



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Epitácio Araújo Viana**

**CONTAMINAÇÃO POR HPA'S: proposta de divulgação  
científica para boas práticas no trabalho**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Brasília – DF**

**2.º/2023**





**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Epitácio Viana Araújo**

**CONTAMINAÇÃO POR HPA'S: proposta de divulgação  
científica para boas práticas no trabalho**

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

**Orientador: Eduardo Luiz Dias Cavalcanti  
Coorientadora: Ingrid Tavora Weber**

**2.º/2023**

## *SUMÁRIO*

Introdução.....	4
Capítulo 1 – Referencial teórico .....	5
1.1 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos: Bombeiros e o problema da contaminação ..	5
A divulgação científica e a inserção da ciência no cotidiano dos bombeiros .....	10
Capítulo 2 – Metodologia.....	13
Capítulo 3 – Resultados e discussões.....	15
3.1. Cartaz informativo.....	15
3.1.2. Stories para Instagram- Mitos x Fatos .....	16
3.1.3. Stories para Instagram- Cuidados e Orientações .....	16
3.1.4. Stories para o Instagram- Informações gerais.....	17
3.1.4. Texto de divulgação científica .....	18
Considerações finais .....	19
Referências .....	20
Apêndices .....	22

## ***RESUMO***

Dentre os compostos originados nos ambientes de combate a incêndios, os HPA's (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos) têm alto potencial cancerígeno, muitas vezes desconhecido pelos bombeiros. Por serem encontrados até em metabólitos urinários, os métodos convencionais de limpeza de equipamentos não são muito eficazes, causando nesse tipo de profissional uma taxa de provável desenvolvimento de câncer maior do que no resto da população. Para isso, serão feitas matérias informativos e com instruções sanitárias para uma melhoria na qualidade de vida e trabalho dos bombeiros.

**Palavras-chaves:** Bombeiros; HPA's; Divulgação científica.

## INTRODUÇÃO

É conhecido que a rotina de trabalho dos bombeiros é bastante insalubre, além dos riscos mais evidentes em incêndios como as altas temperaturas e locais de difícil acesso, esses profissionais estão expostos a riscos menos perceptíveis, como é o caso das contaminações por substâncias químicas potencialmente cancerígenas: Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA's).

Os HPA's são considerados substâncias tóxicas, ou seja, a sua inalação frequente faz com que a profissão de bombeiros seja considerada com risco aumentado de desenvolvimento de câncer pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer. Com a taxa de incidência de câncer até 15% maior do que outras profissões, grande parte dos bombeiros não tem um conhecimento adequado dos riscos e/ou não possuem instrução correta para uma descontaminação de si e dos seus trajes eficazes.

Levando em conta esse cenário, o trabalho propõe a criação e distribuição física e digital de um material de divulgação científica para conscientizar e instruir bombeiros sobre os riscos que correm e quais práticas são mais eficazes para uma descontaminação dos trajes, EPI's, ferramentas, etc. A divulgação científica desempenha um papel importante na sociedade, visto que aproxima a ciência e seus avanços da população em geral. Usando seus princípios, o presente trabalho foi realizado com vista a facilitar a compreensão da linguagem técnica e dos cuidados necessários por parte dos bombeiros.

Usando a pesquisa bibliográfica, o objetivo do trabalho visa por meio da divulgação dos estudos feitos e instruções das boas práticas sanitárias, melhorar a qualidade de vida e de trabalho dos bombeiros.

## CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

Para uma compreensão aprofundada da proposta que visa a produção de material de divulgação científica, é essencial compreender o princípio subjacente a problemática e as pesquisas correlatas. Assim, este capítulo apresenta os referenciais teóricos que orientaram tanto a concepção dessas produções quanto a formulação da proposta em questão.

### 1.1 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos: Bombeiros e o problema da contaminação

Dentre os serviços insalubres prestados à sociedade, os realizados pelos corpos de bombeiros têm notoriedade expressiva, uma vez que o trabalho dos mesmos apresenta riscos não só durante uma intervenção, mas, também, no pós-ocorrência. Dados do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF 2020) mostram que foram atendidos nos anos de 2018 a 2020, 10.431 incêndios urbanos.

É conhecido que nas reações de combustão de materiais variados, pode haver liberação de produtos nocivos à saúde humana. Segundo o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal - CBMDF, a combustão incompleta apresenta reações subsequentes por conta dos átomos e moléculas instáveis, originando vários produtos. Ideia essa que é reforçada também em outros estudos ao se tratar dos materiais encontrados nas construções civis.

Os materiais encontrados em edifícios e móveis modernos são cada vez mais sintéticos e podem gerar muitos subprodutos tóxicos da combustão quando queimam. As substâncias tóxicas identificadas na fumaça do incêndio incluem hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs), compostos orgânicos voláteis (VOCs), cianeto de hidrogênio (HCN) e vários outros compostos orgânicos e inorgânicos. Muitos desses compostos são carcinógenos humanos conhecidos ou potenciais (KW Fent *et al.*, 2017, p. 802, tradução nossa).

Dentre os produtos tóxicos gerados nos cenários de incêndio, como o benzeno (Keir *et al.*, 2017), também temos os chamados HPA's (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos), que são compostos orgânicos que podem ser encontrados, também, na água e solo. Apresentam em sua estrutura anéis aromáticos e além de serem poluentes, pela sua toxicidade, podem causar problemas à saúde humana. Todos esses produtos gerados nos cenários de incêndio, fazem com que a profissão de bombeiros seja classificada como cancerígena para humanos, pertencente ao grupo I (maior risco), pela Agencia Internacional de Pesquisa em Câncer. (*International Agency for Research on Cancer – IARC*, 2022). Fato esse justificado

pela presença das substâncias tóxicas nos EPIs, trajes, ferramentas, etc., dos bombeiros e pela inalação de substâncias tóxicas durante o combate ao fogo.

Fent *et al.* (2017) encontraram vários dos compostos tóxicos nos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) dos bombeiros após seu uso em incêndios. Além disso, os compostos tóxicos menos voláteis podem ser transferidos para locais de convivência dos bombeiros e veículos usados nas ocorrências.

Um estudo de mortalidade de coorte feito por Daniels *et al.* (2014) com cerca de 30.000 bombeiros, foram encontrados altas taxas de incidência e mortalidade para diversos tipos de câncer, como os de esôfago, pulmão, intestino, rim, cavidade oral e mesotelioma. Além disso, entre os bombeiros mais jovens há um risco mais elevado de desenvolver câncer de próstata e bexiga. Uma correlação entre horas de exposição a incêndio, morte por leucemia e por câncer de pulmão foi encontrada em estudos subsequentes de Daniels *et al.* (2015).

Além da exposição direta e aguda durante o combate a incêndio, pode haver uma exposição crônica a tais substâncias em virtude do seu acúmulo em EPIs, trajes, ou ferramentas e por meio da exposição cruzada (quando os contaminantes passam dos equipamentos para a pele). Esta exposição por longos períodos pode também causar danos à saúde destes profissionais.

A lavagem do equipamento de combate a incêndios pode não ser realizada rotineiramente após uma resposta ao incêndio, mas é mais comumente realizada apenas uma ou duas vezes por ano. Entre as lavagens, é provável que substâncias tóxicas se acumulem no equipamento e possam ser transferidas para a pele dos bombeiros. (Fent *et al.*, 2017, p. 802, tradução nossa).

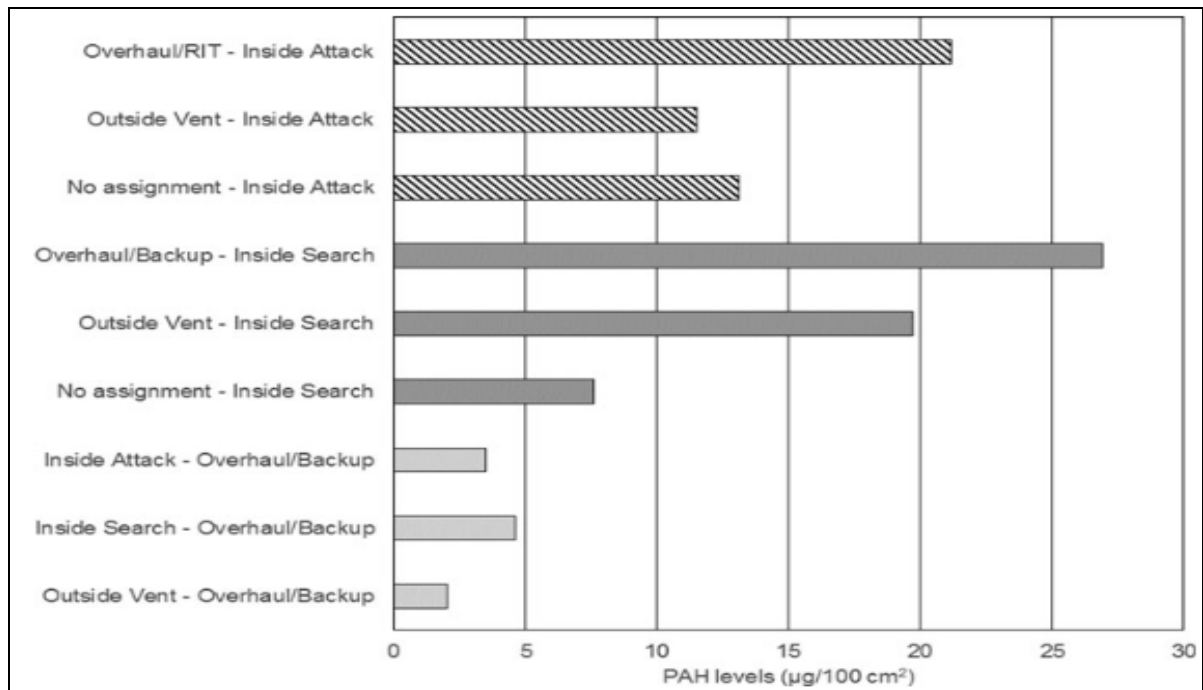
Com esse cenário notavelmente insalubre, tornou-se necessária a criação de uma série medidas que visassem reduzir os danos sofridos pelos bombeiros. Uma delas diz respeito a descontaminação efetiva dos trajes dos bombeiros. Para isso, foi (e ainda é) necessário realizar estudos acerca da eficácia às medidas de higienização.

Assim, um estudo realizado por Fent *et al.* (2017) no Instituto de Bombeiros da Universidade de Illinois com a colaboração do *Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional-NIOSH* e do *Instituto de Pesquisa de Segurança de Bombeiros - FSRI do Underwriters Laboratories - UL*, contou com a participação de quarenta e um bombeiros que receberam novos equipamentos no início do estudo, os bombeiros foram apresentados a 12 cenários diferentes de combate ao incêndio para posterior remoção do equipamento e análise das taxas de contaminação (cerca de 31 bombeiros participaram de 4 incêndios e tiveram diferentes atribuições: Ataque direto, busca interna e rescaldo/reforço).



Após a remoção do equipamento, os bombeiros entraram em uma espécie de baia de coleta biológica adjacente para amostragem e coleta de dados de diversas partes dos trajes. (Fent *et al.* 2017). Os resultados das coletas de HPAs em jaquetas após o uso em 4 incêndios e com as atribuições mostradas acima, resultaram na figura 1 que mostra o grupo com atribuição busca interna ligado aos maiores níveis de contaminação.

Figura 1– Níveis de HPA na jaqueta após o uso em quatro incêndios por atribuição no combate à incêndio.



Fonte: FENT *et al.* (2017)

Ainda no estudo de Fent *et al.* (2017), foram analisados os seguintes métodos de descontaminação: escova seca, métodos à base de ar comprimido e água e sabão. Na comparação entre os 3 métodos de descontaminação e posterior análise de dados, os autores revelam que o uso de jatos ar comprimido e escovação seca são mais ineficazes que o uso do sabão úmido.

A descontaminação com água e sabão foi mais eficaz na redução da contaminação por PAH, com uma redução média de 85%, em comparação a uma redução de 23% para a descontaminação com escova seca e um aumento de 0,5% para a descontaminação à base de ar. A última descoberta é provavelmente um artefato, pois é improvável que a contaminação realmente tenha aumentado após a descontaminação baseada em ar. (Fent *et al.*, 2017, p. 806, tradução nossa).

Em outro estudo, realizado por Keir *et al.* (2023), com amostras coletadas de 88 bombeiros durante 21 incêndios de treinamento realizados em 8 dias entre outubro de 2018 e

novembro de 2019, houve a criação e análise dos seguintes grupos de descontaminação dérmica:

- a) lenço umedecido comercial A: panos descartáveis pré-umedecidos, sem enxágue, de 7,7 polegadas, comercializados para limpeza da pele após exposição a substâncias como graxa ou tinta. Os dois primeiros ingredientes listados foram água e álcool;
- b) lenço umedecido B: Lenços de bebê pré-umedecidas e sem perfume. Os dois primeiros ingredientes listados foram água e extrato de aloe vera;
- c) detergente e água: aplicado com pano embebido em balde com aproximadamente 4 colheres de sopa de detergente em 5 L de água. Essa mistura foi escolhida devido à sua eficácia na remoção de HPAs de equipamentos contaminados;
- d) E por fim um grupo de controle em que não houve descontaminação dérmica.

Os HPAs identificados nas amostras coletadas foram separados pelo método de descontaminação. Após o processo de limpeza, foi evidenciado que o método com água e detergente removeu a maioria dos HPAs. Nesse caso, foram observadas reduções em 14 HPAs, onde 10 deles foram reduzidos em níveis significativos. (Keir *et al.* 2023). Outro dado obtido, foi o de que o grupo de bombeiros que usou o lenço do tipo A teve, em média, maior quantidade de naftaleno após a descontaminação do que antes. Além disso, cálculos na variação de 3 HPA's cancerígenos (criseno, benz(a)antraceno e benzo(b)fluorano) revelaram que os grupos de descontaminação dérmica tiveram a remoção dos carcinógenos significativamente melhor quando comparados ao grupo de controle. (Keir *et al.* 2023).

Já no trabalho realizado por Gaudreau *et al.* em 2016, foi analisada a presença de metabólitos provenientes dos HPA's na urina dos bombeiros participantes do estudo, utilizando cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa. Foram encontrados grandes aumentos nos metabólitos após o incêndio em comparação com antes do incêndio, variando de 1,7 a 2,2, vezes. Uma observação importante é a de que não houve diferença significativa na quantidade de metabólitos na urina entre os três métodos de descontaminação utilizados (Keir *et al.* 2023). Os metabólitos e suas quantidades na urina no pré e pós incêndio são mostrados na Figura 2.

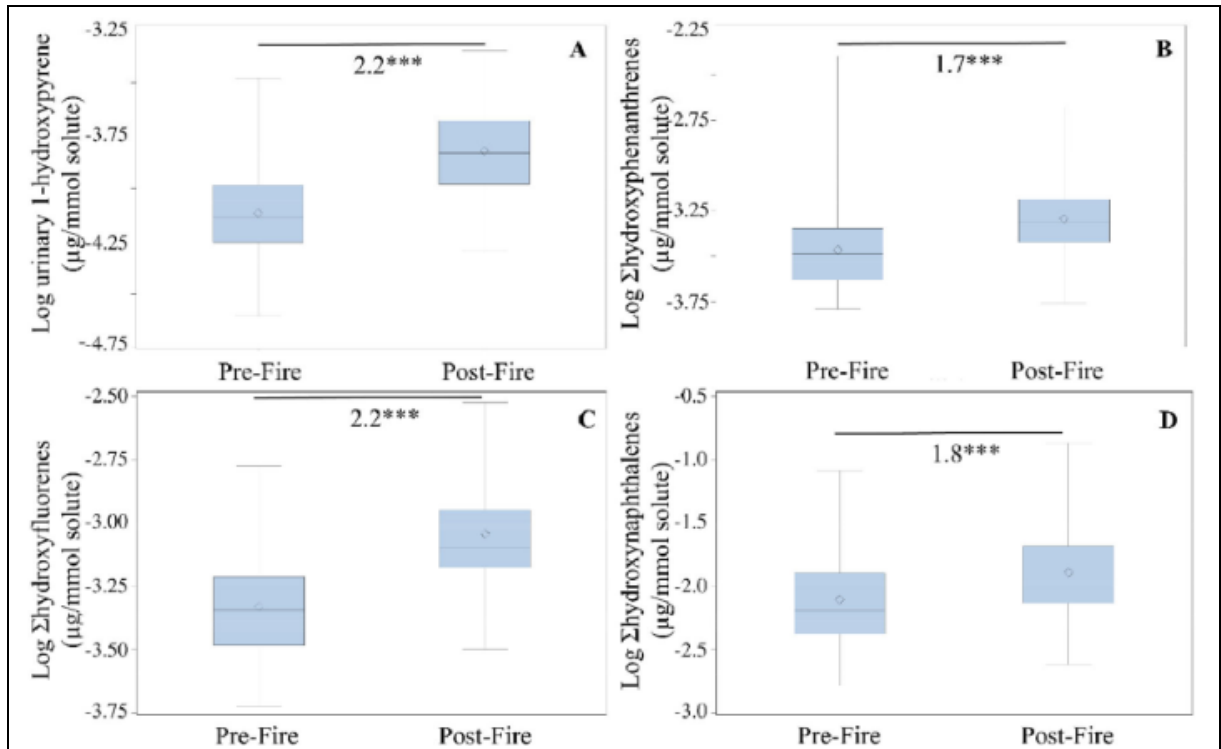


Figura 2 – Boxplots ilustrando concentrações urinárias corrigidas por osmolaridade de (A) 1-hidroxipireno, (B) Σhidroxifenantrenos, (C) Σhidroxifluorenos e (D) Σhidroxinaftalenos em bombeiros antes do treinamento de fogo real (pré-fogo) e após o treinamento de fogo real (pós-fogo). Os limites da caixa representam o intervalo interquartil (ou seja, 25° a 75° percentil), os losangos representam o valor médio, a linha contínua representa a mediana do grupo e os bigodes se estendem até o 5° e 95° percentis. Os asteriscos (\*) indicam uma diferença significativa entre os níveis pré e pós-fogo em  $p < 0,0001$  usando um teste t pareado.

Fonte: JLA KEIR *ET AL* (2023)

Segundo Keir *et al.* (2023), os surfactantes e/ou outros ingredientes do detergente e da água podem fornecer uma melhor remoção dos contaminantes em comparação com os ingredientes dos lenços umedecidos, o que explicaria sua melhor eficácia na descontaminação dérmica. Além desse fator, eles apontam que o pano texturizado usado nesse método de remoção pode ter ganhado vantagem quando comparado a panos com texturas lisas. Apesar da redução dérmica dos HPAs, a absorção dos contaminantes pelo organismo não foi evitada.

A falta de diferença entre os aumentos de metabólitos urinários de HPA entre os grupos de intervenção e o grupo de controle mostra que as etapas de limpeza dérmica pós-fogo não tiveram um efeito mensurável na dose interna de HPAs que os bombeiros receberam durante o exercício de treinamento com fogo real. É provável que os esforços de descontaminação dérmica pós-incêndio cheguem tarde demais para impedir a absorção pelo corpo. (Keir *et al.*, 2023, p. 90, tradução nossa).

Analisando os estudos recentes realizados, percebe-se que os métodos de descontaminação (limpeza com água e detergente, lenços umedecidos) são insuficientes,

revelando ainda mais o caráter insalubre dos ambientes de combate a incêndio vivenciados diariamente pelos bombeiros, que em muitos casos, não têm consciência dos riscos que correm. Assim, enquanto estudos subsequentes ainda “engatinham” no tema, deve-se aproximar as informações contidas nos estudos já publicados com a realidade de trabalho dos bombeiros, exibindo os riscos, falsas notícias e boas recomendações de práticas sanitárias para uma melhor qualidade de vida para os mesmos.

### **A divulgação científica e a inserção da ciência no cotidiano dos bombeiros**

A comunicação científica e a divulgação científica muitas vezes se confundem. A comunicação científica se trata do compartilhamento de informações científicas, tecnológicas ou inovações em certas áreas, entre os especialistas das mesmas. Já a divulgação científica, é o conjunto que reúne técnicas, recursos, processos e produtos para a veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações ao público leigo. (Bueno, 2009).

Embora os conceitos exibam características comuns, visto que ambos se reportam à difusão de informações em ciência, tecnologia e inovação (CT&I), eles pressupõem, em sua práxis, aspectos bastante distintos e que necessitam ser enunciados. Incluem-se, entre eles, o perfil do público, o nível de discurso, a natureza dos canais ou ambientes utilizados para sua veiculação e a intenção explícita de cada processo em particular. (Bueno, 2010, p. 2)

Ainda segundo Bueno, (2010) a percepção de ciência e tecnologia do público leigo apresenta algumas visões difusas, em que esse público vê avanços os científicos como algo proveniente de uma mente brilhante e na forma de uma ideia genial que veio em um determinado momento, e não como um processo contínuo de erros e acertos como ocorre verdadeiramente.

Além dos conceitos, o nível do discurso também deve ser distinto. A comunicação científica não tem a necessidade de decodificar sua comunicação especializada (termos, conceitos, jargões), já que seu público alvo frequenta espaços, ambientes ou tem acesso a veículos especializados de informação, tendo um maior empenho para assimilar termos, conceitos e processos novos. (Bueno, 2010).

Já a divulgação científica possui um panorama diferente, uma vez que o seu público alvo (público leigo), em geral, não é alfabetizado cientificamente. Portanto, qualquer termo técnico ou conceitos muito complexos causam um comprometimento no processo de

compreensão da Ciência e Tecnologia, já que não conseguem estabelecer uma relação entre os temas com a realidade em que estão inseridos. (Bueno, 2010).

Em função disso, a difusão de informações científicas e tecnológicas para este público obrigatoriamente requer decodificação ou recodificação do discurso especializado, com a utilização de recursos (metáforas, ilustrações ou infográficos, etc.) que podem penalizar a precisão das informações. Há, portanto, na divulgação científica, embate permanente entre a necessidade de manter a integridade dos termos técnicos e conceitos para evitar leituras equivocadas ou incompletas e a imperiosa exigência de se estabelecer efetivamente a comunicação, o que só ocorre com o respeito ao background sociocultural ou linguístico da audiência. (Bueno, 2010, p. 3)

Além das diferenças entre conceitos e público alvo, a divulgação científica e comunicação científica se distinguem pelos canais de comunicação. A divulgação científica está na maioria das vezes associada à difusão de informações pela imprensa, mas não se restringe somente ao território da mídia e jornalismo científico, se espalhando por outros campos e atividades (Bueno, 2010).

Por outro lado, a comunicação científica está presente em ambientes mais restritos, como revistas e periódicos científicos ou até eventos técnico-científicos. Mesmo com congressos ou publicações especializadas, o número de pessoas atingidas não é equivalente a divulgação científica, uma vez que há a limitação de acesso aos veículos ou canais. (Bueno, 2010).

No geral, a divulgação científica democratiza o acesso ao conhecimento científico e fornece condições para a chamada alfabetização científica. Dessa maneira, há a inserção dos cidadãos no debate sobre temas que podem impactar na sua vida e/ou trabalho, como as mudanças climáticas e energias renováveis por exemplo. (Bueno, 2010).

Mas qual é a importância de saber ciências? Sobretudo, nesse trabalho qual seria o intuito de apresentar aos bombeiros os dados obtidos pelas pesquisas científicas?

[...] entender a ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida. Isto é, a intenção é colaborar para que essas transformações que envolvem o nosso cotidiano sejam conduzidas para que tenhamos melhores condições de vida. (Chassot, 2003, p. 91).

Assim, Bueno, (2010) afirma que a divulgação científica não se torna somente a repetição de dados ou de acontecimentos que acontecem no presente, mas uma contextualização de dados e resultados, para manter temporalidade e comunicar ao público-alvo qual são as intenções da pesquisa e quais as oportunidades de sua produção e aplicação.

Segundo Gomes (2018), os textos de divulgação científica possuem, também, um compromisso em falar das questões da ciência para a sociedade, realizando um processo de construção científica por meio de saberes e aplicações positivas ou negativas da ciência e da tecnologia no âmbito social.

Com a globalização, a revolução midiática que facilita o compartilhamento de informações pode se tornar uma poderosa aliada na propagação de assuntos científicos para a sociedade. Lordêlo (2012) traz em seu artigo uma citação que reforça a ideia acima:

O advento dos processos eletrônico/digitais de produção de conhecimento, incluindo-se aí o conhecimento científico, o tecnológico, o artístico e o cultural, traz, entre outras, uma implicação da ordem da incorporação da cultura popular e de seus saberes, passando a lançar mão desses atributos para alimentar uma indústria cultural cada vez mais ávida para atingir a maior gama possível de indivíduos (França, 2011, p. 1).

Para Qualman (2011), as mídias sociais permitem que não haja “indigestão de informações” pelo usuário, ou seja, um tempo que poderia ser perdido é transformado em um tempo produtivo.

Considerando os expostos, há a necessidade de um tipo de alerta, em específico para os bombeiros, sobre os riscos que correm diariamente nas atividades de combate a incêndios. A utilização da divulgação científica para a produção pôsteres e posts na internet, facilitarão a propagação de tais informações sem alterar a dinâmica cotidiana dessas pessoas.

Além da propagação de informações importantes, há a necessidade da apresentação de medidas de higiene nas etapas que envolvem a descontaminação dos bombeiros e seus EPI's. Assim, aliando ciência e tecnologia, a propagação científica focada em assuntos e mudanças de um grupo de pessoas ou de uma sociedade como um todo, atingirá os seus padrões ideais.

## CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo produzir um material informativo para ser distribuído aos bombeiros sobre os riscos relacionados aos HPAs e para instruí-los a realizar boas práticas a fim de auxiliar no controle de contaminação.

A metodologia consiste em uma abordagem mista, que combina a pesquisa bibliográfica e a realização de um material de divulgação científica. Sousa (2021) discorre sobre a pesquisa bibliográfica:

Ela nos auxilia desde o início, pois é feita com o intuito de identificar se já existe um trabalho científico sobre o assunto da pesquisa a ser realizada, colaborando na escolha do problema e de um método adequado, tudo isso é possível baseando-se nos trabalhos já publicados. A pesquisa bibliográfica é primordial na construção da pesquisa científica, uma vez que nos permite conhecer melhor o fenômeno em estudo (Sousa, 2021, p. 65-66).

Para alcançar o objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) realizar uma revisão bibliográfica sobre os principais fatores de risco para o câncer em bombeiros relacionados aos HPAs;
- b) identificar as principais práticas de prevenção do câncer recomendadas para bombeiros;
- c) desenvolver um material de instrução de cuidados sanitários para bombeiros, com base nas práticas de prevenção identificadas;

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de identificar os principais fatores de risco para o câncer em bombeiros relacionados a contaminação por HPAs e as práticas de prevenção recomendadas. Foram consultadas bases de dados em artigos científicos relacionados ao tema, usando alguns termos como “contaminação em incêndios”, “contaminação por HPAs” e “limpeza de trajés”.

A aplicação consiste na distribuição do material de instrução para bombeiros em diferentes meios de comunicação. Para atingir um público alvo maior, a veiculação em redes sociais como *posts* e *stories* no Instagram, Whatsapp e X é o mais adequado, visto que o grande número de usuários facilita a visibilidade do material e na facilidade de compartilhamento do mesmo.

Outra maneira de distribuição se dará pelo material físico para alguns quartéis de bombeiros, para que sejam colocados em locais de visualização cotidiana por esses profissionais. Assim, o público alvo será atingido em diferentes âmbitos, aumentando a eficiência da divulgação científica proposta.



## CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme apresentado anteriormente, apesar do risco em que os bombeiros correm pela intoxicação com os HPA's, não há uma fonte informativa de fácil acesso sobre os problemas causados. Para isso, a criação de materiais de fácil acesso (tanto físicos quanto digitais) para esses profissionais foi uma estratégia importante como vetor de informação. O material de informação foi dividido em algumas áreas e estilos:

- cartaz informativo em folha A3;
- stories para Instagram (fatos x mitos);
- stories para Instagram (cuidados e orientações);
- stories para Instagram (informações gerais);
- texto de divulgação científica;

A seguir, será apresentado todos os materiais desenvolvidos, bem como seus objetivos.

### 3.1. Cartaz informativo

Esse material foi feito com o intuito de ser fixado nos quartéis do corpo de bombeiros em áreas de fácil visualização, com o objetivo de fazer parte da rotina desses profissionais e transmitir informações importantes de uma maneira simples e objetiva, como mostrado na figura 3.

Figura 3– Cartaz informativo sobre HPA's

**Hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs)**

**O que são?**  
São compostos orgânicos, cancerígenos, provenientes de reações de combustão. Eles têm facilidade de adesão em EPIs e absorção pelo corpo humano.

**Onde são encontrados?**  
São encontrados em ambientes de incêndio urbano, permanecendo em contato com o bombeiro mesmo no cenário pós incêndio.

**Cuidados e orientações**

- Lavar os trajes e equipamentos após o uso.
- Lavar as mãos ou qualquer outra parte do corpo com água e sabão.
- Separar os equipamentos usados em incêndios dos que estão limpos. A criação de uma "zona de contaminação" e de uma "zona limpa" nos quartéis é recomendada.
- O uso de jatos de ar, escovação a seco ou de lenços umedecidos são comprovadamente ineficazes para uma correta descontaminação.

Após o incêndio, lave seus trajes e EPIs; Use água e sabão na pele.

Fonte: os autores

O cartaz deverá ser impresso preferencialmente em folha tamanho A3 e contém informações gerais do o que são os hidrocarbonetos poliaromáticos, onde são encontrados e quais são os cuidados e orientações que os bombeiros devem seguir em sua rotina de trabalho, tanto no cenário de combate ao incêndio quanto após a ocorrência.

### 3.1.2. Stories para Instagram- Mitos x Fatos

Esse material foi elaborado para a veiculação na rede social Instagram, na forma de *story*. Tem o objetivo de responder prováveis dúvidas ou desmistificar alguns comportamentos sanitários que eram considerados eficazes dentro dos quartéis.

Figura 4 – Stories fatos x mitos



Fonte: os autores

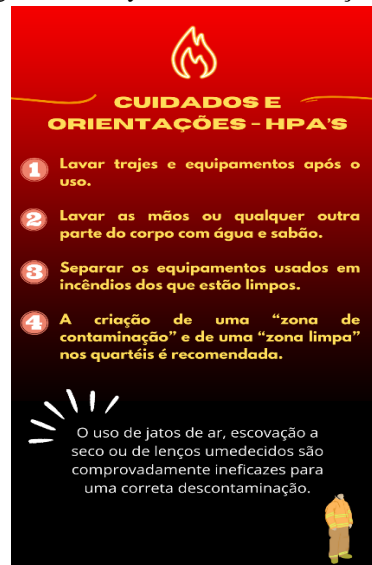
Por ser veiculado em um meio rápido e de constante tráfego de informações, os stories apresentam um layout de rápida leitura e sem a presença de uma linguagem científica bruta para os leitores, favorecendo a absorção de informações.

### 3.1.3. Stories para Instagram- Cuidados e Orientações

Esse material tem o objetivo de direcionar aos bombeiros quais são as práticas sanitárias recomendadas para diminuir a taxa de contaminação e melhorar a qualidade de vida desses profissionais.

A veiculação também se dará via Instagram, facilitando a propagação das recomendações.

Figura 5– Story cuidados e orientações.

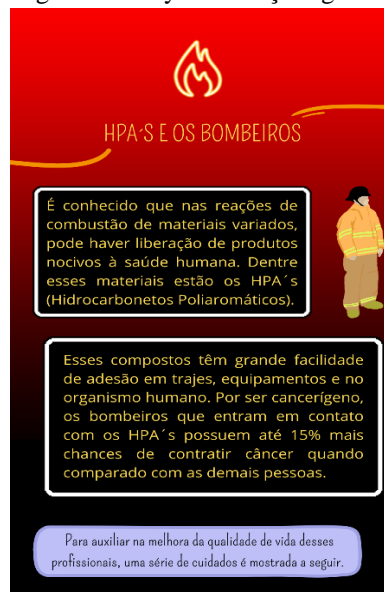


Fonte: os autores

### 3.1.4. Stories para o Instagram- Informações gerais

Nesse material, o intuito foi fornecer o máximo de informação possível em um pequeno espaço e de maneira rápida, isto é, a linguagem deve ser acessível e não deve conter grande volume de texto.

Figura 6- Story informações gerais



Fonte: os autores

É recomendado que esse material seja veiculado juntamente com o story anterior (cuidados e orientações), que irá enfatizar quais as medidas sanitárias corretas após a exposição dos riscos.

#### **3.1.4. Texto de divulgação científica**

O último material feito, presente no apêndice A, trata-se de um texto de divulgação científica que poderá ser divulgado preferencialmente em grupos de Whatsapp, postado em blogs ou compartilhado nas demais redes sociais. O texto de divulgação científica trata-se de um resumo de todas as informações contidas nesse trabalho, tais como: o que são os HPAs, como ocorre a contaminação e quais são os cuidados sanitários que deverão ser tomados a fim de minimizá-la. O texto de divulgação científica se encontra no apêndice 1.

O texto foi escrito usando critérios baseados na divulgação científica. Assim como cita Bueno, (2010), a visão da população em geral sobre o “fazer científico” é difusa, logo, a produção do TDC exigiu uma simplificação da linguagem científica, utilizando-se de uma linguagem mais cotidiana, mas sem perder seu objetivo central.

Todos os materiais apresentados anteriormente deverão estar disponíveis facilmente nas mídias sociais, sua distribuição poderá ser feita por meio do contato com bombeiros de todo o país, visando assim facilidade no compartilhamento da informação no meio desejado. Conforme a necessidade, os materiais poderão estar sujeitos a algum tipo de alteração, seja na linguagem, no formato ou no meio de circulação.

A ideia por trás da fabricação desse conjunto de materiais é aproximar mais cientificamente os bombeiros da dura realidade de trabalho em que estão imersos, contribuindo para uma popularização de estudos acadêmicos que não irão ficar disponíveis somente na forma de artigos científicos e de linguagem especializada.

A aproximação da ciência com a população tem um importante papel na construção da cidadania e na aceitação dos benefícios propostos, como a melhoria na qualidade de vida dos bombeiros proposta nesse trabalho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de desenvolvimento do trabalho ocorreu em diversas etapas, das quais vale destacar: pesquisa bibliográfica e contato com literatura. Por se tratar de um tema recente, a quantidade de informação ainda não é muito numerosa, o que dificultou no embasamento sobre o assunto na parte de marco teórico. Felizmente, grande parte das referências relacionadas aos HPAs aqui citadas foram disponibilizadas pela coorientadora Dra. Ingrid Tavora Weber. A bibliografia disponível é em sua maioria em inglês, requerendo além da análise dos textos para a citação, a tradução dos mesmos.

Apesar da dificuldade inicial no marco teórico, os objetivos do trabalho visam um impacto positivo na vida dos bombeiros. A importância da discussão sobre os HPAs para com estes profissionais, favorece não só a melhora na qualidade de vida e trabalho, mas insere cada vez mais a questão da divulgação científica na sociedade, facilitando o acesso à população a informações pertinentes que permeiam seu cotidiano.

Após a publicação desse trabalho, é esperado que os materiais produzidos tenham grande circulação em redes sociais e que atinjam o maior número possível de bombeiros no Brasil, visto que a divulgação em meio digital não é tão afetada pela distância. Por fim, as perspectivas de impacto são boas e a fabricação dos materiais foi totalmente pensada para facilitar a compreensão dos leitores.

## REFERÊNCIAS

- BUENO, W. C. B. Jornalismo científico: revisitando o conceito. In: VICTOR, C.; CALDAS, G.; BORTOLIERO, S. (Org.). Jornalismo científico e desenvolvimento sustentável. São Paulo: All Print, 2009. p.157-78.
- BUENO, W. C. Comunicación científica y divulgación científica: aproximaciones y rupturas conceptuales. **Informação & Informação**; v. 15, n. 1esp (2010); 1-12, v. 24, n. 2, p. 12-1, 2010.
- Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Sistema DAVI - Painel Operacional. 2020. Disponível em: <http://davi.cbm.df.gov.br/painel/operacional/>.
- CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, jan. / abr. 2003.
- DANIELS, R. D. *et al.* Mortality and cancer incidence in a pooled cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950–2009). **Occupational and environmental medicine**, v. 71, n. 6, p. 388-397, 2014.
- DANIELS, R.D., S. Bertke, M.M. Dahm, et al.: Exposure response relationships for select cancer and non-cancer health outcomes in a cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950–2009). *Occup. Environ. Med.* 72(10) (2015).
- DE SOUSA, A. S. O. Guilherme Saramago; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, 2021.
- FENT, K. 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.
- FENT, K. 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.
- FRANÇA, Lilian Cristina Monteiro. Cultura contemporânea: a fronteira entre o digital e o popular. Universidade Federal de Sergipe. Disponível em <<http://www.bocc.ubi.pt/pag/franca-lilian-cultura.pdf>> Acesso em 25 jun. 2011.
- GAUDREAU, E, B. R, Bienvenu J. F. Fleury N. 2016. Problemas de estabilidade na determinação de 19 hidrocarbonetos aromáticos monohidroxi policíclicos urinários (livres e conjugados). *Anal Bioanal Chem.* 408(15):4021–4033. doi:10.1007/ s00216-016-9491-2
- GOMES, V. B. *et al.* Contribuições de textos de divulgação científica para o ensino de ciências numa abordagem CTS. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 8, n. 01, 2018.
- KEIR, J. L. A. *et al.* Elevated exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons and other organic mutagens in Ottawa firefighters participating in emergency, on-shift fire suppression. **Environmental science & technology**, v. 51, n. 21, p. 12745-12755, 2017.

KEIR, J. L. A. *et al.* Effectiveness of dermal cleaning interventions for reducing firefighters' exposures to PAHs and genotoxins. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, n. just-accepted, p. 1-16, 2023.

LORDÊLO, F. S. M. P. Cristiane. Divulgação científica e cultura científica: conceito e aplicabilidade. **Revista Ciência em Extensão**, v. 8, n. 1, p. 18-34, 2012.

QUALMAN, E. Socialnomics: como as mídias sociais estão transformando a forma como vivemos e fazemos negócios. **São Paulo: Saraiva**, 2011.

# APÊNDICES

## Apêndice A - Texto de divulgação científica.

### HPA's: Um perigo invisível

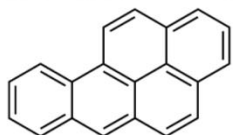


Sabemos que o trabalho realizado pelos profissionais do corpo de bombeiros é de grande importância para a sociedade. Diariamente, bombeiros estão sujeitos à diversas fontes de perigo, algumas delas são óbvias, como enfrentar incêndios. Mas existem perigos que não são óbvios e são invisíveis ao olho humano, como é o caso dos HPA's.

#### O que são?

Os Hidrocarbonetos Poliaromáticos, conhecidos como HPA's, são compostos orgânicos tóxicos que podem ser encontrados na água, ar, solo e, também, nas fumaças de incêndio. São compostos que se degradam lentamente, ou seja, levam muito tempo para sumirem do ambiente. Além disso, são poluentes e podem causar problemas à saúde humana.

Um exemplo disso é o benzo(a)pireno, um HPA que foi estudado e comprovado como sendo cancerígeno pela Agência Internacional de Pesquisas em Câncer.



Molécula de benzo(a)pireno.

#### O problema gerado

Os HPA's são considerados substâncias tóxicas, ou seja, a sua inalação frequente faz com que a profissão de bombeiros seja considerada com risco aumentado de desenvolvimento de câncer pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer.

Para se ter ideia do impacto negativo sobre a saúde, o risco de um bombeiro desenvolver câncer é cerca de 15% maior que outras profissões. Estudos feitos com cerca de 30.000 bombeiros, indicaram altas taxas de incidência e mortalidade para diversos tipos de câncer, como os de esôfago, pulmão, intestino, rim e cavidade oral.



Câncer de pulmão e de esôfago.

#### A contaminação

Além da exposição direta e aguda pela inalação durante o combate a incêndio, pode haver uma exposição crônica a tais substâncias em virtude do acúmulo em EPIs, trajes, ou ferramentas por meio da exposição cruzada (quando os contaminantes passam dos equipamentos para a pele), ocasionada principalmente pelo processo de lavagem incorreto dos mesmos. Mesmo que a quantidade de HPA's em trajes, EPIs seja muito baixa, a exposição por longos períodos é danosa à saúde desses profissionais.

Ou seja, mesmo após sair do local de combate ao incêndio os bombeiros estão suscetíveis a contaminação. Com esse cenário notavelmente insalubre, tornou-se necessária a criação de uma série medidas que visam reduzir os danos sofridos pelos bombeiros.





## Cuidados e orientações

Como dito anteriormente, os riscos de contaminação não necessariamente ocorrem somente durante o combate a incêndio, como é o caso da contaminação cruzada. Isso faz com que o cuidado com os EPIs e sua correta higienização sejam constantemente seguidos à risca.

Dentre os cuidados estão:

- **Lavar os trajes e equipamentos com água e sabão após cada uso.** A lavagem é o melhor método para a retirada de HPA's dos trajes, visto que o uso de jatos de ar e escovação a seco são comprovadamente ineficazes para uma descontaminação.
- Lavar as mãos ou qualquer outra parte do corpo que teve contato com trajes, EPIs, veículos, etc com água e sabão.
- Separar os equipamentos usados em incêndios dos que estão limpos.
- A criação de uma “zona de contaminação” e de uma “zona limpa” nos quartéis é recomendada.



As orientações feitas acima reduzem significativamente o potencial da contaminação cruzada se feitas corretamente. Apesar disso, ainda não há estudos que mostrem como proceder para uma descontaminação completa dos HPA's do organismo humano, visto que há a presença nos pulmões e na urina.

## A ciência e os bombeiros

A ciência, assim como os bombeiros, trabalha para melhorar em alguns aspectos a vida da sociedade em geral. Estudos científicos, apesar de parecerem complexos ou com uma linguagem complicada à primeira vista, têm o intuito de fornecer algo positivo as pessoas.

No caso desse texto, o foco em não só alertar os bombeiros sobre novos perigos da profissão, mas também em promover cuidados e orientações para uma melhor qualidade de vida desses profissionais, mostra um dos objetivos da ciência perante a população.

## Referências

DANIELS, Robert D. et al. Mortality and cancer incidence in a pooled cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950-2009). *Occupational and environmental medicine*, v. 71, n. 6, p. 388-397, 2014.

DANIELS, R.D., S. Bertke, M.M. Dahm, et al.: Exposure-response relationships for select cancer and non-cancer health outcomes in a cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia (1950-2009). *Occup. Environ. Med.* 72(10) (2015).

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.

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.

KEIR, Jennifer LA et al. Elevated exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons and other organic mutagens in Ottawa firefighters participating in emergency, on-shift fire suppression. *Environmental science & technology*, v. 51, n. 21, p. 12745-12755, 2017.

KEIR, Jennifer LA et al. Effectiveness of dermal cleaning interventions for reducing firefighters' exposures to PAHs and genotoxins. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, n. just-accepted, p. 1-16, 2023

