em conjunto, isto é, considerando todas as 137 respostas. Em seguida, realizou-se uma análise separada de cada grupo de respostas, do Distrito Federal e de Pernambuco, respectivamente. Dessa forma, foi possível avaliar as principais diferenças de rotinas adotadas entre Corpos de Bombeiros Militares de duas unidades federativas do Brasil.

4.1.1. Análise geral dos formulários

Nesta análise, foram consideradas 137 respostas, sendo 79 do CBMDF e 58 do CBMPE. Ressalta-se que os formulários foram aplicados de forma anônima e os dados obtidos foram tratados exclusivamente para fins de investigação científica. Inicialmente, foi avaliada a faixa etária dos participantes para que se tenha um parâmetro relacionado à identificação. A **Figura 8** apresenta as idades dos militares participantes. Nota-se que a grande maioria (88,3% da amostra) está na faixa etária entre 30 e 50 anos. Em contrapartida, a menor porção encontra-se na faixa de 50 a 60 anos. Também foi perguntado sobre o tempo de serviço que cada bombeiro tinha realizado até o momento da resposta ao formulário. O

gráfico da **Figura 9** apresenta as respostas recebidas, mostrando bastante variedade entre os tempos de serviço prestados.

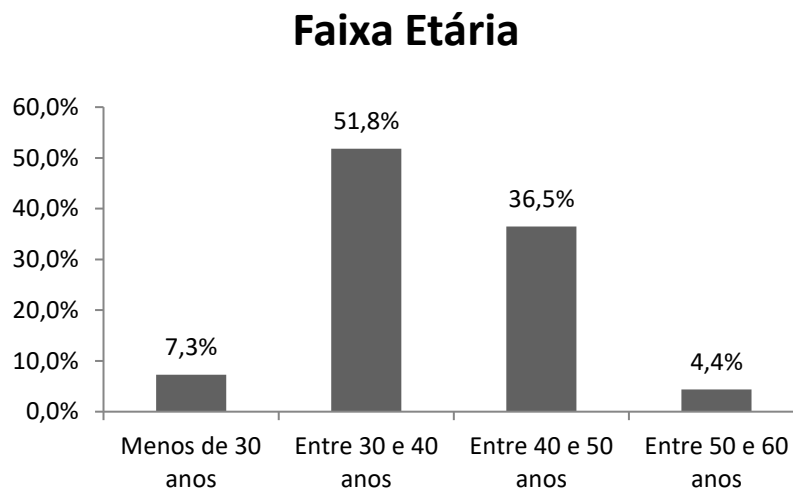


Figura 8 – Faixa etária dos militares participantes da pesquisa.

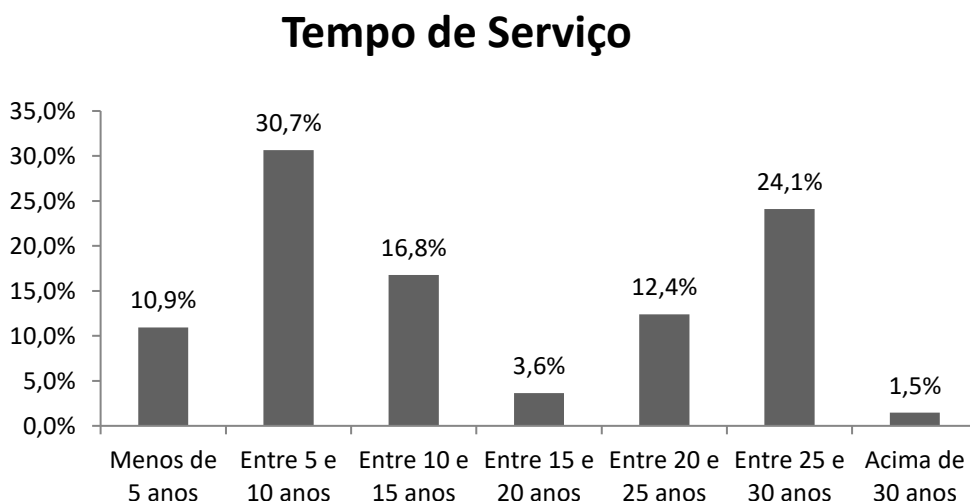


Figura 9 – Tempo de serviço prestado pelos bombeiros.

No prosseguimento do trabalho, foram feitas perguntas relativas aos equipamentos que são utilizados em incêndios florestais e urbanos. As respostas recebidas são apresentadas pelos gráficos das **Figuras 10 e 11**. Esse tipo de informação permite a identificação e uma análise de quais equipamentos são mais utilizados em cada tipo de incêndio.

EPIs utilizados durante o combate a incêndios florestais

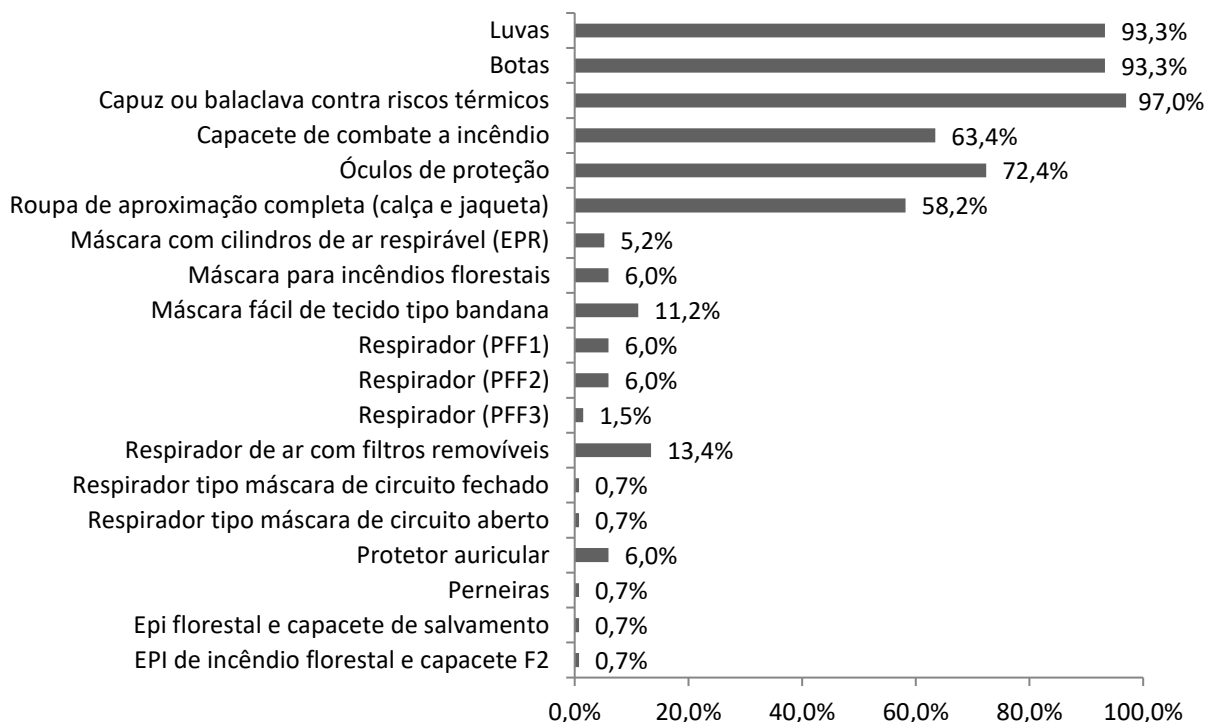


Figura 10 – EPIs utilizados durante o combate a incêndios florestais.

EPIs utilizados durante o combate a incêndios urbanos

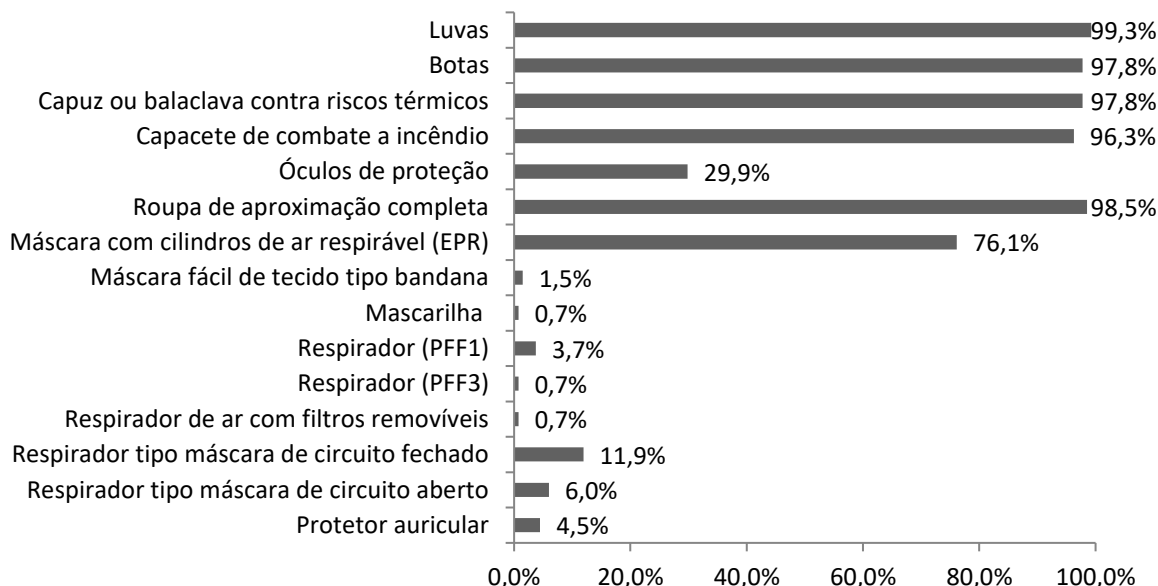


Figura 11 – EPIs utilizados durante o combate a incêndios urbanos.

É interessante notar a diferença dos equipamentos utilizados em incêndios urbanos e florestais. Percebe-se que equipamentos como a máscara com cilindros de ar respirável (EPR), a roupa de aproximação completa (calça e jaqueta) e o capacete são mais utilizados em

casos de incêndios urbanos. Isso deve estar relacionado com o fato de que esse tipo de incêndio ocorre em locais mais fechados quando comparado aos incêndios florestais. Em contrapartida, o uso de óculos de proteção é mais recorrente no tipo florestal, para suprir a ausência das máscaras de respiração (EPR). Nota-se também que apenas 58,2% dos bombeiros utilizam a roupa de aproximação completa em casos de incêndios florestais. Este é um fator que pode estar contribuindo para o maior risco de desenvolvimento de câncer nesta população, visto que o cenário ideal seria que todos os incêndios fossem combatidos com a máxima proteção para toda a área da pele do corpo.

Na sequência, foi avaliada a periodicidade de contato com produtos químicos perigosos (por exemplo: líquidos inflamáveis, substâncias oxidantes, gases e substâncias tóxicas) durante o ofício dos bombeiros. Assim, foi possível identificar porções da amostra que mantêm contato breve ou prolongado com substâncias perigosas.

A maior frequência de resposta foi observada para a opção “Semanalmente”, com 33,6%. Não obstante, o contato mensal com produtos perigosos também apresenta uma porcentagem expressiva, com 29,2%. Com isso, sabe-se que a maioria dos militares apresenta, no mínimo, uma exposição mensal a substâncias tóxicas, oxidantes ou inflamáveis. Por outro lado, é importante destacar que 16,1% da amostra responderam que não entram em contato com estas substâncias. Provavelmente, uma parcela dos que escolheram esta alternativa não consideram o combate a incêndios como uma exposição a substâncias tóxicas, visto que apenas 4,4% da amostra declararam não realizar nenhum tipo de combate a incêndios (urbanos e florestais).

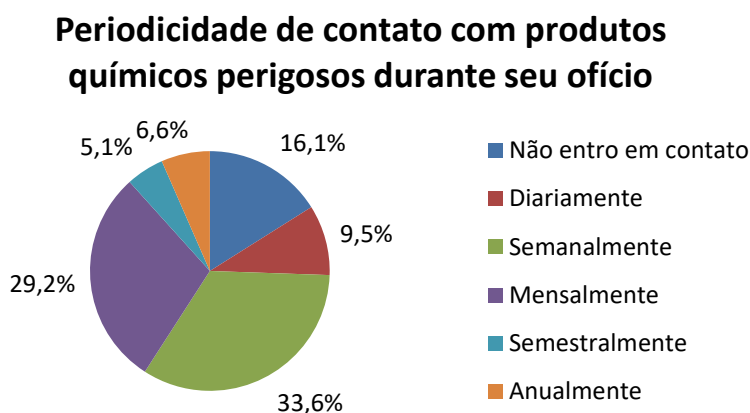


Figura 12 – Periodicidade de contato com produtos químicos perigosos.

O armazenamento inadequado de trajes e/ou equipamentos com HPAs impregnados pode ser um fator contribuinte para a contaminação dos bombeiros, aumentando o risco de desenvolvimento de câncer. Logo, o local de armazenamento do traje também foi levado em consideração nos formulários. A **Figura 13** mostra as respostas recebidas: 57,3% dos bombeiros armazenam os trajes em armário específico dentro da corporação, o que sugere um armazenamento seguro, evitando uma contaminação desnecessária. Por outro lado 16,0% dos militares armazenam os trajes em armários junto com as demais roupas e 14,7% mantêm as roupas de combate em veículos domésticos. Essas duas formas de armazenamento podem contribuir para a contaminação dos usuários e sugere que seria importante a existência de um local específico, dentro dos quartéis, para o estoque dos trajes de combate.

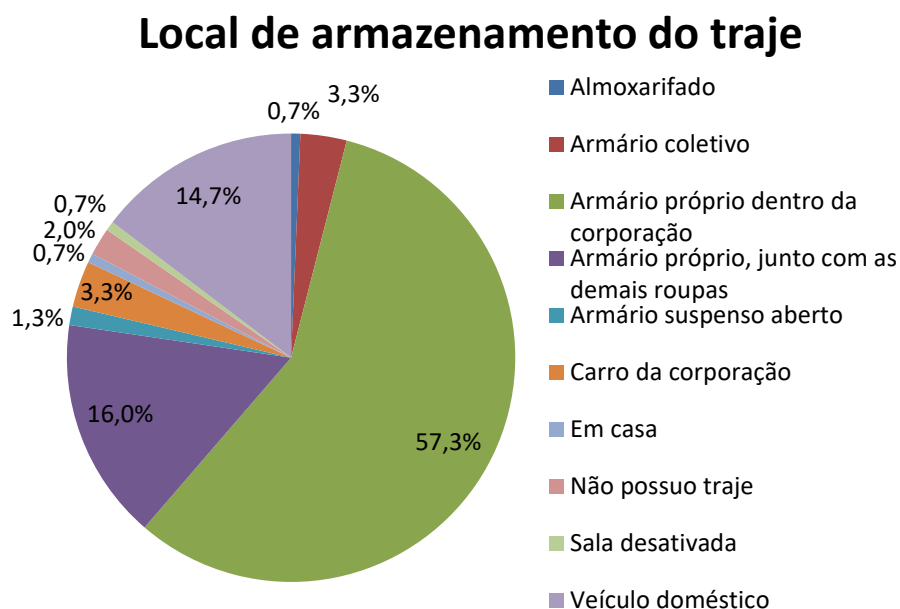


Figura 13 – Locais de armazenamento do traje de combate a incêndios.

Em seguida, foi avaliado o local e o modo de lavagem dos trajes de combate a incêndios. As **Figuras 14 e 15** mostram as respostas obtidas para este quesito. Observa-se que 65,3% dos bombeiros realizam a lavagem em casa. Estes dados nos sugerem que não existe uma estrutura adequada nos quartéis de bombeiros para a limpeza dos trajes, o que também pode contribuir para uma frequência reduzida de lavagem do traje. Como os militares tendem a realizar a lavagem em casa, é interessante avaliar a possibilidade de uma contaminação de familiares ou indivíduos que morem junto com os bombeiros, devido à exposição aos trajes com HPAs impregnados em seus domicílios.

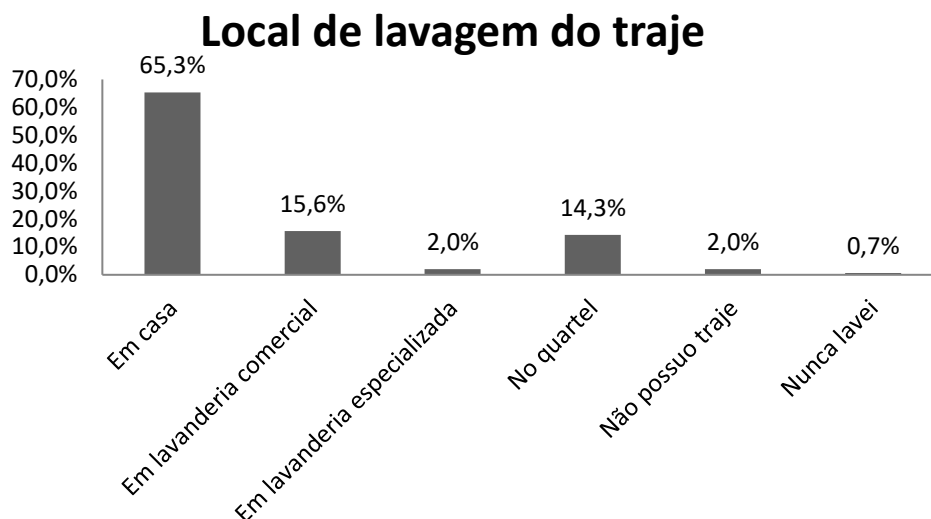


Figura 14 – Local de lavagem dos trajes de combate a incêndios.

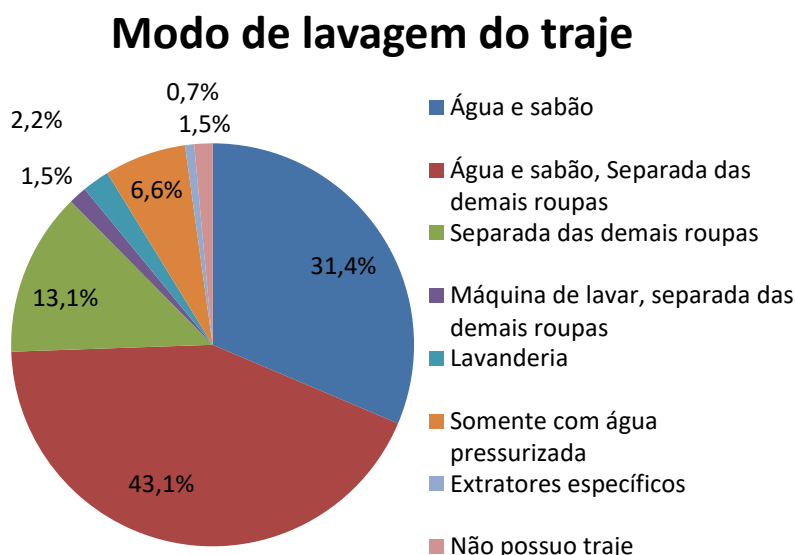


Figura 15 – Modo de lavagem dos trajes de combate a incêndios.

Com relação à pergunta sobre modo de lavagem, observou-se que esta foi mal elaborada. Entre as alternativas, havia as possibilidades “Água e sabão”, “Água e sabão, separada das demais roupas” e “Separada das demais roupas”, as quais não permitem precisar como a lavagem é feita. Para as respostas “lavagem separada das demais roupas” não foi possível identificar o método de lavagem aplicado pelos bombeiros que marcaram esta opção (manual, máquina, etc). Além disso, a opção “água e sabão” também deixa margem a dúvidas com relação ao modo de realização da lavagem, não sendo especificado se este método consiste numa lavagem por máquinas de lavar, lavagem em um tanque com escovação de

sabão, ou aplicação de água pressurizada com sabão. Este ponto merece uma investigação mais detalhada em trabalhos futuros.

Entretanto, no início de janeiro de 2021, teve-se a oportunidade de observar uma simulação preparatória para incêndios do CBMDF e conhecer o instrutor dessa divisão. Em conversa informal com este profissional, foi explicado que a lavagem convencional é por meio de máquinas de lavar e, algumas vezes após o combate de incêndios, há uma breve descontaminação do traje com a aplicação de um jato de água sobre o traje, podendo ou não haver a aplicação de uma solução de sabão/detergente por meio de uma escova.

De qualquer forma, observa-se que a grande maioria realiza a lavagem com água e sabão, totalizando 74,5% da amostra (31,4% + 43,1%). Fent *et al.*² mostraram que lavar o traje com água e sabão e esfregando o equipamento com uma escova industrial é capaz de retirar 85% de HPAs dos trajes. Entretanto, não é possível confirmar se a resposta “água e sabão” dos bombeiros representa a mesma metodologia de limpeza do trabalho citado.

Ademais, considerou-se importante avaliar a quantidade de trajes que cada bombeiro possui. A **Figura 16** mostra que 73,7% dos bombeiros possuem apenas um traje e apenas 14,6% possuem mais de um traje. Por outro lado, nota-se que 11,7% dos militares não possuem trajes. Esse percentual engloba militares que não realizam nenhum tipo de combate a incêndios e bombeiros que realizam este tipo de serviço, mas mesmo assim não possuem os trajes necessários (portanto, conclui-se que os trajes são de uso coletivo). É interessante destacar que, se por um lado é esperado que cada bombeiro possua apenas um traje em virtude do alto custo dos trajes (73,7%), por outro isso reduz a possibilidade de lavagem frequente. Caso seja necessário realizar mais de uma ocorrência de combate a incêndios no mesmo dia, ou até em dias subsequentes, os bombeiros inevitavelmente utilizam trajes que não foram higienizados e muito provavelmente possuem substâncias tóxicas (HPAs e COVs) impregnadas.

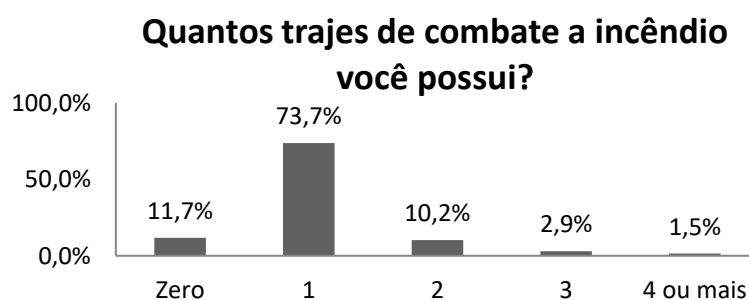


Figura 16 – Quantidade de trajes que os militares possuem.

Após a avaliação da quantidade de trajes, foi perguntado sobre a periodicidade de lavagem deste equipamento, os resultados são mostrados na **Figura 17**. Observou-se que as maiores porcentagens de respostas englobam lavagens mensais (27,7%) ou semestrais (27,0%) dos trajes de combate. Em contrapartida, 21,2% dos militares realizam a lavagem sempre após o combate a incêndios, que seria a opção ideal para evitar uma contaminação prolongada. A periodicidade de lavagem mensal não é considerada ideal como lavar sempre após o combate, mas apresentam um intervalo de lavagem interessante, podendo evitar contaminações mais prolongadas. Contudo, as limpezas semestrais representam um intervalo maior entre as lavagens, podendo ser um fator contribuinte para o problema retratado no presente trabalho, isto é, o maior risco de desenvolvimento de câncer nos bombeiros. Ressalta-se, ainda, que a alternativa “nenhuma das anteriores”, apresentada na **Figura 17**, pode englobar bombeiros que não combatem incêndios, não possuem traje, não realizam lavagem ou fazem a lavagem numa periodicidade não descrita nas alternativas.

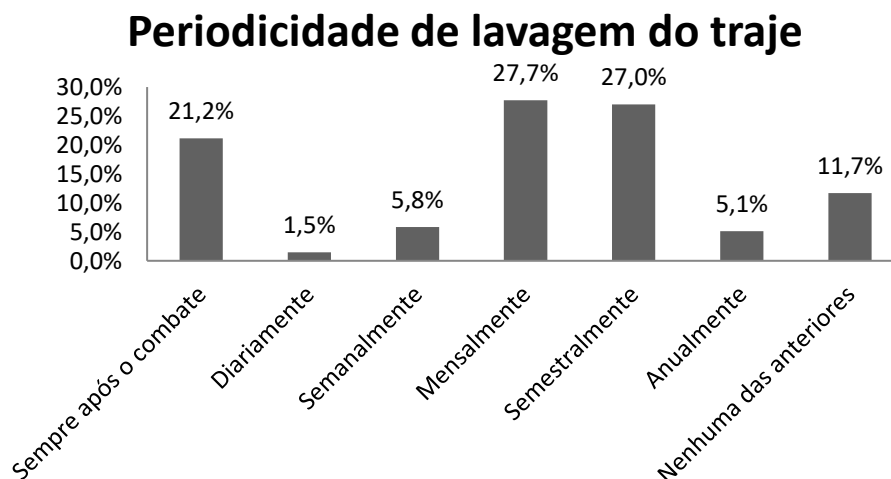


Figura 17 – Periodicidade de lavagem dos trajes de combate a incêndio.

Além dos hábitos de armazenamento e limpeza, também se procurou identificar a realização de treinamentos e/ou atividades de conscientização. Primeiramente, foi perguntado se houve algum tipo de treinamento dentro dos batalhões para a conscientização do uso de EPIs (**Figura 18**). Percebe-se que 74,5% dos bombeiros participaram de treinamento que conscientizava sobre a importância do uso adequado de EPIs, enquanto 25,5% da amostra não tiveram este treinamento. Além disso, é interessante destacar que as respostas marcadas como “sim” apresentavam duas variantes: se o treinamento foi ou não significativo para os bombeiros. A maioria das respostas (59,9%) foi enquadrada em treinamentos que foram significativos aos militares.

**Promoveu-se, dentro do batalhão, algum
tipo de treinamento para a conscientização
do uso de EPIs?**

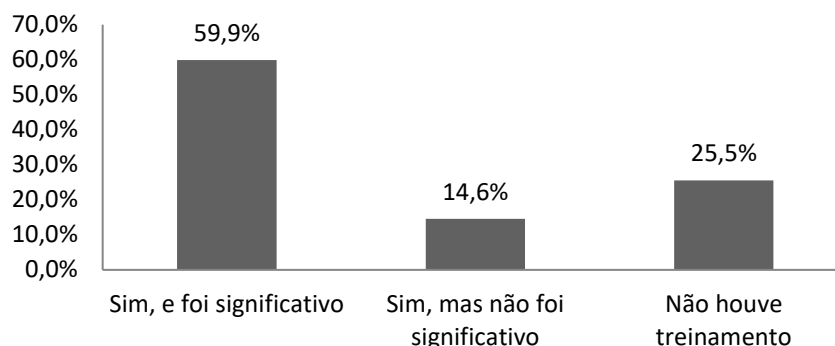


Figura 18 – Promoção de treinamento para a conscientização do uso de EPIs.

Em segundo lugar, foi perguntado se os grupamentos e/ou o Estado fornecem algum tipo de mecanismo/orientações para a redução do risco de câncer. As respostas obtidas estão apresentadas nas **Figuras 19 e 20** a seguir. Este tópico foi dividido em duas perguntas diferentes: se essas orientações tinham sido disponibilizadas dentro dos quartéis/grupamentos ou se foram disponibilizadas de maneira externa pelo Estado. Obteve-se como resultado que mais de 75% das respostas em ambos os casos (75,9% na pergunta referente aos grupamentos e 76,6% referente ao Estado) representavam militares que negavam a existência destes mecanismos/orientações. Por consequência, percebe-se que a falta de divulgação de informações neste setor pode estar contribuindo para que os militares não adotem hábitos que contribuam para a diminuição da exposição prolongada a compostos carcinogênicos. Outrossim, as respostas recebidas pelas questões apresentadas nas **Figuras 19 e 20** também caracterizam a falta de alternativas e lugares proporcionados pelo Estado brasileiro para os bombeiros recorrerem em caso de dúvidas e/ou opiniões a respeito do risco de desenvolvimento de câncer.

O seu Grupamento fornece algum tipo de mecanismo/orientações para redução do risco de câncer?

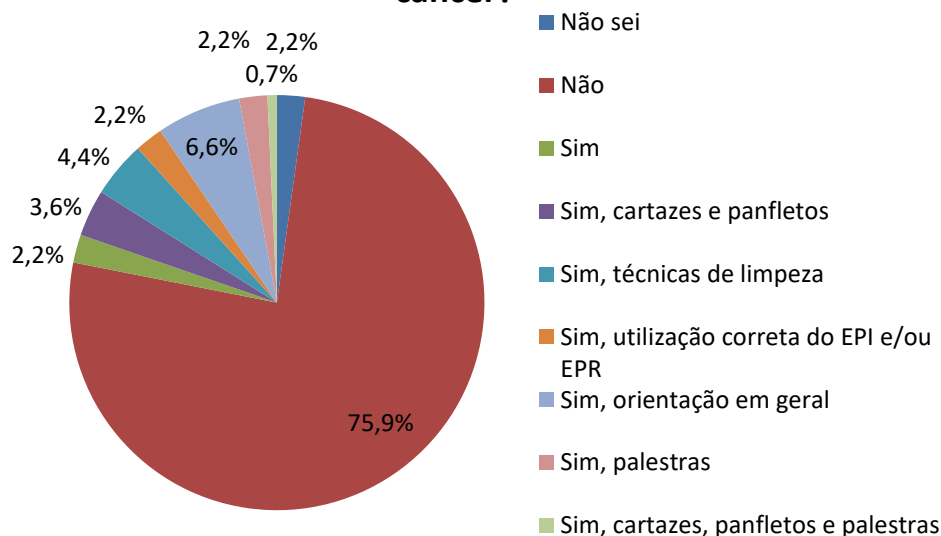


Figura 19 – Mecanismo/orientações para redução do risco de câncer promovido pelos quartéis.

O Estado fornece mecanismo/orientações para redução do risco de câncer?

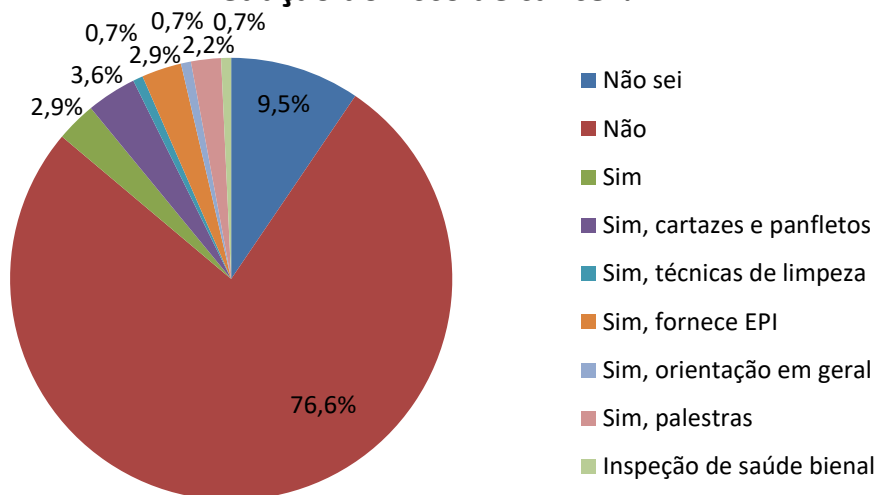
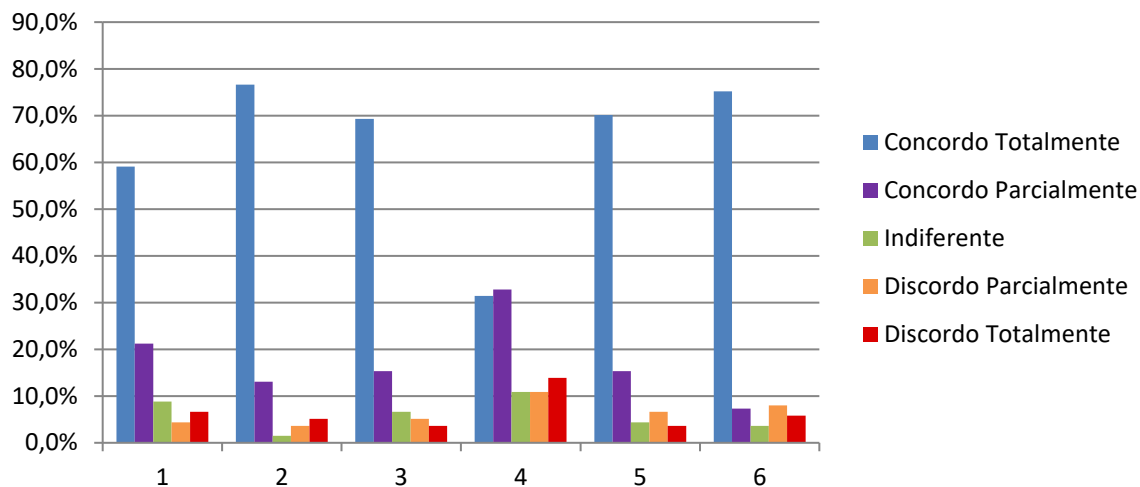


Figura 20 – Mecanismo/orientações para redução do risco de câncer promovido pelo Estado.

A parte final do formulário trazia seis afirmativas a respeito de atitudes relacionadas à diminuição do risco de desenvolvimento de câncer e limpeza dos trajes de combate a incêndio e foi pedido aos respondentes que as classificassem conforme o nível de concordância com as afirmativas (escala Likert). As opções disponíveis eram “Concordo Totalmente”, “Concordo Parcialmente”, “Indiferente”, “Discordo Parcialmente” e “Discordo Totalmente”. A **Figura 21** apresenta as respostas obtidas.

Afirmativas relacionadas à diminuição do risco de desenvolvimento de câncer



- 1: Estou preocupado(a) com o risco de desenvolver câncer devido à minha profissão.
- 2: O uso correto de EPIs pode reduzir o risco de desenvolver câncer.
- 3: Manter meus EPIs higienizados e armazenados em um local separado pode reduzir o risco de desenvolver câncer.
- 4: Realizar a lavagem dos trajes após todos os combates a incêndios pode diminuir a durabilidade destes.
- 5: Manter meu traje de combate a incêndios higienizado diminui as chances de contaminação de colegas de trabalho por agentes carcinogênicos.
- 6: Lavar o traje em casa, junto com as demais roupas, pode causar a contaminação de minha família ou pessoas que moram comigo.

Figura 21 – Afirmativas relacionadas à diminuição do risco de desenvolvimento de câncer.

Na primeira afirmativa foi avaliado o nível de consciência dos bombeiros em relação ao risco aumentado de desenvolvimento de câncer. Percebe-se que aproximadamente 80% da amostra concordam totalmente ou parcialmente com a existência de risco aumentado. Todavia, existe uma pequena parcela que indica discordância ou indiferença em relação à afirmação. É possível que esse percentual não tenha tido acesso às informações que comprovam o problema de desenvolvimento de câncer nos bombeiros e isso pode sugerir a necessidade de campanhas de conscientização.

Na segunda afirmativa foi proposto que o uso correto de EPIs pode reduzir o risco de desenvolvimento de câncer. Percebe-se que 76,6% dos militares concordam totalmente com a ideia. Esta afirmativa pode ser relacionada com a conscientização dos bombeiros em relação à tentativa de diminuir a exposição a HPAs e COVs durante o combate a incêndios, devido ao uso adequado dos EPIs.

A terceira afirmativa está relacionada ao local de armazenamento dos trajes de combate a incêndios. Tem-se que 84,6% concordam (69,3% totalmente e 15,3% parcialmente) com a ideia de que um local de armazenamento próprio para os trajes pode contribuir com a

diminuição do risco de desenvolvimento de câncer. Contudo, como foi analisado, 57,3% é a porcentagem de bombeiros que armazenam seus trajes em armários específicos dentro da corporação. Esse resultado pode indicar que apesar de entenderem que seria mais adequado armazenar os trajes em um local específico, uma parcela dos bombeiros não dispõe de estrutura e armários próprios para este tipo de armazenamento dentro do corpo de bombeiros.

A quarta situação proposta está relacionada com o problema da degradação das fibras do tecido do traje gerado através das lavagens por máquinas de lavar. Nota-se que esta foi a assertiva que houve menor aderência às opções de concordância. 24,8% dos entrevistados discordam (13,9% totalmente e 10,9% parcialmente) que a lavagem recorrente dos trajes pode diminuir a durabilidade destes. Além disso, 10,9% são indiferentes à afirmativa. Isto pode sugerir que esta parte da amostra não teve acesso aos trabalhos que comprovam o desgaste das fibras do traje com as lavagens por máquinas de lavar.

A quinta afirmativa destacava a possibilidade de contaminação através do contato com trajes de colegas que não foram higienizados. Assim, é promovida a discussão de que manter os equipamentos limpos favorece a saúde do próprio indivíduo como também dos colegas de trabalho. Observou-se que 85,4% concordaram com esta ideia (70,1% totalmente e 15,3% parcialmente).

Por fim, a sexta afirmativa relaciona-se com o local de lavagem dos trajes. É perceptível que a grande maioria (75,2%) concorda totalmente com os malefícios que podem ser gerados pela lavagem dos trajes em casa. Em contrapartida, foi observado anteriormente que 65,3% realizam esta lavagem em suas respectivas residências. Este resultado, assim como o observado para a terceira afirmativa, sugere que existe uma boa conscientização dos bombeiros com relação às boas práticas, contudo há dificuldade em colocá-las em ação, provavelmente em virtude da falta de uma estrutura adequada.

4.1.2. Comparação entre CBMDF e CBMPE

Nesta seção serão destacadas apenas as respostas que apresentaram maiores divergências entre os quartéis do Distrito Federal e de Pernambuco. Dessa forma, não serão apresentados gráficos de todos os trechos do formulário, como foi feito na parte anterior do trabalho.

O formulário aplicado ao CBMDF recebeu 79 respostas e o formulário destinado aos militares do CBMPE obteve 58 respostas. A faixa etária destes indivíduos mostrou-se bastante semelhante à do CBMDF. Os bombeiros entre 30 e 50 anos compreendem mais de 86% em ambos os casos.

Inicialmente, observou-se que há uma discrepância em relação à periodicidade de contato com produtos químicos perigosos (por exemplo: líquidos inflamáveis, substâncias oxidantes, gases e substâncias tóxicas) durante o ofício dos bombeiros. A **Figura 22** representa as respostas do CBMDF, enquanto a **Figura 23** expõe os dados obtidos do CBMPE.

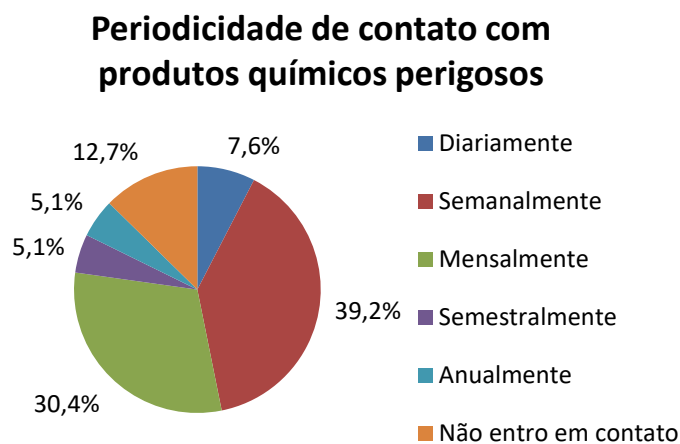


Figura 22 – Periodicidade de contato com produtos químicos perigosos do CBMDF.

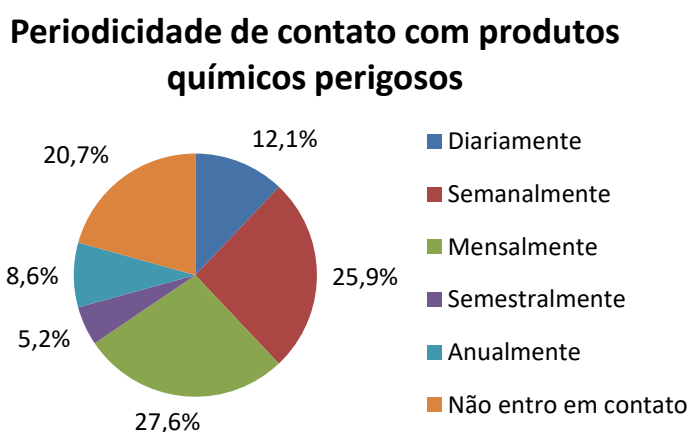


Figura 23 – Periodicidade de contato com produtos químicos perigosos do CBMPE.

Em primeiro lugar, observa-se que em ambos os gráficos o somatório das alternativas “semanalmente” e “mensalmente” supera a porcentagem de 50%, totalizando a maioria das

respostas. O maior índice de respostas do DF retrata um contato semanal com os produtos químicos, enquanto em Pernambuco a maior porcentagem representa contato mensal. Entretanto, podemos notar algumas diferenças, como o maior número de militares que alegam não entrar em contato com produtos perigosos no CBMPE. Além disso, Pernambuco apresenta uma maior porcentagem de militares que têm contato diário com substâncias perigosas.

Em seguida, destacam-se as diferenças percebidas a respeito do local onde é feita a lavagem dos trajes de combate a incêndios. A **Figura 24** apresenta as respostas obtidas pelo CBMDF e pelo CBMPE. Com base no gráfico apresentado abaixo, percebe-se que os militares de Pernambuco adotam hábitos mais próximos aos recomendados em relação ao local de lavagem do que os bombeiros do DF. Isto porque existe uma maior porcentagem de militares que realizam a lavagem nos próprios quartéis (31,0% em Pernambuco contra 3,5% no DF), evitando a propagação de compostos tóxicos em suas residências. Destes 31,0% de bombeiros pernambucanos que realizam a lavagem nos quartéis, metade possui traje próprio e a outra metade não possui. Mesmo assim, ambas as unidades federativas ainda se encontram longe do ideal, apresentando um percentual muito baixo para lavagens dentro dos quartéis militares. Vale ressaltar que algumas respostas dos bombeiros do DF destacavam a falta de estrutura e equipamentos adequados para poder realizar a limpeza dos trajes e utensílios dentro do corpo de bombeiros.

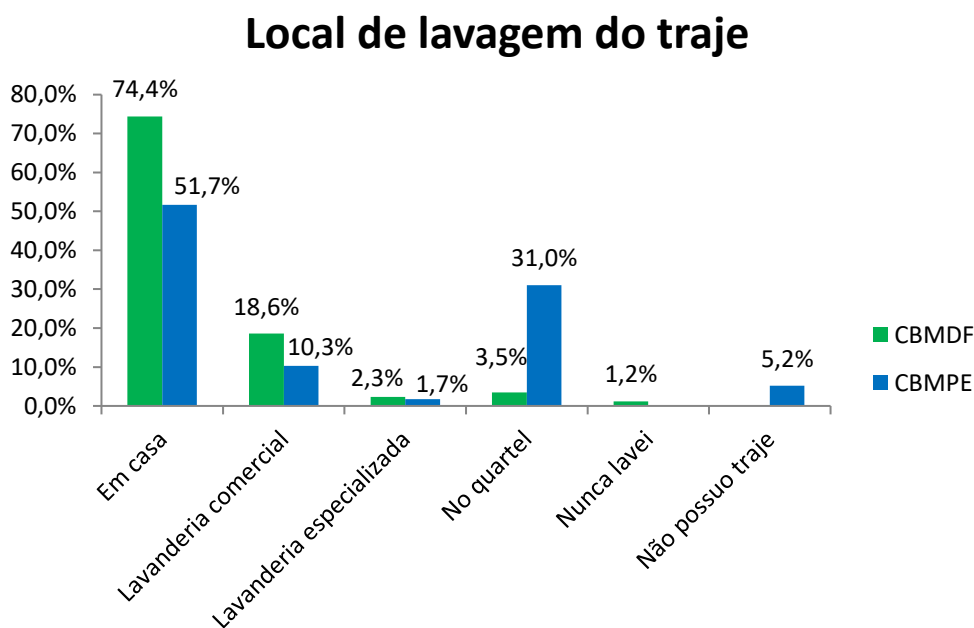


Figura 24 – Local de lavagem dos trajes de combate a incêndios do CBMDF e do CBMPE.

Dando continuidade ao trabalho, foi comparada a quantidade de trajes que os grupos de bombeiros de cada unidade federativa possuem. Percebe-se, a partir da **Figura 25**, que 27,6% dos bombeiros do CBMPE não possuem trajes e os 72,4% restantes possuem apenas um. Em contrapartida, todos os militares do Distrito Federal possuem pelo menos um traje, havendo casos que apresentam 4 ou mais trajes. Destaca-se também que, desta porcentagem de bombeiros pernambucanos que não possuem traje de incêndio (27,6%), apenas 6,9% não realiza nenhum tipo de combate a incêndio. Ou seja, 20,7% destes militares combatem a incêndios regularmente e mesmo assim não possuem traje próprio. Esta informação nos leva a crer que essa porcentagem da amostra realiza o combate de incêndio com trajes coletivos ou eventualmente sem os trajes adequados. Ademais, a ausência de traje pessoal pode refletir na falta de uma lavagem regular e controlada, caso realmente sejam utilizados trajes coletivos.

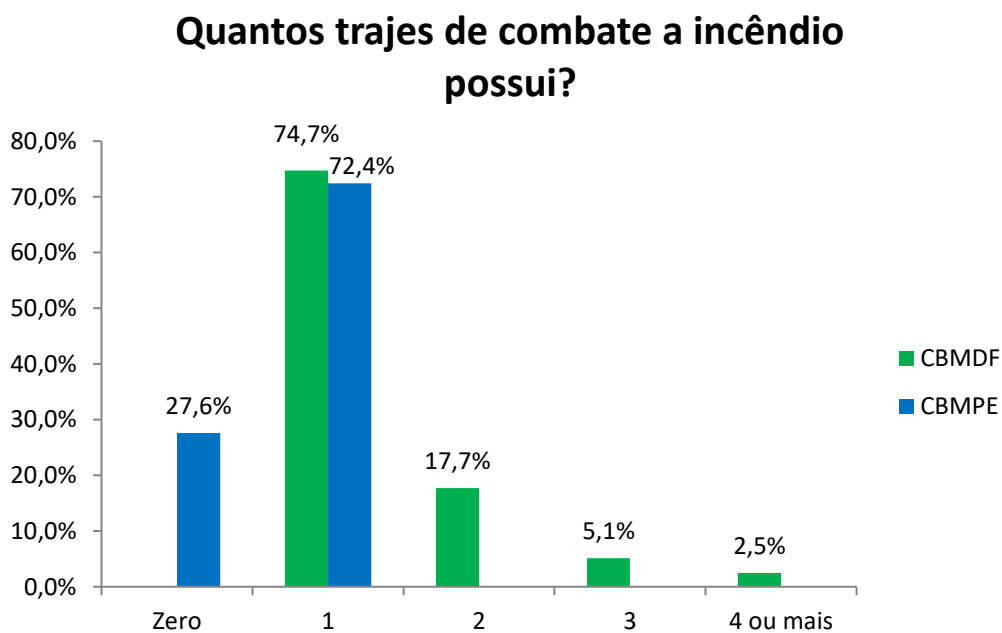


Figura 25 – Quantidade de trajes que os militares do CBMDF e do CBMPE possuem.

Por fim, destaca-se a diferença na periodicidade de lavagem dos trajes. O gráfico com percentuais de respostas é apresentado na **Figura 26**. Nota-se que as opções de maior aderência em cada corpo de bombeiro foram “Semestralmente” no DF, com 38,0%, e “Mensalmente” em Pernambuco, com 34,5%. Novamente, percebe-se uma maior adequação em questão de saúde nos hábitos adotados pelos pernambucanos. As limpezas semestrais, por apresentarem uma janela de tempo muito grande, contribuem para a exposição crônica aos HPAs e COVs. Por outro lado, também há um maior percentual dos bombeiros brasilienses que realizam a lavagem dos trajes sempre após o combate a incêndio (24,1% frente a 17,2%

dos pernambucanos), sendo que esta é a opção mais recomendada para se evitar uma contaminação prolongada. Não obstante, nota-se uma aderência de 20,7% à alternativa “Nenhuma das anteriores” pelos militares pernambucanos. Destes 20,7% apenas 8,6% possuem traje próprio. Isto pode estar relacionado ao fato de que existem bombeiros que não realizam o combate a incêndios na amostra de Pernambuco, o que não ocorre na amostra do Distrito Federal, ou ainda ao possível compartilhamento de trajes ou à existência de uma rotina de lavagem de trajes nos quartéis executada por terceiros.

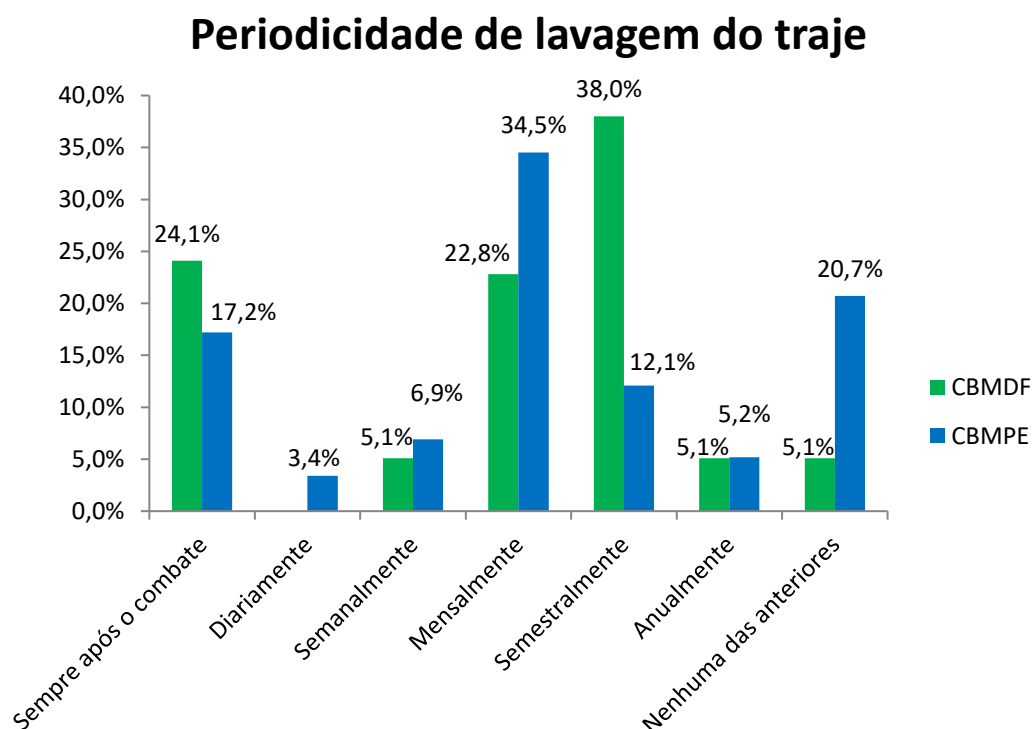


Figura 26 – Periodicidade de lavagem dos trajes de combate a incêndio no CBMDF e no CBMPE.

4.2. Teste de fotólise

Os espectros UV-vis obtidos para as amostras T0, Lavagem, T3 e Branco são apresentados na **Figura 30**. Destaca-se novamente que T3 representa o teste de fotólise durante 3 dias e a amostra Lavagem representa a simulação de lavagem por máquina de lavar. As linhas de espectro da figura representam a média das triplicatas para cada análise. As bandas de absorção dos compostos fenol e bis(2-etilhexil)ftalato não foram perceptíveis. É interessante destacar que, para uma melhor leitura no UV-vis, todas as amostras foram diluídas na seguinte proporção: 1:2 de amostra/solvente (acetonitrila).

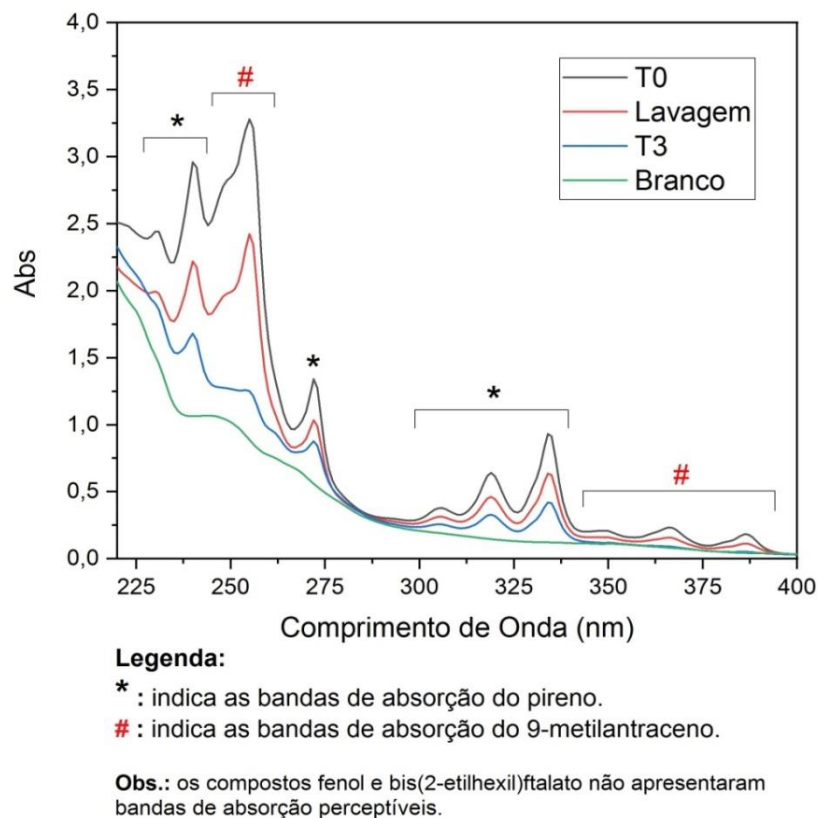


Figura 27 – Espectros UV-vis obtidos para as amostras T0, Lavagem, T3 e Branco em acetonitrila.

De imediato, é perceptível que o método de fotólise conseguiu degradar uma maior percentagem de compostos quando comparado com o método adaptado de lavagem por máquina de lavar. Vale destacar que as bandas características do 9-metilantraceno (255 e 340-390 nm) foram reduzidas consideravelmente com a aplicação da fotólise, tornando-se interessante avaliar a degradação deste composto de forma isolada em trabalhos futuros. A maior degradação do 9-metilantraceno frente ao pireno pode ser explicada pelo fato dele possuir uma estrutura menos aromática que o pireno. Assim, será menos estável e mais reativo.

Em seguida, utilizou-se a curva analítica construída a partir da solução mãe (**Apêndice B**) para poder calcular o percentual de degradação de cada método. Para este cálculo, foi subtraído o valor da área integrada do branco. A **Tabela 3** apresenta os percentuais de degradação obtidos.

Tabela 3 – Percentuais de degradação da mistura.

Amostra	Percentual de Degradação (Média)	Desvio Padrão
Lavagem	47%	11%
T3 (fotólise)	79%	6%

É interessante destacar que em estudos anteriores foi avaliada a amostra T0 no período de 3 dias sem a incidência de luz para investigar se havia perda de compostos através de evaporação. Contudo, os resultados indicaram que não houve esta perda. Dessa forma, conclui-se que provavelmente a degradação por meio da fotólise não foi superestimada pela evaporação dos compostos.

Percebe-se que neste experimento a fotólise mostrou ser o método mais eficiente para a degradação dos compostos aplicados nos pedaços de traje, com $79 \pm 6\%$ de degradação em média. Por outro lado, a Lavagem apresentou apenas $47 \pm 11\%$ de média de degradação, demonstrando menor eficiência. Ainda é importante considerar que no caso da lavagem os compostos retirados dos trajes permanecem presentes na água que será descartada (provavelmente) sem tratamento prévio em rede de esgoto doméstico. Além disso, o método de lavagem por máquina de lavar adaptada apresenta valores de desvio padrão e intervalo de confiança elevados. Isto pode estar associado às adaptações que foram feitas e deve-se considerar a possibilidade de que o uso de uma máquina de lavar real (com o uso de peças grandes para evitar o erro por diluição) melhore os resultados obtidos, visto que o atrito entre as peças deve favorecer a remoção dos compostos. Em contrapartida, o problema da contaminação da água permanece. Em resumo, observa-se que este método de limpeza apresentou menor eficiência, baixa homogeneidade nos dados e ainda gerou efluentes contaminados.

Destaca-se também que o método de fotólise no período de 3 dias aparenta ser uma alternativa viável para ser aplicada nos corpos de bombeiros. Isso porque, segundo o instrutor da divisão preparatória para combate a incêndios do CBMDF, a maioria dos militares trabalha em escala de plantão 24x72 horas. Ou seja, são 24 horas de trabalho seguidas por 72 horas (3 dias) de descanso, fator que favorece a aplicação da fotólise durante o período de folga. Entretanto, um estudo mais detalhado que inclua a otimização da logística de limpeza do traje deve ser realizado para que o método possa vir a ser aplicado em corporações de bombeiros. Além disso, é necessário avaliar o impacto causado por este tipo de limpeza nos trajes, visto

que estes não podem perder as propriedades de proteção, nem devem sofrer desgastes dado o elevado custo do equipamento.

5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

5.1. Conclusões

Na primeira etapa deste trabalho foram avaliados os hábitos adotados pelos bombeiros e seus respectivos níveis de consciência em relação ao risco de desenvolvimento de câncer. Foi observada uma boa conscientização dos bombeiros com relação à necessidade de adoção de hábitos que reduzam a possibilidade de contaminação por HPAs e COVs. Entretanto, as respostas recebidas demonstram a dificuldade em colocar estes hábitos em prática, sugerindo a falta de uma estrutura adequada nos quartéis de bombeiros para a limpeza e o armazenamento ideais dos trajes. Essa situação contribui para a lavagem em locais inapropriados, como nas residências dos bombeiros, além de promover ciclos de limpeza com frequência reduzida (semestralmente ou mensalmente). Dessa forma, também se deve considerar a possibilidade de contaminação de familiares ou indivíduos que morem junto com os bombeiros, devido à exposição aos trajes com HPAs impregnados em seus domicílios. Além disso, foi percebida a falta de divulgação de informações e promoção de mecanismos pelos grupamentos militares ou pelo Estado brasileiro de forma externa.

Todos estes fatores contribuem para uma exposição prolongada, aumentando os riscos de desenvolvimento de câncer nos bombeiros. Tendo esse cenário em vista, recomenda-se que os grupamentos militares busquem a promoção de atitudes como: fornecer a todos os militares um local apropriado para armazenar exclusivamente os EPIs, longe das áreas de convivência; desenvolver uma estrutura onde seja possível realizar a lavagem dos EPIs no próprio quartel e com maior frequência; incentivar a divulgação de orientações para a redução do risco de câncer.

Na segunda etapa foi avaliada a eficiência do método de fotólise no intervalo de 3 dias para a degradação de uma mistura de pireno, 9-metilantraceno, bis (2-etilhexil)ftalato e fenol. Este método também foi comparado com a lavagem por máquina de lavar adaptada. Observou-se que a fotólise mostrou ser um método mais eficiente que a lavagem por máquina adaptada, apresentando uma média de $79 \pm 6\%$ de degradação dos compostos tóxicos, além de

ser um método a seco e que não gera efluentes contaminados. Em contrapartida, a lavagem por máquina de lavar adaptada apresentou uma média de apenas $47 \pm 11\%$ de degradação dos compostos, além de mostrar um desvio padrão elevado, caracterizando a falta de homogeneidade neste método de limpeza. Entretanto, por ser uma lavagem adaptada, esta pode não ser uma representação fiel da lavagem por máquina de lavar convencional.

Ressalta-se, ainda, que a aplicação da fotólise com luz branca a seco por 3 dias parece ser factível de ser realizada dentro dos quartéis durante o período de folga dos militares, visto que a maioria dos bombeiros trabalham na escala de 24 horas de trabalho seguidas de 72 horas de descanso. Este método simples proporcionaria, provavelmente, um bom percentual de degradação de HPAs e COVs impregnados nos trajes antes que os EPIs fossem reutilizados, além de poder ser colocado em prática facilmente. Este fator contribuiria para uma menor exposição dos bombeiros a compostos carcinogênicos e, muito provavelmente, diminuiria o risco de estes profissionais adquirirem doenças como o câncer.

Por fim, destaca-se que seria interessante a realização de trabalhos futuros que consigam testar a fotólise em maiores escalas (no traje completo) e analisar as amostras em um cromatógrafo gasoso acoplado à espectrometria de massa para identificar os produtos formados e a quantidade de material degradado. Caso o método continue sendo proveitoso e plausível, a aplicação da fotólise dentro dos Corpos de Bombeiros torna-se uma alternativa mais vantajosa e sucessiva ao uso de máquinas de lavar.

5.2. Perspectivas

Tendo como base o presente trabalho, recomenda-se para projetos futuros:

- A captação de um maior número de respostas a formulários similares ao do presente trabalho, visando o desenvolvimento de uma cartilha de hábitos recomendados para evitar a exposição prolongada dos bombeiros a compostos carcinogênicos. Destaca-se que esse tipo de informação é bastante escasso no Brasil e até mesmo no âmbito internacional.

- A análise de amostras extraídas dos trajes de bombeiros após o processo de fotólise em um cromatógrafo acoplado à espectrometria de massa para identificar os produtos formados e, assim, propor mecanismos de reações.

- A realização dos testes de fotólise em trajes de bombeiros completos com a posterior investigação da eficiência.

- A avaliação da eficiência do método de lavagem convencional por máquina de lavar em trajes de bombeiros completos, ao invés do método de lavagem adaptada.

- A avaliação do impacto causado nos trajes pelo método de fotólise, analisando se o método interfere nas propriedades de proteção do traje ou promove desgastes no equipamento, dado o elevado custo do mesmo.

REFERÊNCIAS

- (1) **Austin, C. C., D. Wang, D. J. Ecobichon, and G. Dussault:** Characterization of volatile organic compounds in smoke at municipal structural fires. *J. Toxicol. Environ. Health A*. **2001**, 63(6), 437–458.
- (2) **Fent, K. W.; Alexander, B.; Roberts, J.; Robertson, S.; Toennis, C.; Sammons, D.; Bertke, S.; Kerber, S.; Smith, D.; Horn, G.** Contamination of Firefighter Personal Protective Equipment and Skin and the Effectiveness of Decontamination Procedures. *J. Occup. Environ. Hyg.* **2017**, 14 (10), 801–814.
- (3) **Abdel-Shafy, H. I.; Mansour, M. S. M.** A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egyptian J. Petroleum*. **2016**, 25, 107-123.
- (4) **Stec, A. A.; Dickens, K. E.; Salden, M.; Hewitt, F. E.; Watts, D. P.; Houldsworth, P. E.; Martin, F. L.** Occupational Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Elevated Cancer Incidence in Firefighters. *Sci. Rep.* **2018**, 8(1), 2476.
- (5) **Rogers, S. W., Ong, S. K., Kjartanson, B. H., Golchin, J., Stenback, G. A.** Natural Attenuation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon-Contaminated Sites: Review. *Practice Periodical of Hazardous, Toxic and Waste Management*, **2002**, 6(3), 141-155.
- (6) **Lima, A. L. C., Farrington, J. W., & Reddy, C. M.** (2005). Combustion-Derived Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Environment, a Review. *Environmental Forensics*, **2005**, 6(2), 109–131.
- (7) **Daniels, R. D.; Kubale, T. L.; Yiin, J. H.; Dahm, M. M.; Hales, T. R.; Baris, D.; Zahm, S. H.; Beaumont, J. J.; Waters, K. M.; Pinkerton, L. E.** Mortality and cancer incidence in a pooled cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia. *Occup. Environ. Med.*. **2014**, 71, 388–97.
- (8) **Fent, K.W.; Eisenberg, J.; Evans, D.; Sammons, D.; Robertson, S.; Striley, C.; Snawder, J.; Mueller, C.; Kochenderfer, V.; Pleil, J.; Stiegel, M.; Horn, G.** Evaluation of dermal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in fire fighters. Health hazard evaluation report. *US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health*, **2013**.
- (9) Manual básico de combate a incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, acessado em setembro de 2020, disponível em: https://bombeiros.pb.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/COMBATE-A-INC%C3%80NDIO-Mod_3-T%C3%A9cnicas-de-CI.pdf.

- (10) Edital de licitação para a aquisição de Equipamento de Proteção Individual – EPI promovido pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, acessado em setembro de 2020, disponível em: <https://www4.cbm.df.gov.br/2016-06-24-19-50-04/licitacoes-cbmdf?task=document.viewdoc&id=13139>.
- (11) **Fioreze M.; Santos E. P. D.; Schmachtenberg N.** Processos oxidativos avançados: fundamentos e aplicação ambiental. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, **2014**, 18(1), 79-91.
- (12) **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. Tese de Doutorado, **2019**.
- (13) **McConkey, B. J.; Hewitt, L. M.; Dixon, D. G.; Greenberg, B. M.** Natural sunlight induced photooxidation of naphthalene in aqueous solution. *Water, Air, and Soil Pollution*, **2002**, 136(1), 347-359.
- (14) **Fabian, T.; Borgerson, J.; Gandhi, P.; Baxter, C.; Ross, C.; Lockey, J.; Dalton J.** Characterization of Firefighter Smoke Exposure. *Fire Technology*. **2014**, 50 993-1019.

APÊNDICE A – Formulário aplicado aos bombeiros (compilado CBMDF + CBMPE)

Obs.1: Os valores dos parênteses representam o número de respostas recebidas para cada alternativa. O número à esquerda dentro dos parênteses é relativo às respostas do CBMDF enquanto o número da direita representa as respostas do CBMPE.

Obs.2: Algumas questões totalizaram mais que 137 respostas (quantidade de militares que responderam) devido à possibilidade de selecionar mais de uma alternativa na mesma questão.

1. Idade

- (7 | 3) Menos de 30 anos
- (40 | 31) Entre 30 e 40 anos
- (29 | 21) Entre 40 e 50 anos
- (3 | 3) Entre 50 e 60 anos
- (0 | 0) Acima de 60 anos

2. Tempo de Serviço

- (11 | 4) Menos de 5 anos
- (29 | 14) Entre 5 e 10 anos
- (4 | 19) Entre 10 e 15 anos
- (4 | 1) Entre 15 e 20 anos
- (10 | 7) Entre 20 e 25 anos
- (21 | 12) Entre 25 e 30 anos
- (1 | 1) Acima de 30 anos

3. A qual Grupamento de Bombeiro Militar pertence

CBMDF:

- (2) 1º Brasília
- (1) 3 ° SIA
- (10) 6º Núcleo Bandeirante
- (1) 9º Planaltina
- (1) 10º Paranoá
- (1) 12º Samambaia
- (1) 15º Asa Sul
- (1) 17º São Sebastião
- (1) 18º Santa Maria
- (1) 21º Riacho Fundo
- (4) 22º Sobradinho
- (1) 34º Lago Norte
- (3) 37º Samambaia Centro
- (1) 41º St. de Indústrias de Ceilândia

- (2) 45° Octogonal/Sudoeste
- (1) CEFAP
- (1) CEMEV
- (1) CEPED
- (1) CETOP
- (1) COSEA
- (1) GAEPH
- (1) GAVOP
- (1) GBS
- (29) GPCIU
- (7) GPRAM
- (1) QCG

CBMPE:

- (18) 1° GRUPAMENTO DE BOMBEIROS
- (2) 2ª SEÇÃO DE BOMBEIROS DE INCÊNDIO
- (2) 2° GRUPAMENTO DE BOMBEIROS
- (3) 3° GRUPAMENTO DE BOMBEIROS
- (1) 5° GRUPAMENTO DE BOMBEIROS
- (10) 6° GRUPAMENTO DE BOMBEIROS
- (2) 7° GRUPAMENTO DE BOMBEIROS
- (3) 9° GRUPAMENTO DE BOMBEIROS
- (1) Academia Bombeiro Militar dos Guararapes
- (1) CAMPUS DE ENSINO METROPOLITANO II
- (1) Centro de Atividades Técnicas do Sertão 1
- (1) Centro de Justiça e Disciplina
- (1) DGP
- (1) Diesp cat AGR 3
- (6) GRUPAMENTO DE BOMBEIROS DE INCÊNDIO
- (1) GRUPAMENTO DE BOMBEIROS DE SALVAMENTO
- (1) QUARTEL DO COMANDO GERAL
- (1) SEÇÃO DE BOMBEIROS DE GRAVATÁ
- (1) SEÇÃO DE BOMBEIROS DE PETROLÂNDIA

4. Graduação:

- (7 | 2) 1° Sargento
- (15 | 3) 2° Sargento
- (14 | 9) 3° Sargento
- (6 | 7) Sargento
- (1 | 0) Tenente
- (2 | 0) 1° Tenente
- (2 | 4) 2° Tenente
- (9 | 3) Subtenente

- (8 | 13) Soldado
- (1 | 8) Cabo
- (3 | 7) Capitão
- (1 | 1) Major
- (1 | 0) Mestre
- (2 | 0) Pós Graduado
- (6 | 0) Graduado
- (1 | 1) Superior incompleto

5. Função:

- (1 | 1) Adjunto
- (0 | 6) Administrativa
- (0 | 1) Auxiliar DOP
- (0 | 2) Auxiliar SCP
- (4 | 10) Chefe de Seção
- (1 | 3) Comandante
- (28 | 4) Combatente
- (4 | 0) Condutor
- (1 | 0) Guarnição de socorro incêndio estrutural
- (6 | 1) Instrutor
- (1 | 3) Motorista
- (1 | 0) Oficial de Área
- (2 | 1) Operacional
- (9 | 0) Prontidão
- (2 | 0) Salvamento
- (6 | 0) Socorrista
- (3 | 1) Subcomandante
- (0 | 2) Telefonista
- (0 | 1) Tesoureiro
- (10 | 22) Sem resposta

6. Tipos de atendimentos que mais realiza:

- (0 | 1) Acidentes rodoviário com motocicleta
- (1 | 0) Comando
- (30 | 43) Combate a incêndios florestais
- (55 | 31) Combate a incêndios urbanos
- (9 | 7) Resgate em grande ângulo
- (35 | 29) Emergência médica pré-hospitalar
- (10 | 3) Salvamento aquático ou afogamentos
- (25 | 27) Desencarceramento em acidentes rodoviários e ferroviários
- (4 | 10) Intervenção em incidentes elétricos
- (4 | 3) Intervenção em incidentes hidráulicos
- (6 | 9) Intervenção em incidentes com matérias perigosas

- (8 | 8) Intervenção em incidentes com redes de gás
 - (23 | 8) Corte de árvores em risco iminente de queda
 - (22 | 23) Captura de animais correndo ou oferecendo risco
 - (7 | 4) Resgate de corpos ou bens submersos
 - (1 | 0) Resgate aéreo
 - (7 | 9) Prevenção contra incêndio e pânico
 - (0 | 1) Palestras educativas
7. Qual a periodicidade em contato com produtos químicos perigosos (ex. líquidos inflamáveis, substâncias oxidantes, gases tóxicos, substâncias tóxicas) durante seu ofício:
- (6 | 7) Diariamente
 - (31 | 15) Semanalmente
 - (24 | 16) Mensalmente
 - (4 | 3) Semestralmente
 - (4 | 5) Anualmente
 - (10 | 12) Não entro em contato com produtos químicos
8. Estimativa do número de atendimentos de combate a incêndios florestais realizados por você anualmente:
- (3 | 9) Zero
 - (6 | 4) De 1 a 5
 - (15 | 5) De 6 a 10
 - (25 | 12) De 11 a 25
 - (21 | 13) De 26 a 50
 - (6 | 5) De 51 a 100
 - (4 | 3) Acima de 100
 - (0 | 3) Muitos
9. Estimativa do número de atendimentos de combate a incêndios urbanos realizados por você anualmente:
- (9 | 6) Zero
 - (20 | 10) De 1 a 5
 - (14 | 14) De 6 a 10
 - (20 | 8) De 11 a 25
 - (14 | 6) De 26 a 50
 - (2 | 5) De 51 a 100
 - (1 | 3) Acima de 100
10. Marque quais EPI você utiliza durante o combate de incêndios florestais.
- (62 | 23) Capacete de combate a incêndio
 - (76 | 54) Capuz ou balaclava contra riscos de origem térmica
 - (44 | 23) Roupa de aproximação completa (calça e jaqueta)

- (77 | 48) Luvas
- (74 | 51) Botas
- (8 | 0) Respirador descartável semifacial filtrante (PFF1) para proteção das vias respiratórias contra poeiras e névoas
- (7 | 1) Respirador descartável semifacial filtrante (PFF2) para proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas e fumos
- (1 | 1) Respirador descartável semifacial filtrante (PFF3) para proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas, fumos e radionuclídeos
- (11 | 7) Respirador de ar com filtros removíveis
- (0 | 1) Respirador de adução de ar tipo máscara autônoma de circuito aberto
- (1 | 0) Respirador de adução de ar tipo máscara autônoma de circuito fechado
- (10 | 5) Máscara fácil de tecido tipo bandana
- (7 | 1) Máscara para incêndios florestais
- (1 | 6) Máscara apropriada com cilindros de ar respirável (EPR)
- (71 | 26) Óculos de proteção
- (4 | 4) Protetor auricular
- (1 | 0) EPI de incêndio florestal e capacete F2
- (1 | 0) Epi florestal e capacete de salvamento
- (0 | 1) Perneiras
- (1 | 2) Não realiza o combate

11. Marque quais EPI você utiliza durante o combate de incêndios urbanos.

- (77 | 52) Capacete de combate a incêndio
- (77 | 54) Capuz ou balaclava contra riscos de origem térmica
- (78 | 54) Roupa de aproximação completa (calça e jaqueta)
- (78 | 55) Luvas
- (76 | 55) Botas
- (2 | 3) Respirador descartável semifacial filtrante (PFF1) para proteção das vias respiratórias contra poeiras e névoas
- (0 | 0) Respirador descartável semifacial filtrante (PFF2) para proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas e fumos
- (0 | 1) Respirador descartável semifacial filtrante (PFF3) para proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas, fumos e radionuclídeos
- (1 | 0) Respirador de ar com filtros removíveis
- (7 | 1) Respirador de adução de ar tipo máscara autônoma de circuito aberto
- (13 | 3) Respirador de adução de ar tipo máscara autônoma de circuito fechado
- (1 | 1) Máscara fácil de tecido tipo bandana
- (1 | 0) Mascarilha
- (0 | 0) Máscara para incêndios florestais
- (64 | 38) Máscara apropriada com cilindros de ar respirável (EPR)
- (26 | 14) Óculos de proteção
- (3 | 5) Protetor auricular
- (1 | 2) Não realiza o combate

12. Onde é armazenado o traje de combate a incêndios?
- (56 | 30) Armário próprio dentro da corporação
 - (14 | 8) Veículo doméstico
 - (2 | 3) Carro da corporação
 - (11 | 13) Armário próprio, junto com as demais roupas
 - (0 | 1) Almojarifado
 - (5 | 0) Armário coletivo
 - (0 | 2) Armário suspenso aberto
 - (1 | 0) Em casa
 - (0 | 1) Sala desativada
 - (0 | 3) Não possuo traje
13. Em qual local é realizada a lavagem do seu traje de combate a incêndios?
- (3 | 18) No quartel
 - (64 | 32) Em casa
 - (17 | 6) Em lavanderia comercial
 - (2 | 1) Em lavanderia especializada
 - (0 | 3) Não possuo traje
 - (1 | 0) Nunca lavei
14. Como é feita a lavagem do seu traje de combate a incêndios?
- (12 | 31) Água e sabão
 - (45 | 19) Água e sabão, separada das demais roupas
 - (13 | 5) Separada das demais roupas
 - (2 | 0) Máquina de lavar, separada das demais roupas
 - (3 | 0) Lavanderia
 - (4 | 5) Somente com água pressurizada
 - (0 | 1) Extratores específicos
 - (0 | 2) Não possuo traje
15. Como é feita a descontaminação dos equipamentos utilizados no combate a incêndios?
- Se possível, descreva o método:
- (0 | 6) Água e hipoclorito
 - (37 | 38) Água e sabão
 - (6 | 1) Água sanitária
 - (1 | 5) Água, sabão e álcool 70
 - (0 | 1) Apenas água
 - (0 | 1) Depende do tipo de incêndio
 - (1 | 0) Descarte
 - (0 | 1) Empresa contratada pela Corporação
 - (5 | 0) Jato neblinado
 - (3 | 0) Jato neblinado e ventilador específico

- (0 | 1) Lenço umedecido
- (11 | 1) Máquina de lavar
- (8 | 0) Não é feita
- (4 | 0) Não existe método padrão nem material necessário
- (0 | 2) Não sei
- (0 | 1) Não utilizo
- (1 | 1) Somente água
- (1 | 0) Ventilação e Lavagem com água e sabão

16. Você faz algum tipo de higienização após o combate de um incêndio? Se sim, como?

- (71 | 57) Toma banho
- (5 | 1) Limpeza com lenços umedecidos do corpo
- (2 | 2) Limpeza do traje de combate com lenços umedecidos
- (19 | 7) Lavagem do traje de combate
- (8 | 0) Não realiza nenhum tipo de higienização
- (0 | 3) Jato neblinado no traje
- (0 | 1) Limpeza das máscaras
- (0 | 1) Limpeza das partes sujas do EPI
- (0 | 1) Limpeza do excesso de detrito (pó; fuligem, etc.) com o auxílio de escova.
- (0 | 1) Não combate incêndios

17. Quantos trajes de combate a incêndio possui?

- (0 | 16) Zero
- (59 | 42) 1
- (14 | 0) 2
- (4 | 0) 3
- (2 | 0) 4 ou mais trajes

18. Qual a periodicidade em que você lava o seu traje de combate a incêndios, conforme descrito no item 14?

- (19 | 10) Sempre após o combate a um incêndio
- (0 | 2) Diariamente
- (4 | 4) Semanalmente
- (18 | 20) Mensalmente
- (30 | 7) Semestralmente
- (4 | 3) Anualmente
- (4 | 12) Nenhuma das anteriores

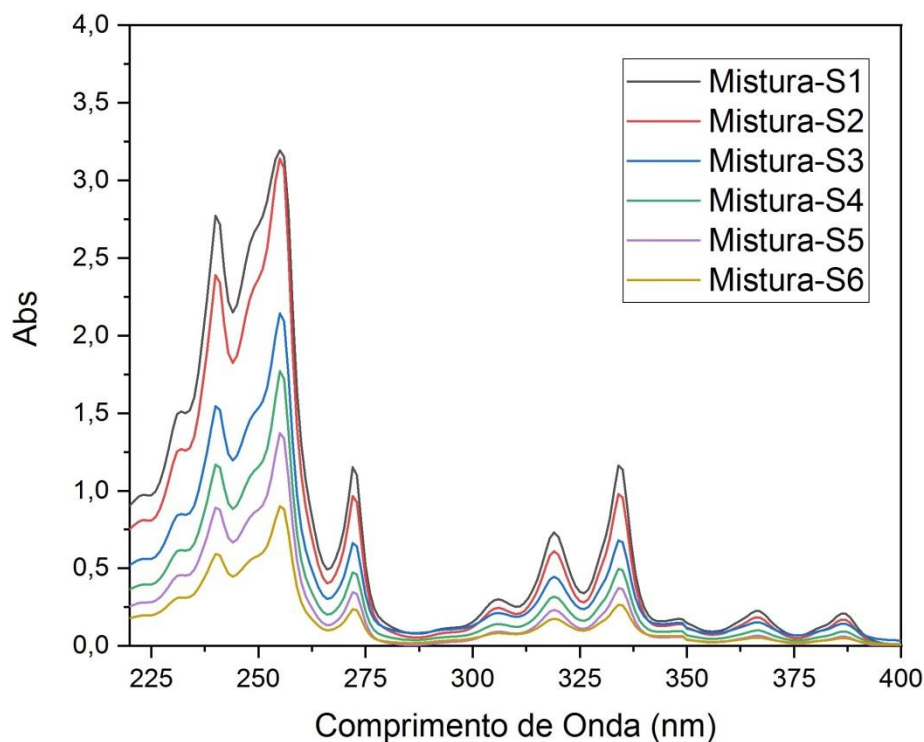
19. Qual a periodicidade em que você lava seus equipamentos, conforme descrito no item 15?

- (34 | 20) Sempre após o combate a um incêndio
- (0 | 3) Diariamente
- (4 | 10) Semanalmente

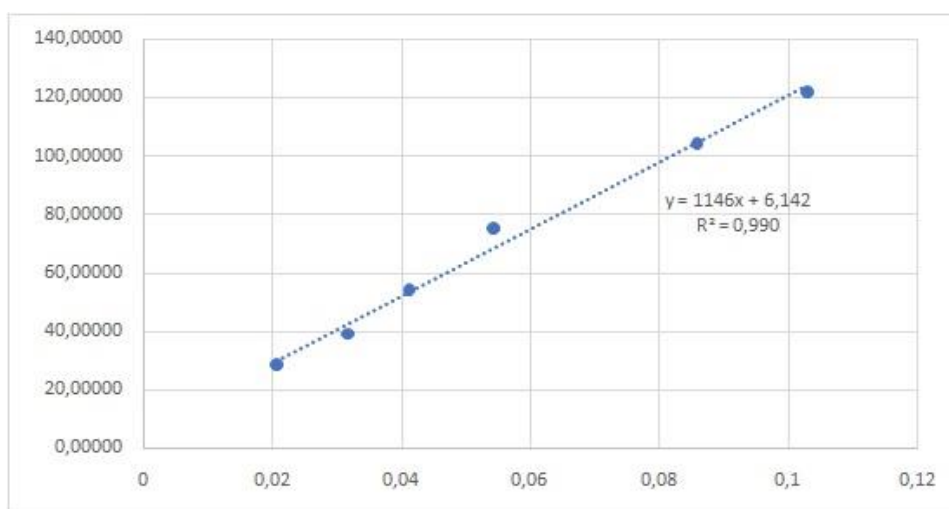
- (19 | 9) Mensalmente
 - (13 | 4) Semestralmente
 - (3 | 4) Anualmente
 - (6 | 8) Nenhuma das anteriores
20. Promoveu-se, dentro do batalhão, algum tipo de treinamento para a conscientização do uso de EPIs? Se sim, acredita que foi significativo?
- (53 | 29) Sim, e foi significativo
 - (6 | 14) Sim, mas não foi significativo
 - (20 | 15) Não houve treinamento
21. O Grupamento no qual você pertence fornece algum tipo de mecanismo/orientações para redução do risco de câncer, sem sim, qual(is)?
- (0 | 3) Não sei
 - (55 | 49) Não
 - (3 | 0) Sim
 - (5 | 0) Sim, cartazes e panfletos
 - (6 | 0) Sim, técnicas de limpeza
 - (3 | 0) Sim, utilização correta do EPI e/ou EPR
 - (4 | 5) Sim, orientação em geral
 - (2 | 1) Sim, palestras
 - (1 | 0) Sim, cartazes, panfletos e palestras
22. O Estado fornece mecanismo/orientações para redução do risco de câncer, se sim, qual(is)?
- (3 | 1) Fornece EPI
 - (7 | 6) Não sei
 - (55 | 50) Não
 - (1 | 0) Inspeção de saúde bienal
 - (4 | 0) Sim
 - (5 | 0) Sim, cartazes e panfletos
 - (1 | 0) Sim, orientação em geral
 - (2 | 1) Sim, palestras
 - (1 | 0) Sim, técnicas de limpeza
- Obs.3:** Os próximos seis itens (23 a 28) eram afirmativas expostas em uma tabela, onde os bombeiros deviam marcar o nível de concordância ou discordância em relação a cada assertiva proposta.
23. Estou preocupado(a) com o risco de desenvolver câncer devido à minha profissão.
- (6 | 3) Discordo totalmente
 - (3 | 3) Discordo parcialmente
 - (7 | 5) Indiferente

- (17 | 12) Concordo parcialmente
(46 | 35) Concordo totalmente
24. O uso de EPI correto pode reduzir o risco de desenvolver câncer.
(4 | 3) Discordo totalmente
(3 | 2) Discordo parcialmente
(0 | 2) Indiferente
(11 | 7) Concordo parcialmente
(61 | 44) Concordo totalmente
25. Manter meus EPIs higienizados e armazenados em um local separado pode reduzir o risco de desenvolver câncer.
(3 | 2) Discordo totalmente
(5 | 2) Discordo parcialmente
(5 | 4) Indiferente
(11 | 10) Concordo parcialmente
(55 | 40) Concordo totalmente
26. Realizar a lavagem dos trajes após todos os combates a incêndios pode diminuir a durabilidade destes.
(7 | 12) Discordo totalmente
(11 | 4) Discordo parcialmente
(8 | 7) Indiferente
(25 | 20) Concordo parcialmente
(28 | 15) Concordo totalmente
27. Manter meu(s) traje(s) de combate a incêndios higienizados diminui as chances de contaminação de colegas de trabalho por agentes carcinogênicos.
(3 | 2) Discordo totalmente
(7 | 2) Discordo parcialmente
(3 | 3) Indiferente
(12 | 9) Concordo parcialmente
(54 | 42) Concordo totalmente
28. Lavar o traje em casa, junto com as demais roupas, pode causar a contaminação da minha família ou de pessoas que moram comigo.
(4 | 4) Discordo totalmente
(8 | 3) Discordo parcialmente
(3 | 2) Indiferente
(3 | 7) Concordo parcialmente
(61 | 42) Concordo totalmente

APÊNDICE B – Curva analítica da mistura dos compostos



Amostra	Concentração (mmol/L)	Área Integrada
Mistura-S1	0,10298	121,91821
Mistura-S2	0,08581	104,19898
Mistura-S3	0,05420	75,05480
Mistura-S4	0,04119	53,97374
Mistura-S5	0,03169	38,95526
Mistura-S6	0,02060	28,33415



Curva montada por meio de regressão linear por mínimos quadrados ordinários. Intercepto = 6,142909 e Inclinação = 1145,977.

Eixo x representa a concentração da mistura e o eixo y representa a área integrada.