

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – *CAMPUS*
DE FRANCISCO BELTRÃO, CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE,
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE – NÍVEL MESTRADO

PRISCILA LEITE SILVA

**EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL DE BOMBEIROS A
HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS MEDIDOS
PELO USO DE PULSEIRAS DE SILICONE**

FRANCISCO BELTRÃO – PR
(NOVEMBRO/2023)

PRISCILA LEITE SILVA

**EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL DE BOMBEIROS A
HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS MEDIDOS
PELO USO DE PULSEIRAS DE SILICONE**

DISSERTAÇÃO apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ciências Aplicadas à Saúde, nível Mestrado, do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Aplicadas à Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde.

Orientadora: Prof. Dra. Franciele Ani Caovilla Follador

FRANCISCO BELTRÃO – PR
(NOVEMBRO/2023)

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Silva, Priscila Leite

Exposição ocupacional de bombeiros a hidrocarbonetos policíclicos aromáticos medidos pelo uso de pulseiras de silicone / Priscila Leite Silva; orientadora Franciele Ani Caovilla Follador. -- Francisco Beltrão, 2023.

85 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Francisco Beltrão) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde, 2023.

1. EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL . 2. HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS . 3. SUBSTÂNCIAS NOCIVAS . 4. SAÚDE OCUPACIONAL . I. Follador, Franciele Ani Caovilla , orient.
II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

PRISCILA LEITE SILVA

EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL DE BOMBEIROS A HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS MEDIDOS PELO USO DE PULSEIRAS DE SILICONE

Essa dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Ciências Aplicadas à Saúde e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Franciele Ani Caovilla Follador
UNIOESTE

Membro da banca: Prof^o. Dr^o. Davi Zacarias de Souza
UTFPR

Membro da banca: Prof^a. Dr^a. Ana Paula Vieira
UNIOESTE

FRANCISCO BELTRÃO, PR
NOVEMBRO/2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ser minha fortaleza e minha sustentação, à Ele agradeço a oportunidade de estar encerrando um novo ciclo, ao qual, anos sonhei com esse momento, certamente de outra maneira, mas os Planos de Deus, são diferentes e maiores que os nossos, à Ele toda honra e toda glória.

Agradeço a Deus por ter a Dra Franciele Ani Caovilla Follador, como orientadora, a qual encorajou-me, incentivou-me e não permitiu que desistisse de todo esse processo. Assim como um anjo, me segurou pela mão e me conduziu, nem as mais belas palavras aqui externadas, serão capazes de descrever a gratidão e carinho que tenho pela senhora, que Deus lhe recompense com infinitas graças.

Agradeço a todos os Bombeiros Militares do 10º Grupamento de Bombeiros de Francisco Beltrão, que contribuíram no desenvolvimento da pesquisa, ao colaboradores que auxiliaram e permitiram o uso do Laboratório de Análises (LabAna) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão (UTFPR-FB).

Agradeço aos meus familiares, amigos, e os tantos profissionais que colaboraram no decorrer da pesquisa.

Agradeço a minha mãe Simonia Glória Leite e minha irmã Kamilla Leite Silva, que foram as fortalezas e são meu estímulo e minha razão diária de viver, a minha prima Tamires Guimarães da Silva, pelas contribuições nas análises e levantamento na base de dados.

Gratidão a meu amado pai Ademar Guimarães da Silva e meu amado esposo Tiago Aparecido Thomas, os quais foram e sempre serão meus exemplos de humildade, dedicação, hombridade e fé, meus eternos anjos protetores, espero que eu esteja lhes dando orgulho, (obrigada por intercederem e cuidar de mim).

DEDICATÓRIA

Aos Meus Anjos Da Guarda
(Ademar e Tiago)

Tu que brilhas no belo céu
Como uma pura e doce chama
Ao lado do trono do Eterno
Por mim tu desces à Terra
E iluminando-me com teu esplendor
Belo anjo, tu te tornas meu irmão
Meu amigo, meu consolador...

Conhecendo minha grande fraqueza,
Tu me diriges pela mão
E te vejo com ternura
Afastar as pedras do chão
Tua doce voz sempre me convida
A olhar apenas para o Céu.
Quanto mais me vês humilde e
pequena
Mais radiante fica tua face.

Ó tu que atravessas o espaço
Mais rápido que os relâmpagos
Eu te peço, voa em meu lugar
Para perto daqueles que amo
Com tua asa seca-lhes as lágrimas
Canta o quanto Jesus é bom
Canta que sofrer tem seu encanto
E baixinho, murmura o meu nome...

Eu quero, em minha curta vida,
Salvar meus irmãos, os pecadores

Ó belo anjo da Pátria,
Dá-me teus santos ardores
Eu tenho apenas meus sacrifícios
E minha austera pobreza
Com tuas celestes delícias
Ofereça-os à Trindade.
[...]
(Santa Teresinha do Menino Jesus)

Ao Subtenente Bombeiro Militar
Massiero.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Estrutura organizacional do 10º Grupamento de Bombeiros.....	30
Figura 2 -	Processo de limpeza da pulseira.....	32
Figura 3 -	Organização das pulseiras no processo de limpeza anterior a agitação.....	32
Figura 4 -	Processo de agitação das pulseiras para limpeza (agitador orbital 120 rpm).....	32
Figura 5 -	Cromatograma de pulseira após processo de limpeza.....	33
Figura 6 -	Cromatograma de pulseira após uso de 24 horas.....	34
Figura 7 -	Frequência de HPAs detectadas em pulseiras de silicones dos militares (n=36).....	51
Figura 8 -	Presença de compostos em EPIs acondicionados em caminhões.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Recuperação de HPAs para determinação de padrão	32
Tabela 2 - Valores médios dos diferentes compostos tóxicos que bombeiros são expostos	47
Tabela 3 - Associação entre a presença dos compostos e a categoria de exposição dos bombeiros	50
Tabela 4 - Associação entre os compostos e fatores de risco presentes para neoplasias.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTR - Auto Bomba Tanque Resgate

ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists

AhR - Receptor de Arila Hidrocarboneto

BM - Bombeiro Militar

CCB - Comando do Corpo de Bombeiros

CEI - Centro de Ensino e Instrução

CO – Monóxido de carbono

COBOM - Centro de Operações de Bombeiros Militares

Colesterol LDL – Colesterol lipoproteína de baixa densidade

Colesterol HDL – Colesterol lipoproteína de alta densidade

CRBM - Comando Regional de Bombeiro Militar

CSM/MOP - Centro de Suprimentos e Manutenção de Material Operacional

DAFIN - Divisão de Administração e Finanças

DNA – Ácido desoxirribonucleico

EPC's -Equipamentos de proteção coletiva

EPI's - Equipamentos de proteção individuais

GB- Grupamento de Bombeiros

HC - Hidrocarbonetos

HPAs - Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

IARC - International Agency for Research on Cancer

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMC - Índice de Massa Corporal

MP - Material particulado

NFPA - National Fire Protection Association

NO - Óxido nítrico

NO₂ - Dióxido de nitrogênio

NOX - Óxido de nitrogênio

PR - Paraná

RPM - rotações por minuto

SGBIs - Subgrupamentos de Bombeiros Independentes

SGB - Subgrupamentos de Bombeiros

SIATE - Serviço Integrado de Atendimento ao Trauma em Emergência

SPSS - *Statistical Package for Social Sciences*

SUS - Sistema Único de Saúde

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL DE BOMBEIROS A HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS MEDIDOS PELO USO DE PULSEIRAS DE SILICONE

Resumo

A saúde do trabalhador é um ponto fundamental para a saúde pública, principalmente aqueles submetidos a substâncias nocivas durante sua escala de trabalho, como é o caso dos bombeiros. Tal exposição pode influenciar diretamente no estado de saúde desses trabalhadores, sendo importante sua investigação. Identificar, identificar a exposição a hidrocarbonetos policíclicos aromáticos nocivos à saúde do trabalhador bombeiro pelo uso de pulseiras de silicone em bombeiro de um Grupamento de Bombeiros Militares do Sudoeste do Paraná expostos durante sua jornada de trabalho. Trata-se de uma pesquisa quantitativa, exploratória, descritiva, transversal com coleta de dados sociodemográficos e do ambiente de trabalho. A coleta de dados foi realizada em quatro etapas: (1) questionário sociodemográfico, (2) preparo e aplicação das pulseiras de silicone, (3) medida das concentrações dos hidrocarbonetos aromáticos nas pulseiras de silicone por cromatografia gasosa substâncias nas pulseiras de silicone, (4) investigação das substâncias resultantes após exposição de trabalho e análise com programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences* SPSS versão 23,0. As substâncias encontradas nas amostras (pulseiras) foram o naftaleno, acenaftaleno e acenafteno, o antraceno apresentou valor médio de $1,63 \pm 3,08$ ug/ml, presente em todas as amostras usadas pelos bombeiros em dias de serviço e instruções. Ao analisar a associação das substâncias e grupo de bombeiros expostos, não expostos e alunos, no grupo de bombeiros expostos, as substâncias presentes foram o fluoranteno (93,8%) e indeno(1,2,3-cd)pireno (71,4%), para os alunos, foi o benzo(g,h,i)perileno (100%), seguida por pireno (92,3%). Ao avaliar os fatores de riscos para câncer e a presença de substâncias nos dispositivos passivos, observou-se que os bombeiros que apresentaram o IMC como um fator de risco ao desenvolvimento de câncer, 71,4% das amostras apresentaram indeno (1,2,3,c-d) pireno. O histórico familiar de câncer foi associado significativamente apenas ao composto

benzo (a) pireno. Os indivíduos que possuíam a presença do fluoreno, não realizavam atividades físicas, e os que eram ativos fisicamente, não apresentaram o fluoreno 90%. Das seis pulseiras colocadas em Equipamentos de Proteção Individuais acondicionados em caminhão de bombeiros, o antraceno e benzo(k)fluoranteno, estavam presentes nas seis amostras. Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos em que os bombeiros estão em constante contato, seja no combate ativo ou em atividades no aquartelamento, caracterizando-se como um risco a saúde ocupacional, podendo resultar em doenças agudas e/ou crônicas ocupacionais e o câncer.

Palavras-chave: Saúde ocupacional, hidrocarbonetos, câncer, bombeiros, cromatografia gasosa.

OCCUPATIONAL EXPOSURE OF FIREFIGHTERS TO POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS MEASURED THROUGH THE USE OF SILICONE BRACELETS

Abstract

Worker health is fundamental to public health, especially for those exposed to harmful substances during their work shifts, such as firefighters. This exposure can directly impact the health of these workers, making its investigation important. To identify, through the use of silicone bracelets, the presence of aromatic polycyclic hydrocarbons harmful to the health of firefighters from a Southwest Paraná Military Fire Brigade exposed during their work shifts, as well as to understand the sociodemographic profile of the participants. This is a quantitative, exploratory, descriptive, cross-sectional study with the collection of sociodemographic and workplace data. Data collection occurred in four stages: (1) sociodemographic questionnaire, (2) preparation and application of silicone bracelets, (3) evaluation of substance concentrations in silicone bracelets, (4) chromatographic analysis of substances resulting from workers' exposure in the workplace, and analysis using the Statistical Package for Social Sciences SPSS version 23.0. After the use of the bracelets, chromatography generated the minimum and maximum values of substances found in the samples (bracelets). Naphthalene, Acenaphthene, and Acenaphthylene showed values below the detection levels in chromatography, while Anthracene had an average value of 1.63 ± 3.08 ug/ml, present in all samples used by firefighters on normal duty days, students during training, and instructors. When analyzing the association of substances and the group of exposed firefighters, non-exposed firefighters, and students, in the exposed group, the most present substances were Fluoranthene (93.8%) and Indeno (1,2,3-cd) Pyrene (71.4%), for students, Benzo (g,h,i) Perylene (100%) was present in all samples followed by Pyrene (92.3%). When evaluating cancer risk factors and the presence of substances in passive devices, it is observed that among those with BMI as a cancer development risk factor, 71.4% of samples presented Indeno (1,2,3,c-d) Pyrene. Family history of cancer

was significantly associated only with Benzo (a) Pyrene ($p < 0.05$). Individuals with the presence of Fluorene did not engage in physical activities and all the physically active individuals did not present Fluorene 90% ($p < 0.05$). Of the six bracelets placed on Personal Protective Equipment stored in a firetruck, Anthracene and Benzo (k) Fluoranthene were present on all three days of the study in all six samples. It is concluded that polycyclic aromatic hydrocarbons are carcinogenic substances, and firefighters are in constant contact with them, either in active firefighting or in activities at the fire station, posing an occupational health risk that can result in acute and/or chronic occupational diseases and cancer.

keywords: Occupational health, hydrocarbons, cancer, firefighters, gas chromatography.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Saúde do trabalhador e ocupação dos bombeiros	17
1.2 Queimadas, exposição a substância tóxicas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.....	19
1.3 Câncer ocupacional.....	23
1.4 Obesidade, sobrepeso e saúde cardiovascular.....	25

2. OBJETIVOS

2.1 Geral	Error! Indicador Não Definido .
2.2 Específicos	Error! Indicador Não Definido .

3. METODOLOGIA

3.1 Coleta de dados	29
3.2 Análise estatísticas e resultados.....	35

4.REFERÊNCIAS.....36

5. EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL DE BOMBEIROS A HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS MEDIDAS PELO USO DE PULSEIRAS DE SILICONE41

6. ANEXOS

6.1 Questionário de variáveis sócio-demográficas.....	66
6.2 Aprovação Comitê de Ética.....	69
6.3 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	72
6.4 Instruções para autores.....	75
6.5 Comprovante de submissão do artigo.....	85

1. INTRODUÇÃO GERAL

A Saúde do Trabalhador é parte essencial da Saúde Pública, cujo objeto de estudo e intervenção são as relações entre o trabalho, a saúde e a doença dos grupos humanos (Barbosa *et al.*, 2014). Com um caráter multidisciplinar, é composta por diversos campos científicos, incluindo medicina, psicologia, direito, engenharia, epidemiologia, administração, ergonomia entre outros, o que a difere de práticas tradicionais como a medicina do trabalho e a saúde ocupacional, já que inclui o conhecimento empírico e a participação ativa dos trabalhadores no foco de suas reflexões e ações (Pires; Vasconcellos; Bonfatti, 2017).

No campo da Saúde do Trabalhador, os estudos conduzidos com bombeiros militares são relevantes, pois estes profissionais atuam tanto em circunstâncias simples, quanto complexas, sejam elas programadas ou não, comumente de caráter emergencial, que abrangem desde vistorias e análises de projetos, até ações de combate a incêndio, atendimentos pré-hospitalares, buscas e salvamentos (Oliveira; Moraes; 2021).

A atividade de combate a incêndio é um trabalho extremamente árduo que exige dos bombeiros uma série de atividades físicas e psicológicas realizadas frequentemente durante períodos prolongados de serviço, o que expõe esses trabalhadores a riscos diversos, como tensão cardiovascular, calor extremo, exposição a agentes químicos e biológicos, estresse, Síndrome de Burnout, risco de acidentes variados, entre outros (Smith, 2016; Britton *et al.*, 2013; Santos; Almeida, 2016).

Conforme Uchoa (2019) os riscos à saúde são maiores para aqueles que estão mais próximos às áreas de queimadas, onde relatam-se sintomas e complicações como asma, tosse, irritação da garganta e olhos, além de conjuntivite, infecções no sistema respiratório, bronquite, alergias na pele e alterações cardiovasculares.

Entre os fatores de risco, a exposição a substâncias químicas como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) se destaca por seu potencial carcinogênico. Estas substâncias originadas de incêndios são absorvidas por meio da pele e via respiratória, agindo de forma indireta no DNA e causando

alterações no material genético desses profissionais, predispondo-os a possível ocorrência de câncer ocupacional (Cherry *et al.*, 2021; Gill; Mckibbin, 2020; Ribeiro; Assunção, 2002).

Nesse sentido, é preciso que a política de atenção integral à saúde dos trabalhadores institua ações de prevenção de riscos e promoção da saúde, a fim de reduzir os agravos advindos da ocupação (Oliveira, 2013). Conhecer os riscos a que estão expostos aumenta a segurança dos trabalhadores, assim, medidas de orientação, conscientização, educação da equipe e supervisão do uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) são imprescindíveis para manter a integridade da saúde dos bombeiros militares (Baumgart *et al.*, 2017).

Ante o exposto, o presente estudo se justifica pela necessidade da identificação de fatores de risco em que os bombeiros militares estão submetidos, onde pretende-se trazer para o âmbito da Saúde Pública, particularmente para o campo da Saúde do Trabalhador, o contexto geral de atuação de profissionais do Grupamento de Bombeiros de Francisco Beltrão.

1.1 Saúde do trabalhador e ocupação dos bombeiros

Os bombeiros militares constituem uma categoria de trabalhadores que luta para salvar vidas, portanto, necessitam das melhores condições de trabalho possíveis para realizar suas atividades laborais de forma satisfatória. A escassez ou limitação de recursos básicos para as práticas laborais são elementos que podem gerar impactos negativos na saúde e vida de profissionais em geral, dessa forma, situações precárias relacionadas às condições de trabalho se estabelecem como uma forma de violência relacionada com o trabalho (Mata; Pires; Bonfatti, 2017).

A atividade do trabalho dos bombeiros militares pode ser resumida na salvaguarda e defesa de vidas e bens em situações emergenciais e contingenciais. Atividades como a condução de veículos de socorro, corte de árvores, a retirada de uma vítima das ferragens de um acidente automobilístico, o trabalho noturno, o combate a diversos tipos de incêndio, o resgate de vítimas, inclusive em ambiente de contaminação química, biológica e radiológica, assim como o manuseio de substâncias químicas, são situações cotidianas vividas pelos

bombeiros, em que a categoria se encontra exposta a diversos riscos e cargas de trabalho (Pires; Vasconcellos; Bonfatti, 2017).

Do mesmo modo, salvamentos, socorros e cuidados diversos em situações trágicas como incêndios, colisões, desabamentos, naufrágios entre outras em que a urgência da decisão do que fazer é parte habitual da atividade, colocam esse trabalhador em um estado permanente de tensão psíquica e lhe exige, em geral, respostas corporais de força e desempenho pouco usuais nas situações cotidianas. Os bombeiros militares trabalham com a incerteza do que lhe será exigido no dia de serviço e em cada ação que cumprirão (Dorneles; Dalmolin; Moreira, 2017).

Sabe-se que o trabalho é a forma de reprodução da força laboral no sistema capitalista, além de representar, de forma ideológica, a vida social do indivíduo – e sem trabalho, ele perde sua identidade perante a sociedade – um trabalhador sujeito a condições insalubres, mesmo sabendo que isso pode gerar um risco para sua saúde e um possível adoecimento, continuará no emprego aceitando todos os riscos, conscientemente ou não, pois depende do trabalho para sua sobrevivência e reprodução social. Sem escolha, a não ser vender sua força de trabalho no sistema capitalista, em palavras claras, o trabalhador prefere se expor a riscos pois depende do trabalho para sua sobrevivência, além de estar cumprindo sua identidade perante a sociedade (Carvalho *et al.*, 2017).

Destaca-se que os trabalhadores militares podem ser vulneráveis a doenças ocupacionais, por lidarem diariamente com situações de alto estresse e desgaste, no cumprimento das diversas missões e serviços militares, sendo o estresse um dos principais problemas de saúde ocupacional entre os militares e o estilo de vida adotado por este trabalhador como fator associativo à saúde (Dorneles; Dalmolin; Moreira, 2017).

Da mesma forma que os demais trabalhadores, os bombeiros militares, estão expostos a situações de risco no trabalho. A peculiaridade de sua ocupação, entretanto, é que lidam com situações, na maioria das vezes, dramáticas, em que a vida humana está exposta a riscos de diversas ordens (Pires; Vasconcellos; Bonfatti, 2017). Além disso, o combate a incêndios é uma função de alta exigência física e mental, em que, muitas vezes, os profissionais são expostos a eventos críticos, ameaças violentas e agressões (Pinto; Radon; Dijk, 2018).

Assim, o trabalho pode contribuir para alterações na saúde dos trabalhadores em decorrência de várias situações, a começar por aspectos pontuais, como contato com um agente patológico ou a causas relacionadas à organização do trabalho, como distribuição de funções, normas e procedimentos operacionais. Já a interação adequada entre saúde e trabalho pode favorecer o alcance de melhores resultados no desempenho da função (Dorneles; Dalmolin; Moreira, 2017).

Dessa forma, compreender os determinantes sociais da saúde envolvidos é primordial para entender o processo de adoecimento, pois há uma potencialização de riscos relacionada com o perfil do trabalhador e suas condições de trabalho, fato este intrincado em uma gama complexa de interações entre realidade social e exposições ocupacionais (Carvalho *et al.*, 2017).

1.2 Queimadas, exposição a substâncias tóxicas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

A queimada configura uma combustão incompleta ao ar livre que depende do tipo de matéria vegetal, sua densidade, umidade, além de condições ambientais, em especial a velocidade do vento. Por ser uma combustão incompleta, as emissões resultantes constituem-se inicialmente em monóxido de carbono (CO) e matéria particulada (fuligem), além de cinza de granulometria variada. Resultam também dessa combustão, compostos orgânicos simples e complexos representados pelos hidrocarbonetos (HC), entre outros compostos orgânicos voláteis e semivoláteis, como matéria orgânica policíclica (HPAs), dioxinas e furanos, compostos de grande interesse em termos de saúde pública, pelas características de alta toxicidade. Como nas queimadas a combustão se processa com a participação do ar atmosférico, há também emissões de NOx, em especial o óxido nítrico (NO) e o dióxido de nitrogênio (NO₂), formados pelo processo térmico e pela oxidação do nitrogênio presente no vegetal (Ribeiro; Assunção, 2002).

Pelo fato de emitirem diversos poluentes atmosféricos, vários são os efeitos agudos, sobretudo nos aparelhos oftalmológico, gastrointestinal, pulmonar, cardiovascular, além de alguns tipos de câncer, tanto na população próxima às

áreas queimadas, como também naquelas envolvidas com o combate direto destes incêndios (Ribeiro; Assunção, 2002).

O material particulado (MP) decorrente da contaminação do ar, são partículas não homogêneas em suspensão, em fluidos líquidos e gases. Esse material particulado pode causar estresse celular causados por defeitos graves na célula, sabe-se que a apoptose é fisiologicamente responsável pelo desenvolvimento e envelhecimento de tecidos e órgãos, ou seja, uma atividade homeostática, porém, os MPs vem modulando as vias da apoptose, sendo que a sua desregulação pode desencadear doenças neurodegenerativas, autoimunes e malignas (Aghaei-zarch; *et al.*, 2023).

Embora a ação dos bombeiros ocorra em curto período de tempo, os níveis de exposição a agentes cancerígenos são altos. Pesquisas da química do fogo (combustão) apresentam diversas substâncias nocivas, que se mantêm presentes no combate principal do incêndio como no rescaldo, sendo tanto nos incêndios estruturais ou veiculares. Contudo, não seja apenas a fumaça do incêndio o risco único, pois os equipamentos de proteção individual (EPI's), apresentam-se como um carreador da exposição ocupacional de substâncias químicas, visto que já foram observados nestes equipamentos a presença e acúmulo de metais, substâncias plastificantes e HPAs (Jalilian *et al.*, 2019).

Os HPAs são contaminantes orgânicos originados de combustão incompleta da matéria orgânica, incêndios de campo e florestais, além da queima de combustíveis fósseis e outros (Meire; Azeredo; Torres 2007), que são transportados na atmosfera nas fases gasosa e/ou particulada e são depositados por deposição úmida e seca. As matérias particuladas desempenham um papel significativo e contínuo na química da atmosfera e também na saúde humana (Abdel-Shafy; Mansour, 2016). Atualmente sabe-se que pessoas que consomem produtos defumados, que se expõem a ambientes contaminados e profissionais como bombeiros e trabalhadores de plantas de aço e alumínio estão em contato direto com HPAs, eliminando os seus produtos de degradação pela urina (Meire; Azeredo; Torres, 2007).

Ao passo que algumas substâncias pertencentes à classe química dos HPAs apresentam efeitos indutores de câncer em várias espécies de animais, estas também são suspeitas de causar câncer em seres humanos. De acordo

com o Ministério do Trabalho e Emprego, apenas cinco substâncias cancerígenas são especificadas na legislação: o benzeno; beta-naftilamina; 4-aminodifenil benzidina e o 4-nitrodifenil. Entretanto, cabe ressaltar que o amianto, a sílica e a radiação ionizante são altamente cancerígenas, porém, possuem índices tolerados de exposições (Brasil, 2006).

Todavia, a organização mundial da saúde, por meio da international agency for research on cancer (IARC), reconhece inúmeras substâncias entre os prováveis agentes cancerígenos em humanos (pertencentes ao grupo 2a), como o dibenzo[a,i]pireno, benzo[a]pireno e dibenzo[a,h]antraceno, e tantas outras substâncias como possíveis agentes cancerígenos (pertencentes ao grupo 2b), como benzo[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno, benzo[j]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, dibenzo[a,h]pireno e dibenzo[a,i]pireno (WHO/IARC, 2022).

Diante disso, os HPAs têm se mostrado uma das principais causas prováveis de câncer em bombeiros, devido à bioativação dos componentes intermediários reativos que causam alterações no DNA, agindo de forma indireta no material genético: inicialmente estas substâncias utilizam vários pontos de entrada, já que a exposição humana aos HPAs pode se dar por ingestão, contato com a pele e inalação (Gill; Mckibbin, 2020; Ribeiro; Assunção, 2002). Dentro do organismo estes agentes sofrerão ativações enzimáticas por meio do citocromo p450, que resultará na formação de metabólitos, denominados carcinógenos efetivos, sendo estes altamente eletrofílicos (Bernardo, 2016).

Por consequência, após os HPAs entrarem no corpo pelas mais variadas vias, podem causar efeitos graves de curto e longo prazo, que variam desde irritação na pele e olhos, náuseas e vômitos, problemas renais até cânceres no pulmão, na pele e trato gastrointestinal (Baum *et al.*, 2020). Metais de transição biologicamente disponíveis, como os HPAs e demais compostos orgânicos, são suspeitos de ter maior importância de acordo com o volume de partículas em suspensão para determinar os efeitos à saúde da poluição do ar causada por combustão (Lighty; Veranth; Saforim, 2000).

Várias são as formas de verificar os efeitos de exposições nos locais de trabalho, tais como os marcadores biológicos que contribuem na avaliação etiológica e aplicação de medidas de prevenção e promoção à saúde (INCA, 2012). Nesse sentido, os HPAs podem ser verificados no material sanguíneo,

medidos diretamente no tecido cutâneo e, ainda, por meio da urina (Gill; Mckibbin, 2020). Quando se realiza uma avaliação da exposição, certamente os monitoramentos biológico e ambiental se apresentam como ferramentas indispensáveis de análise, porém, anteriormente a isso, o estudo da situação real (o trabalho realizado, e não somente o prescrito) deve considerar as condições de trabalho (Carvalho *et al.*, 2017).

Assim, a exposição a diversas substâncias nocivas à saúde, dentre elas as substâncias cancerígenas, merece importância, pois possui potencial para alterar a estrutura do genoma e/ou a expressão da informação genética, aumentando o risco para o desenvolvimento de câncer (Oliveira, 2013). Pesquisas do Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional sugerem que bombeiros têm risco maior, comparado à população em geral, de desenvolver algum tipo de câncer no decorrer das suas vidas (Baum *et al.*, 2020).

Além de alterar as funções do organismo, os agentes tóxicos podem causar a morte e seus efeitos são decorrentes do tipo de exposição que pode ser aguda com altas concentrações, ou crônica com baixas concentrações (Buschinelli, 2020).

Visto que exposições ocupacionais a substâncias tóxicas constituem relevante problema de saúde pública na atualidade, os limites de tolerância a essas substâncias estão sendo questionados, pois estão disponíveis para poucas centenas de substâncias e podem se constituir em importante instrumento para a identificação de condições adversas de trabalho, se utilizados como parte de uma prática efetiva de prevenção de agravos e promoção à saúde (Neves, 1999).

Desse modo, a educação dos trabalhadores em seus locais de atuação, juntamente com a instrução e incentivo para o uso de EPI's e a presença dos equipamentos de proteção coletiva (EPC's), minimiza os riscos, embora não exclua a exposição a substâncias químicas, principalmente naqueles processos produtivos mais perigosos, poluentes ou que incluam produtos cancerígenos.

Estudos de avaliação da exposição ocupacional devem contemplar palestras instrutivas/educativas aos trabalhadores acerca dos riscos relacionados com o ambiente e processo de trabalho e devem ser propositivos para a elaboração de políticas públicas dentro do contexto saúde-trabalho-ambiente (Carvalho *et al.*, 2017).

1.3 Câncer ocupacional

Toda atividade humana está exposta a fatores ambientais que podem proporcionar riscos à saúde, sendo ainda mais evidente no ambiente de trabalho, onde há presença de agentes nocivos inerentes à atividade e que de alguma forma aumentam o risco de surgimento de patologias. Uma das maiores preocupações com a saúde do trabalhador, inclusive com reconhecimento do Ministério do Trabalho, com potencial lesivo reconhecido, é a exposição a substâncias com potencial carcinogênico. Essa exposição durante o processo laboral, não se limita apenas ao momento de contato, podendo ser identificado no organismo do indivíduo mesmo após a cessação da exposição (Barbosa *et al.*, 2014).

Segundo o Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2012) diversos são os agentes cancerígenos encontrados nos ambientes de trabalho tais como: solventes aromáticos, cromo e níquel, amianto, radiação ionizante, sílica, entre outros, que podem ser altamente potencializados se em conjunto com poluição ambiental, fatores predisponentes para câncer, dieta rica em gorduras trans, consumo de álcool e tabaco. Dentre as principais neoplasias relacionadas ao trabalho observam-se os cânceres de pele, pulmão, bexiga, mesoteliomas e as leucemias.

A estimativa é de que, em todo o mundo, um trabalhador morra a cada 15 segundos devido à exposição a produtos químicos, pesticidas, radiação, ou outras substâncias prejudiciais à saúde. Já em referência às doenças ocupacionais, que podem ser classificadas devido a uma exposição a fatores de risco numa atividade laboral, como a exposição crônica a produtos industriais tóxicos, pesticidas, químicos agrícolas, entre outras substâncias, cerca de 160 milhões de casos são reportados anualmente (Lencioni, 2018).

Inicialmente, câncer é o nome dado ao crescimento desordenado de células, esse processo, chamado de carcinogênese em geral, ocorre lentamente e em alguns casos não apresenta nenhum sintoma específico, o que dificulta e retarda o diagnóstico precoce. Os fatores de risco hereditários, ambientais, individuais relacionados aos hábitos de vida, a profissão e a exposição a agentes associam-se entre si na complexidade que é o processo da doença (INCA, 2012).

A fim de explicar sua origem, a teoria mais aceita é a de que o câncer seja multifatorial, ou seja, a exposição a diversos fatores ambientais e individuais juntos podem desencadear a doença (Barbosa *et al.*, 2014).

Ademais, o câncer ocupacional é silencioso, o trabalhador que muitas vezes se expõe a situações de risco para garantir o sustento de sua família não tem consciência de que a sua saúde está em risco (Algranti *et al.*, 2010). Dentre os fatores de risco para o desenvolvimento de câncer ocupacional estão as condições de trabalho como os equipamentos e sua manutenção, sistemas de exaustão para gases ou poeiras, descarte de resíduos, possíveis derrames, vazamentos e manejo de produtos químicos (Freitas, 2000).

Estima-se que 10% dos cânceres de pele são causados pela exposição a substâncias perigosas nos postos de trabalho. Especialmente as principais maneiras de evitar que haja exposição do trabalhador a substâncias nocivas e incluem o reconhecimento, avaliação e controle da situação. Além de reconhecer a existência de determinada substância no ambiente de trabalho, também é adequado quantificá-las. Essa quantificação permitirá o estabelecimento de um controle mais adequado sobre o ambiente (Fernandes; Mainier, 2014).

Nesse sentido, a análise da exposição às substâncias pela qual os trabalhadores são submetidos e a identificação do perfil epidemiológico dessa classe trabalhadora é essencial para a garantia de melhores condições de vida e de trabalho (Oliveira, 2013). Assim, a vigilância efetiva do câncer ocupacional é feita sobre os processos e atividades do trabalho com potencial carcinogênico, ou seja, dos riscos ou das exposições. Este trabalho consiste basicamente na vigilância dos ambientes e condições de trabalho e também dos efeitos ou danos à saúde (Barbosa *et al.*, 2014).

Nacionalmente, várias pesquisas afirmam haver associação entre ambiente de trabalho e câncer, porém, apesar de haver legislações nacional e previdenciária que identificam essa associação, há poucos registros de câncer relacionado ao trabalho na Previdência Social. No campo das políticas públicas, a falta de informação sobre o papel do trabalho na causalidade do câncer não tem favorecido a sua priorização no debate sobre o tema e nas estratégias de prevenção divulgadas pelos órgãos de saúde (INCA, 2012). Desse modo, garantir que as regras estabelecidas sejam obedecidas, adequando-as aos atuais

conhecimentos científicos, deve fazer parte de uma política de prevenção e promoção à saúde dos trabalhadores por parte das instituições públicas com responsabilidade nesta área, especialmente do Sistema Único de Saúde - (SUS), em todos os seus níveis (Neves, 1999).

O conhecimento e a percepção dos trabalhadores sobre os riscos de seu trabalho, bem como as estratégias individuais ou coletivas utilizadas para lidar com essas adversidades, são de fundamental importância para subsidiar a elaboração de medidas que busquem condições de trabalho mais saudáveis e adequadas. Evidencia-se a necessidade de atenção própria à saúde do trabalhador militar e medidas de promoção e prevenção para reduzir as vulnerabilidades à saúde desses profissionais (Dorneles; Dalmolin; Moreira, 2017).

Dessa forma, compreender e analisar a saúde do trabalhador militar contribui para o desenho de estratégias de prevenção e de enfrentamento de doenças relacionadas ao trabalho, que poderão melhorar a qualidade de vida dos militares, possibilitando a adoção de medidas profiláticas nos diferentes níveis assistenciais de saúde (Dorneles; Dalmolin; Moreira, 2017).

1.4 Obesidade, sobrepeso e saúde cardiovascular

A atividade laboral dos bombeiros coloca estes indivíduos em risco de mortalidade por doenças cardiovasculares devido a um aumentado enrijecimento arterial, que pode ocorrer a partir de fatores ambientais e estilo de vida desse trabalhador (Nagel; Melton; Grosicki, 2022). O sobrepeso e obesidade são fatores de risco para doença cardiovascular mundialmente encontrados em bombeiros (Bode *et al.*, 2021; Damacena *et al.*, 2020; Mathias *et al.*, 2020; Savall *et al.*, 2020; Gendron *et al.*, 2018) e quando estes fatores se somam à idade avançada, se tornam particularmente preocupantes para estes trabalhadores (Bode *et al.*, 2021).

A prevalência de sobrepeso e obesidade em bombeiros brasileiros é de 48,65% e 10,99%, respectivamente (Damacena *et al.*, 2020). Estes dados culminam com os da literatura internacional, já que na França a obesidade e sobrepeso representam o mais frequente fator de risco para doença cardiovascular em bombeiros, chegando a uma prevalência de 62,1% (Savall *et al.*, 2020). Na cidade de Quebec, a prevalência de obesidade entre bombeiros foi

de 23,6%, o que também coloca essa população em risco moderado a alto para a ocorrência de doenças cardiovasculares (Gendron *et al.*, 2018).

Analogamente, um estudo conduzido com bombeiros americanos observou que, em um período de cinco anos, 12% de uma amostra de bombeiros perdeu peso, 38% mantiveram o peso e 50% tiveram um aumento no índice de massa corpórea (IMC). Os bombeiros que diminuíram seu IMC também apresentaram reduções significativas no colesterol total, colesterol LDL e pressão arterial, com aumento significativo do colesterol HDL. Já para o grupo que ganhou peso, foi observado um aumento significativo no colesterol total, colesterol LDL e glicemia, com diminuição significativa do colesterol HDL. (Mathias *et al.*, 2020).

Além disso, bombeiros experienciam em média 50 minutos por dia de elevada sobrecarga cardiovascular, o que sugere a importância de avaliação contínua de estratégias de intervenção com foco na redução dos riscos à saúde desses profissionais e a necessidade de treinamento físico contínuo com vistas a um nível de aptidão física que diminua a sobrecarga relativa imposta pelo trabalho, a fim de promover a saúde e o desempenho profissional daqueles que têm como missão salvar vidas (Martin *et al.*, 2020).

Durante o desenvolvimento do serviço de bombeiros, a associação de elevadas temperaturas com atividades físicas intensas, resultam no aumento das atividades inflamatórias no organismo, levando a diminuição do volume ventricular cardíaco e da coagulação, além de aumento da rigidez arterial, em que os marcadores biológicos apontam riscos cardiovasculares. Ademais, essas repetidas exposições a temperaturas altas deprimem o sistema imunológico, induzindo o aparecimento de infecções e processos neoplásicos (Santos; Almeida, 2016).

Neste sentido, o aumento na incidência de doenças respiratórias, cardiovasculares e câncer em bombeiros pode ser causado pela indução de inflamação que é feita pela exposição ao fogo, mas também pela dieta desequilibrada, desidratação, obesidade, falta de atividade física, estresse mental, ou sono ruim. Visto que não é possível eliminar completamente todos estes fatores de risco, iniciativas educativas de prevenção e intervenção com estes trabalhadores devem estar constantemente presentes na rotina de trabalho, a fim de conscientizá-los dos riscos que a profissão traz para a saúde do trabalhador,

bem como possibilitar mudança na rotina que diminuam possíveis agravos (Orysiak *et al.*, 2022).

Todos estes achados relacionados à saúde cardiovascular, obesidade e sobrepeso encontrados nos trabalhadores bombeiros, reforçam a necessidade de programas de prevenção e intervenção a nível mundial entre esta população a fim de evitar a progressão desses distúrbios (Damacena *et al.*, 2020; Mathias *et al.*, 2020).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar a exposição do trabalhador bombeiro militar a hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, aromáticos policíclicos, por meio do uso de pulseiras de silicone.

2.2 Específicos

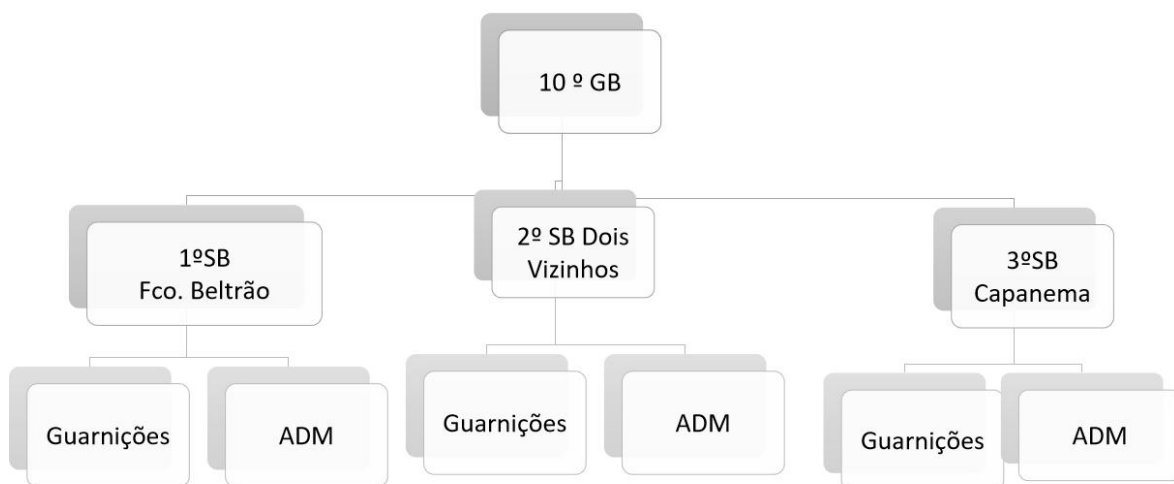
- a. Analisar o perfil sócio demográfico dos bombeiros militares envolvidos na pesquisa;
- b. Avaliar o sistema de amostragem passiva (pulseiras de silicone) para exposição a compostos tóxicos em bombeiros;
- c. Mapear os fatores de riscos que influenciam no desenvolvimento de neoplasias;
- d. Identificar e quantificar os principais hidrocarbonetos que os bombeiros militares estão expostos.

3. METODOLOGIA

A Pesquisa quantitativa exploratória, descritiva, transversal com bombeiros militares pertencentes ao 10º Grupamento de Bombeiro do Paraná, que atende vinte e sete municípios abrangendo uma extensão de 7768,095 km² de acordo com os últimos dados de 2018 do IBGE. (PARANÁ, 2023).

Sendo o 10º Grupamento de Bombeiros de Francisco Beltrão organizado da seguinte distribuição:

Figura 1- Estrutura organizacional do 10º Grupamento de Bombeiros Militar do Paraná.



Fonte: Os Autores.

3.1 Coleta de dados

A população de estudo foi composta por homens e mulheres bombeiros (as) que aceitaram participar da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. Foram excluídos da pesquisa bombeiros (as) que não aceitaram assinar o TCLE ou se recusaram a participar da pesquisa.

Foram distribuídas 42 pulseiras a saber: para as Guarnições (Bombeiros Operacionais); Bombeiros alunos e Bombeiros instrutores (em instrução planejada) e em EPIs (acondicionados no interior de caminhão ABTR (Auto Bomba Tanque

Resgate).

A coleta de dados foi realizada em quatro etapas: (1) questionário sociodemográfico, (2) preparo e aplicação das pulseiras de silicone, (3) avaliação das concentrações de hidrocarbonetos aromáticos nas pulseiras de silicone por CG, (4) análise estatística (*Statistical Package for Social Sciences* SPSS versão 23,0).

Etapa 1: para avaliação dos dados sociodemográficos foi aplicado um questionário com perguntas abertas e fechadas, contendo dados pessoais de identificação como: função do serviço, idade, gênero, escolaridade, estado civil, raça, dados antropométricos de medições, histórico pessoal e familiar de câncer, tempo métricos, história pregressa de patologias agudas ou crônicas, uso contínuo de serviço na corporação e se realiza atividades físicas no horário de serviço e/ou no tempo livre.

Etapa 2: Para a análise das substâncias no ambiente de trabalho, utilizou-se pulseiras de silicone como amostradores passivos, onde inicialmente passaram por um processo de limpeza, implantação, armazenamento e extração para avaliação de HPAs (KEIR *et al.*, 2023).

Figura 2 - Processo de limpeza da pulseira.



Fonte: Os Autores.

Figura 3 - Organização das pulseiras no processo de limpeza anterior a agitação.



Fonte: Os Autores.

Figura 4 - Processo de agitação das pulseiras para limpeza (agitador orbital 120 rpm).



Fonte: Os Autores.

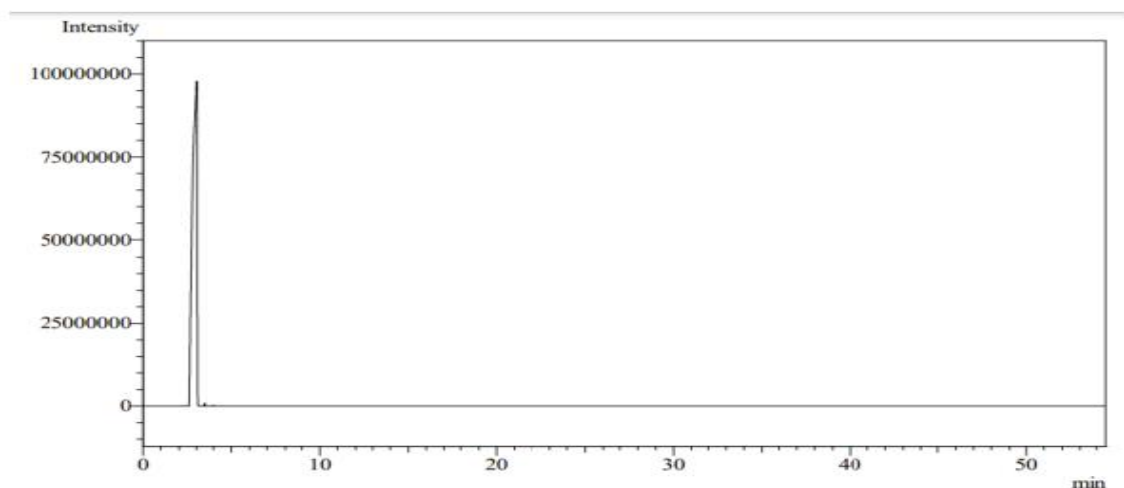
As etapas de limpeza e preparação das pulseiras de silicone (*e-commerce*) seguiram o protocolo de acordo com versão modificada e publicada por Baum *et al.*, (2020). A limpeza constituiu por seis lavagens: a primeira lavagem as pulseiras foram inseridas em erlenmeyer juntamente com metanol e submetidas a agitação por um agitador orbital com 120 rotações por minuto (rpm) a uma temperatura de 25°C, por 10 minutos. A segunda, terceira e quarta lavagens, utilizando-se acetato de etila e hexano, agitando-se a 120 rpm em temperatura inicial de 25°C, por uma hora. A quinta e a sexta lavagens, utilizou-se acetato de etila e metanol em agitação de 120 rpm com temperatura de 25°C, por uma hora, após foram acondicionados em um becker limpo e secadas a vácuo por treze horas a uma temperatura de 60°C.

Branco: pulseiras submetidas às lavagens com solventes.

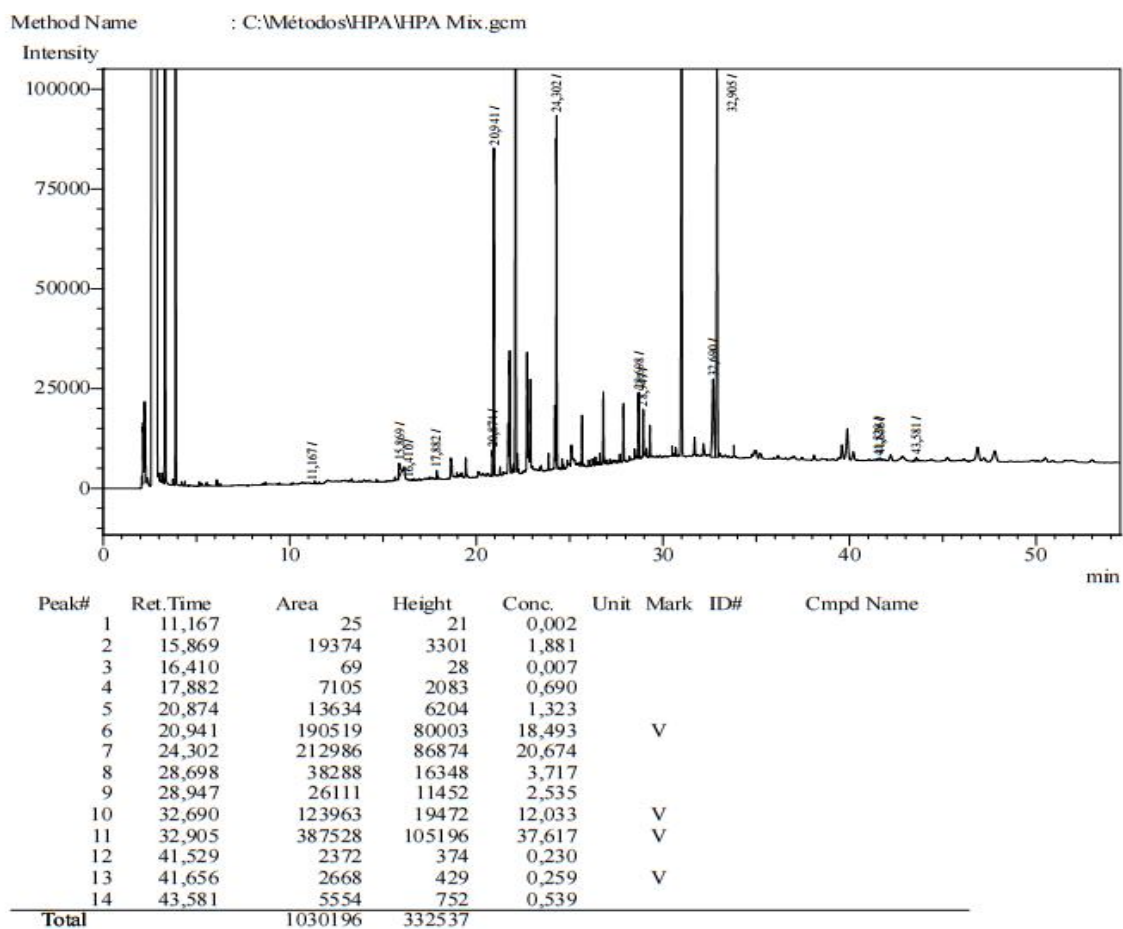
Padrão de referência: pulseiras submetidas às lavagens e após contaminadas com os padrões de HPAs e verificadas as porcentagem de recuperação para verificar a eficiência do método.

Após a lavagem das pulseiras que seriam empregadas no estudo, utilizou-se pulseiras para o “branco” e para padrão de referência. As pulseiras não contaminadas (branco), se verificou a efetividade da limpeza, ou seja, contaminou-se com os padrões de HPAs e verificou-se a % de recuperação para se verificar a eficiência do método de análise (Figura 5).

Figura 5 - Cromatograma de pulseira após processo de limpeza.



Fonte: Os Autores

Figura 6 - Cromatograma de pulseira após uso de 24 horas

Fonte: Os Autores

A Tabela 1 apresenta a porcentagem de recuperação após contaminação com padrão de HPAs e o limite de detecção (LD) do método.

Tabela 1 - Recuperação dos HPAs para determinação do limite de detecção.

HPAs	Equação ($y=ax+b$)	R_2	L.	Mín.	L.Máx.	T/(S)
1. Naftaleno	$y = 7192,9x - 3685,3$	0,9984	11825,00	350141,00	11,15	
2. Acenaftileno	$y = 8209,6x - 322,06$	0,999	16686,67	404733	15,82	
3. Acenafteno	$y = 8390x + 4702,2$	0,9989	38751,33	832400	16,39	
4. Fluoreno	$y = 8043,2x - 2987$	0,9995	1756,33	77085,00	17,90	
5. Fenantreno	$y = 7756,8x - 1903,8$	0,9972	264	29314	20,77	

6. Antraceno	$y = 7028,2x - 955,28$	0,9977	2,67	13077	20,91
7. Fluoranteno	$y = 9275,3x - 1358,2$	0,9998	139,67	45063,67	24,38
8. Pireno	$y = 9540,6x - 1733,4$	0,9999	3533,33	93708,33	25,05
9. in(a)Antraceno	$y = 8624,6x - 2202,2$	0,9994	544,67	41138,33	28,70
10. Criseno	$y = 9514,6x - 2038,1$	0,9997	744	4825	28,83
11. Benzo(b)Fluoranteno	$y = 7794,6x - 598,75$	0,9995	367,33	14980,67	32,71
12. Benzo(k)Fluoranteno	$y = 9034,3x - 764,9$	0,9995	321,33	17404,67	32,82
13. Benzo(a)Pireno	$y = 7659,5x - 1693$	0,9992	768	36951,33	34,24
14. Dibenzo(a,h)Antraceno	$y = 1717,2x - 1006,3$	0,9996	1064,33	33287,67	41,43
15. Benzo(g,h,i)perileno	$y = 19276x - 5124,3$	0,9997	4118,33	149642,33	41,74
16. Indeno(1,2,3-cd)pireno	$y = 11452x - 876,14$	0,9998	1935,33	56192,00	43,54

Fonte: Os Autores.

Para cada composto foi realizado diferentes diluições do padrão ao qual resultou nas equações das retas que é a correlação entre a concentração do composto com sua área do pico, ou seja, quanto maior a concentração maior o pico, quanto menor a concentração menor o pico.

Após o preparo das pulseiras com sucessivas lavagens, as pulseiras foram secas à temperatura a vácuo em uma estufa e após, foram armazenadas individualmente em sacos herméticos e identificadas até o uso.

Após as pulseiras foram distribuídas aos bombeiros em serviço (bombeiros operacionais que trabalham diretamente no combate a incêndio), que foram orientados a utilizarem as pulseiras em sua mão dominante e utilizarem durante o início de cada turno de 24 horas de trabalho, em três dias subsequentes visando amostrar as três diferentes guarnições de serviço.

Além dos bombeiros operacionais, também participaram da pesquisa cinco alunos e dois instrutores em duas situações diferentes de combate a incêndio, sendo uma instrução de combate a incêndio florestal e uma instrução de combate a incêndio a líquidos inflamáveis em uma refinaria de petróleo. Também houve a implantação de pulseiras em equipamentos de proteção individual armazenados em caminhão ABTR (Auto Bomba Tanque Resgate).

Após 24 horas as pulseiras foram coletadas e acondicionadas nas embalagens identificadas, armazenadas sob um ultrafreezer e encaminhadas para análise cromatográfica.

Etapa 3: para avaliação de concentrações de substâncias após uso, as pulseiras passaram pelo processo de extração, sendo realizadas três lavagens. A primeira lavagem foi realizada com 5ml de metanol, a segunda e a terceira lavagens foram realizadas com acetato de etila, sob agitação com 120 rpm por uma hora, sendo os dois lotes da extração (após as lavagens) combinados a um frasco de 60 ml, após as alíquotas foram pipetadas em frascos âmbar de 2ml, identificadas e mantidas em temperatura de -80°C até análise cromatográfica.

Etapa 4: A análise cromatográfica ocorreu no Laboratório de Análises (LabAna) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus de Francisco Beltrão, onde as análises foram realizadas no Cromatógrafo a gás da marca Shimadzu, modelo CG 210 Plus. A coluna empregada foi a Restek Rtx – 5, 30 metros, 0,025mm de diâmetro interno, revestimento interno de (5% Diphenyl, 95% Dimethyl Polysiloxane) espessura de 0,25um. O volume injetado foi de 5uL, Split 1:15, o gás de arraste utilizado foi o Hélio grau de pureza 99,9999% com velocidade linear de 26 centímetros por segundo, temperatura do injetor 290°C, forno da coluna iniciou em 60°C, permaneceu em 60° por 1 minuto, aqueceu na razão de 8°C por minuto até atingir 280°C, permaneceu nesta temperatura por 26 minutos. Detector FID operou em 290°C.

3.2 Análise estatísticas e resultados

Para análise dos dados empregou-se estatística descritiva para caracterização da amostra e análise de frequências, onde foram apresentadas frequência absolutas e relativas para os dados categóricos e médias e desvio padrão para as variáveis contínuas. Para verificar as possíveis associações entre a presença ou ausência das substâncias analisadas e os grupos de exposição, bem como os fatores de risco para neoplasias, foi empregado o teste de Qui-quadrado de Pearson. O valor de significância adotado foi de $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences* SPSS versão 23,0.

4. REFERÊNCIAS

ABDEL-SHAFY, Hussein I.; MANSOUR, Mona S.M. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons source, environmental impact, effect on human health and remediation. **Egyptian Journal of Petroleum**, v. 25, n. 1, p. 107–123, mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2015.03.011>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110062114200237?via%3Dihub>. Acesso em: 16 nov. 2022.

AGHAEI-ZARCH, S. M. et al. The impact of particulate matters on apoptosis in various organs: Mechanistic and therapeutic perspectives. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, Volume 165, 2023. 115054, ISSN 0753-3322. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332223008442?via%3Dihub>. Acesso em: 09 nov. 2023.

ALGRANTI, Eduardo; BUSCHINELLI, José Tarcísio Penteado de; CAPITANI, Eduardo Mello de. Câncer de pulmão ocupacional. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 36, n. 6, p. 784-794, jun. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132010000600017>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/SPc5qGZVvV4HwdZQyZN4kyS/?lang=pt>. Acesso em: 05 out. 2022.

ALMEIDA, Sérgio Agnaldo; SILVEIRA, Maiko Moura; ESPIRITO SANTO, Patricia Ferreira do; PEREIRA, Rita de Cássia; SALOMÉ, Geraldo Magela. Avaliação da qualidade de vida em pacientes com diabetes mellitus e pé ulcerado. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**. v. 28, n. 1, p. 142-146, mar. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-51752013000100024>. Acesso em: 18 nov. 2022.

BARBOSA, Patricia Aparecida da Silva; SGRÓ, Renata Teixeira; BOECHAT, Júlio César dos Santos; BARBOSA, Alex Cabral. Neoplasias relacionadas ao trabalho: exposição do trabalhador aos agentes cancerígenos. **Revista Científica Linkania Júnior**, v. 4, n. 2, p. 1-16, abr-jun., 2014. Disponível em: <https://linkania.org/junior/article/view/308/164>. Acesso em: 22 out. 2022.

BAUM, Jeremy L. R.; BAKALI, Umer; KILLAWALA, Chitvan; SANTIAGO, Katerina M.; DIKICI, Emre; KOBETZ, Erin N.; SOLLE, Natasha Schaefer; DEO, Sapna; BACHAS, Leonidas; DAUNERT, Sylvia. Evaluation of silicone-based wristbands as passive sampling systems using PAHs as an exposure proxy for carcinogen monitoring in firefighters: Evidence from the firefighter cancer initiative. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 205, s.n., p. 1-9, set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111100>. Acesso em: 10 jan. 2021.

BAUMGART, Bruna Zoehler; MACEDO, Andréia Barcellos Teixeira; BORTOLETTI, Ana Paula Gossmann; SOUZA, Sônia Beatriz Coccaro. Riscos ocupacionais e equipamentos de proteção individual em bombeiros da Brigada Militar. **Ciência & Saúde**, v. 10, n. 1, p. 28-33, mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.15448/1983-652X.2017.1.24399>. Acesso em: 28 out. 2022.

BERNARDO, Douglas L.; BARROS, Karina A.; SILVA, Renato C.; PAVÃO, Antonio C. Carcinogenicidade de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. **Química Nova**, São Paulo, v. 39, n. 7, p. 789-794, jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20160093>. Acesso em: 28 out. 2022.

BODE, Emilie D.; MATHIAS, Kevin C.; STEWART, Donald F.; MOFFATT, Steven M.; JACK, Kepra; SMITH, Denise L. Cardiovascular Disease Risk Factors by BMI and Age in United States Firefighters. **Obesity, A Research Journal**, v. 29, n. 7, p. 1186-1194, may 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/oby.23175>. Acesso em: 20 nov. 2022.

BRASIL. **Câncer relacionado ao trabalho: leucemia mielóide aguda – síndrome mielodisplásica decorrente da exposição ao benzeno**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRITTON, Carla; LYNCH, Charles F.; TORNER, James; PEEK-ASA, Corinne. Fire characteristics associated with firefighter injury on large federal wildland fires. **Annals of Epidemiology**, v. 23, n. 2, p. 37-42, feb. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2012.11.001>. Acesso em: 14 nov. 2022.

BUSCHINELLI, José Tarcísio Penteado. **Toxicologia ocupacional**. São Paulo: Fundacentro, 2020. Disponível em: http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/u23_1/bd/Toxicologia_occupacional_final.pdf. Acesso em: 15 out. 2022.

CARVALHO, Leandro Vargas Barreto de; COSTA-AMARAL, Isabele Campos; MATTOS, Rita de Cássia Oliveira da Costa; LARENTIS, Ariane Leites. Exposição ocupacional a substâncias químicas, fatores socioeconômicos e Saúde do Trabalhador: uma visão integrada. **Saúde debate**, Rio de Janeiro, v. 41, n. especial, p. 313-326, jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042017S226>. Acesso em: 17 nov. 2022.

CHERRY, Nicola; GALARNEAU, Jean-Michel; KINNIBURGH, David; QUEMERAIS, Bernadette; TIU, Sylvia; ZHANG, Xu. Exposure and Absorption of PAHs in Wildland Firefighters: A Field Study with Pilot Interventions. **Annals of Work Exposures and Health**, v. 65, n. 2, p. 148-161, mar. 2021. DOI: <https://doi:10.1093/annweh/wxaa064>. Acesso em: 28 out. 2022.

DAMACENA, Fernanda Camargo; BATISTA, Thatiany Jardim; AYRES, Lorena Rocha; ZANDONADE, Eliana; NÍVEA, Karla Sampaio. Obesity prevalence in Brazilian firefighters and the association of central obesity with personal, occupational and cardiovascular risk factors: a cross-sectional study. **BMJ Open**, v. 10, n. 3, p. 1-10, mar. 2020 DOI: <https://doi:10.1136/bmjopen-2019-032933>. Acesso em: 06 nov. 2022.

DORNELES, Ademir Jones Antunes; DALMOLIN, Grazielle de Lima; MOREIRA, Maria Graziela de Souza. Saúde do trabalhador militar: uma revisão integrativa.

Revista Enfermagem Contemporânea, v. 6, n. 1, p. 73-80, abr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.17267/2317-3378rec.v6i1.1220>. Acesso em: 18 ago. 2022.

FERNANDES, Lisiane Heinem; MAINIER, Fernando Benedicto. Os Riscos da Exposição Ocupacional ao Cádmiio. **Sistemas & Gestão**, v. 9, n. 2, p.194-199, jun. 2014. DOI: <https://doi.org/10.7177/sg.2014.V9.N2.A3>. Acesso em: 22 nov. 2022.

FREITAS, Nilton Benedito Branco. **Riscos devido à substâncias químicas**. Cadernos de Saúde do trabalhador, 2000. Disponível em: <http://www.ifba.edu.br/PROFESSORES/armando/SMS/Unid%20I%20HST/cadern%20risco%20quimico.pdf>. Acesso em: 22 out. 2022.

GENDRON, Philippe; LAJOIE, Claude; LAURENCELLE, Louis; TRUDEAU, François. Cardiovascular Disease Risk Factors in Québec Male Firefighters. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 60, n. 6, p. 1-36, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1097/jom.0000000000001309>. Acesso em: 12 nov. 2022.

GILL, Biban; BRITZ-MCKIBBIN, Philip. Biomonitoring of smoke exposure in firefighters: A review. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 15, p. 57-65, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.04.002>. Acesso em: 10 nov. 2022.

INCA - INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (BRASIL). **Diretrizes para a vigilância do câncer relacionado ao trabalho**. Rio de Janeiro: INCA, 2012.

JALILIAN, Hamed; ZIAEI, Mansour; WEIDERPASS, Elisabete; RUEEGG, Corina Silvia; KHOSRAVI, Yahia; KJAERHEIM, Kristina. Cancer incidence and mortality among firefighters. **International Journal of Cancer**, v. 145, n. 10, p. 2639–2646, nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/ijc.32199>. Acesso em: 1 nov. 2022.

KEIR, Jennifer L. A.; PAPAS, William; WAWRZYNCZAK, Adam; ARANDA-RODRIGUEZ, Rocio; BLAIS, Jules M.; WHITE, Paul A. Use of silicone wristbands to measure firefighters' exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) during live fire training. **Environmental Research**, v. 239, n. 1, s.p., 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117306>. Acesso em: 06 nov. 2023.

LENCIONI, Caio. Substâncias tóxicas matam um trabalhador a cada 15 segundos. **Observatório do Terceiro Setor**. 2018. Disponível em: <https://observatorio3setor.org.br/noticias/substancias-toxicas-matam-um-trabalhador-a-cada-15-segundos/>. Acesso em: 15 nov. 2022.

LIGHTY, JoAnn Slama; VERANTH, John M.; SAROFIM, Adel F. Combustion aerosols: factors governing their size and composition and implications to human health. **Journal of the Air & Waste Management Association**, Pittsburg v. 50, n. 9, p. 1565-1618, set. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1080/10473289.2000.10464197>. Acesso em: 18 nov. 2022.

MATA, Natália Teixeira, PIRES, Luiz Antonio Almeida; BONFATTI, Renato José. Bombeiros militares: um olhar sobre a saúde e violência relacionados com o

trabalho. **Saúde debate**, v. 41, n. 112, p.133-141, jan-mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201711211>. Acesso em: 10 nov. 2022.

MATHIAS, Kevin C.; BODE, Emilie D.; STEWART, Donald F.; SMITH, Denise L. Changes in Firefighter Weight and Cardiovascular Disease Risk Factors over Five Years. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 52, n. 11, p. 2476–2482, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002398>. Acesso em: 10 nov. 2022.

MARTIN, Daniel Rodrigues Ferreira Saint; SEGEDI, Leonardo Correa; SOARES, Edgard de Melo Keene von Koenig; NOGUEIRA, Rosenkranz Maciel; CRUZ, Carlos Janssen Gomes; FONTANA, Keila Elizabeth; MOLINA, Guilherme Eckhardt; PORTO, Luiz Guilherme Grossi. Nível de atividade física e sobrecarga cardiovascular em bombeiros militares durante combate a incêndio florestal: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 45, n. 16, p.1-7, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000037718>. Acesso em: 15 nov. 2022.

MEIRE, Rodrigo; AZEREDO, Antônio; TORRES, João Paulo Machado. Aspectos Ecotoxicológicos de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 188-201, nov. 2007. DOI: [10.4257/oeco.2007.1102.03](https://doi.org/10.4257/oeco.2007.1102.03). Acesso em: 30 dez. 2020.

NAGEL, Tom; MELTON, Bridget; GROSICKI, Gregory J. Fighting arterial stiffness: A case for the importance of cardiorespiratory fitness in firefighters. **Medical Hypotheses**, v. 162, s.n., s.p., may 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2022.110831>. Acesso em: 21 out. 2022

NEVES, Hélio. Vigilância de exposição ocupacional a substâncias tóxicas. **Informe Epidemiológico do Sus**, v. 8, n. 1, p. 35-46, mar. 1999. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/S0104-16731999000100005>. Acesso em: 15 nov. 2022.

O'CONNELL, Steven G.; KINCL, Laurel D.; KIM, Anderson A. Silicone Wristbands as Personal Passive Samplers. **Environmental Science & Technology: ACS Publications**, v. 48, n. 6, p. 3327-3335, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1021/es405022f>. Acesso em: 07 nov. 2022.

OLIVEIRA, Thaís Fernandes. Exposição às substâncias cancerígenas no ambiente de trabalho: ameaça a saúde dos catadores de lixo do Brasil. **Tempus Actas De Saúde Coletiva**, v. 7, n. 2, p. 139-143, set. 2013. DOI: <https://doi.org/10.18569/tempus.v7i2.1349>. Acesso em: 05 nov. 2022.

OLIVEIRA, Karine Trarbach de; MORAES, Thiago Drumond. Saúde mental e trabalho em profissionais do corpo de bombeiros militar. **Revista Psicologia Organizações e Trabalho**, v. 21, n.1, p. 1388-1397, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/rpot/2021.1.21135>. Acesso em: 26 out. 2022.

ORYSIK, Joanna; MTYNARCZYK, Magdalena; PIEC, Robert; JAKUBIAK, Agnieszka. Lifestyle and environmental factors may induce airway and systemic inflammation in firefighters. **Environmental Science and Pollution Research**, v.

29, s.n., p. 73741-73768, set. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22479-x>. Acesso em: 28 ago. 2022.

PARANÁ, Secretaria de Segurança Pública. **Estrutura Organizacional**. Disponível em: <https://www.bombeiros.pr.gov.br/Pagina/Estrutura-Organizacional>. Acesso 05 out. 2023.

PINTO, Claudia Menezes; RADON, Katja; DIJK, Frank Van. Violence at work and mental distress among firefighters in Guatemala. **Annals of Global Health**, v. 84, n. 3, p. 532-537, oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.29024/aogh.2306>. Acesso em: 18 set. 2022

PIRES, Luiz Antonio de Almeida; VASCONCELLOS, Luiz Carlos Fadel; BONFATTI, Renato José. Bombeiros militares do Rio de Janeiro: uma análise dos impactos das suas atividades de trabalho sobre sua saúde. **Saúde em Debate**, v. 41, n. 113, p. 577-590, abr-jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201711318>. Acesso em: 02 ago. 2022.

RIBEIRO, Helena; ASSUNÇÃO, João Vicente Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 16, n. 44, p. 125-148, abr. 2002. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142002000100008&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 15 ago. 2022.

SANTOS, Mônica; ALMEIDA, Armando. Principais riscos e fatores de risco ocupacionais associados aos bombeiros, eventuais doenças profissionais e medidas de proteção recomendadas. **Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional**, v. 1, s.n., p. 1-17, jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.31252/RPSO.20.01.2016>. Acesso em: 28 out. 2022.

SAVALL, Angélique; CHARLES, Rodolphe; TROMBERT, Béatrice; FONTANA, Luc; ROCHE, Frédéric; PELISSIER, Carole. Prevalence of cardiovascular risk factors in a population of French firefighters. **Archives of Environmental & Occupational Health**, v. 76, n. 1, p. 45-51, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/19338244.2020.1779017>. Acesso em: 18 nov. 2022

SMITH, Denise L.; DEBLOIS, Jacob P.; KALES, Stefanos N.; HORN, Gavin P. Cardiovascular Strain of Firefighting and the Risk of Sudden Cardiac Events. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 44, n, 3, p. 90-97, jul. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000081>. Acesso 20 de out. de 2022.

UCHOA, N. M.; LUSTOSA, R. P.; UCHOA, F. N. M. Relação entre mudanças climáticas e saúde humana. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 12, n. 1, 28 fev. 2019. DOI: <https://doi.org/10.22280/revintervol12ed1.400> Acesso 20 de out. 2023.

WHO/IARC - World Health Organization/International Agency for Research on Cancer. **Agents Classified by the IARC Monographs**. Genève, 2022.

EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL DE BOMBEIROS A HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS MEDIDAS PELO USO DE PULSEIRAS DE SILICONE

EXPOSIÇÃO DE BOMBEIROS À SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS (Título Resumido)

RESUMO

A saúde do trabalhador é fundamental para a saúde pública, especialmente os submetidos a substâncias nocivas, como é o caso dos bombeiros. Objetivou-se identificar e quantificar por meio do uso de pulseiras de silicone, a presença dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e os impactos causados à saúde de bombeiros de um Grupamento Militar. Os HPAs são subprodutos da combustão incompleta de matéria orgânica e devido à suas propriedades cancerígenas e mutagênicas podem ser um risco à saúde ocupacional dos bombeiros. Pesquisa quantitativa, exploratória, descritiva e transversal, aplicação de pulseiras de silicone; medida das concentrações das substâncias nas pulseiras por meio da cromatografia a gás; e estatística descritiva e inferencial. As substâncias encontradas nas pulseiras, o antraceno ($1,63 \pm 3,08 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$), esteve presente em todas as amostras. Quanto às substâncias no grupo de expostos, predominou o antraceno (93,8%) e para os alunos o benzo(g,h,i)perileno (100%). Ao avaliar os fatores de risco para câncer, os com IMC alterado, 71,4% apresentaram o indeno(1,2,3-cd)pireno. Histórico familiar de câncer foi associado ao benzo(a)pireno. Das pulseiras colocadas em EPIs acondicionadas em caminhão de bombeiros, o antraceno, predominou.

Palavras-chave: Saúde ocupacional, hidrocarbonetos

OCCUPATIONAL EXPOSURE OF FIREFIGHTERS TO POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS MEASURED THROUGH THE USE OF SILICONE BRACELETS

EXPOSURE OF FIREFIGHTERS TO CHEMICAL SUBSTANCES (Running Head)

ABSTRACT

Worker health is fundamental to public health, especially for those exposed to harmful substances, as is the case with firefighters. The aim of this study was to identify and quantify the presence of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and the health impacts

on firefighters from a Military Fire Brigade using silicone bracelets. PAHs are byproducts of incomplete organic matter combustion, and due to their carcinogenic and mutagenic properties, they can pose an occupational health risk to firefighters. A quantitative, exploratory, descriptive, and cross-sectional study was conducted, employing a sociodemographic questionnaire, the application of silicone bracelets, measurement of substance concentrations in the bracelets using gas chromatography, and descriptive and inferential statistics. The substances found in the bracelets, anthracene ($1.63 \pm 3.08 \mu\text{g/mL}$) was present in all samples. Regarding substances in the exposed group, anthracene predominated (93.8%), while for students, benzo(g,h,i)perylene was predominant (100%). When evaluating cancer risk factors, those with altered BMI showed 71.4% with indeno(1,2,3-cd)pyrene. Family history of cancer was associated with benzo(a)pyrene. Anthracene predominated in bracelets placed on personal protective equipment stored in a firetruck.

Keywords: Occupational health, hydrocarbons

1. INTRODUÇÃO

A Saúde do Trabalhador é parte essencial da Saúde Pública, cujo objeto de estudo e intervenção são as relações entre o trabalho, a saúde e a doença dos grupos humanos¹. De caráter multidisciplinar, é composta por diversos campos científicos, incluindo o direito, medicina, psicologia, engenharia, epidemiologia, administração, ergonomia entre outras, o que a difere de práticas tradicionais como a medicina do trabalho e a saúde ocupacional, pois inclui o conhecimento empírico e participação ativa dos trabalhadores no foco de suas reflexões e ações².

A exposição ocupacional a compostos químicos é comum em meio às atividades desenvolvidas por bombeiros militares. Muitos produtos oriundos da combustão são de efeitos tóxicos conhecidos, incluindo os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HPAs). Esse risco ocupacional é justificado pelo meio da atuação onde esses profissionais estão inseridos, como no combate a incêndios, atividade classificada como possivelmente carcinogênica para humanos, subentendendo-se que esses trabalhadores estão expostos a agentes cancerígenos³.

O Ministério da Saúde, ao elaborar o Atlas de Câncer relacionados ao trabalho, descreve que o trabalhador bombeiro está frequentemente exposto a HPAs, considerado como agentes carcinogênicos presentes no ambiente de trabalho⁴.

A atividade de combate a incêndio é um trabalho árduo que exige dos bombeiros uma série de atividades físicas e psicológicas realizadas geralmente durante períodos prolongados de serviço, o que expõe esses trabalhadores a riscos, como tensão cardiovascular, calor extremo, exposição a agentes químicos e biológicos, estresse, Síndrome de Burnout, risco de acidentes variados, entre outros^{5,6,7}.

Monitorar a presença de contaminantes em que os indivíduos possam estar submetidos é fundamental para conduzir estratégias de prevenção do risco de

desenvolvimento de agravos como câncer e doenças cardiorrespiratórias, destacam-se os HPAs gerados a partir da combustão de materiais, sendo considerados a causa primária para risco de câncer⁸.

Os HPAs originados de incêndios são absorvidos por meio da pele e via respiratória, agindo de forma indireta no DNA e causando alterações no material genético desses profissionais, predispondo-os à possível ocorrência de câncer ocupacional^{9,8,10}.

Sugere-se que o material particulado (MP) resultante da combustão, tem presente os HPAs ao qual ativa o receptor de arila hidrocarboneto (AhR) que induzirá expressões de enzimas metabolizadoras, formação de metabólitos, aumento do metabolismo de HPAs, estresse oxidativo, resultando em alterações ao DNA e efeitos mutagênicos¹¹.

A Norma Regulamentadora (NR) nº15 descreve as atividades insalubres, onde define a tolerância dos agentes biológicos, químicos e físicos, além de listar algumas ocupações consideradas insalubres, contudo para definição desses limites utiliza os valores da American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH – versão de 1976¹².

A política de atenção integral à saúde dos trabalhadores, precisa instituir ações de prevenção de riscos e promoção da saúde, a fim de reduzir os agravos advindos da ocupação¹³. Conhecer os riscos a que estão expostos aumenta a segurança dos trabalhadores, onde, medidas de orientação, conscientização, educação da equipe e supervisão do uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) são imprescindíveis para manter a integridade da saúde dos bombeiros militares¹⁴.

Ante o exposto, a pesquisa se justifica pela necessidade da identificação de fatores de risco a que os bombeiros militares estão submetidos, onde pretende-se trazer para o âmbito da Saúde Pública, particularmente para o campo da Saúde do Trabalhador, o contexto geral de atuação de Bombeiros Militares.

2. MATERIAL E MÉTODO

Pesquisa quantitativa exploratória, descritiva, transversal em um Grupamento de Bombeiros do Sudoeste do Paraná, aprovada pelo Comitê de ética, parecer nº 5.727.352. amostra composta bombeiro(a)s.

A população de estudo foi composta por 104 bombeiros militares (BM) que aceitaram participar da pesquisa mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). As amostras a utilizarem as pulseiras de silicone foram compostas por quatro grupos: Guarnições - BM Operacionais (expostos e não-expostos); BM alunos (expostos), BM instrutores (expostos), EPIs acondicionados no interior de caminhão ABTR (Auto Bomba Tanque Resgate), totalizando 42 pulseiras.

A coleta de dados foi realizada com a aplicação do questionário sociodemográfico, preparo e aplicação das pulseiras de silicone, medida das concentrações de HPAs nas pulseiras por cromatografia gasosa (CG).

Para coleta dos dados sociodemográficos foi aplicado um questionário adaptado¹⁵ com perguntas abertas e fechadas, contendo dados pessoais de identificação, função do serviço, idade, gênero, escolaridade, estado civil, raça, dados antropométricos, histórico pessoal e familiar de câncer, tempo de serviço na corporação e se realiza atividades físicas no horário de serviço e/ou no tempo livre.

Para a análise de exposições ocupacionais dos bombeiros¹⁶ aos HPAs, faz-se necessário uma logística, invasiva, cara e difícil, desta forma sugere-se utilizou-se pulseiras de silicone como amostradores passivos para avaliação de HPAs. Para que estes dispositivos passivos fossem utilizados nos profissionais foram realizadas etapas de limpeza e preparação. As pulseiras foram adquiridas em *e-commerce*, onde o protocolo de limpeza e preparação foram realizadas de acordo com versão modificada e publicada¹⁷.

Foram realizadas seis lavagens, a primeira lavagem as pulseiras foram inseridas em

erlenmeyer juntamente com metanol dispostos em um agitador orbital com 120 rotações por minuto (rpm) a uma temperatura de 25°C, por 10 minutos.

A segunda, terceira e quarta lavagens, utilizou-se acetato de etila e hexano, sob agitação a 120 rpm a 25°C, por uma hora, a quinta e a sexta lavagens utilizou-se acetato de etila e metanol sob agitação a 120 rpm a 25°C, por uma hora, após foram acondicionados em um becker limpo e secadas a vácuo por treze horas a 60°C. Para verificar a efetividade da limpeza das pulseiras e capacidade de extração dos HPAs, foram reservadas pulseiras para branco e para testes de recuperação, as quais foram enriquecidas com um analito EPA TCL PAH Mix (Sigma-Aldrich) e analisadas por cromatografia gasosa servindo como padrão de referência.

As pulseiras limpas foram utilizadas na mão dominante dos bombeiro, após uso a análise cromatográfica ocorreu em um laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus de Francisco Beltrão, em cromatógrafo a gás, da marca Shimadzu, modelo CG 210 Plus, a coluna empregada foi a Restek Rtx – 5, 30 metros, 0,025mm de diâmetro interno, revestimento interno de (5% Diphenyl, 95% Dimethyl Polysiloxane) espessura de 0,2µm. O volume injetado foi de 5µg/L, Split 1:15, o gás de arraste utilizado foi o Hélio grau de pureza 99,9999% com velocidade linear de 26 centímetros por segundo, temperatura do injetor 290°C, forno da coluna iniciou em 60°C, permaneceu em 60° por 1 minuto, aqueceu na razão de 8°C por minuto até atingir 280°C, permaneceu nesta temperatura por 26 minutos. Detector por ionização de chama (FID) operou em 290°C.

Para caracterização da amostra e análise de frequências, foram empregados métodos de estatística descritiva. Para dados categóricos, foram apresentadas frequências absolutas e relativas, enquanto para variáveis contínuas, foram apresentadas médias e desvio padrão. Para verificar as possíveis associações entre a presença ou ausência das

substâncias analisadas e os grupos de exposição, bem como os fatores de risco para neoplasias, foi empregado o teste de Qui-quadrado de Pearson. O valor de significância adotado foi de $p < 0,05$. As análises foram realizadas no programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences* SPSS versão 23,0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar-se as variáveis sociodemográficas dos participantes da pesquisa, observou-se prevalência de indivíduos do sexo masculino (85,7%). Essa realidade não é diferente no Estado de Santa Catarina¹⁸, onde foi encontrado uma amostra composta por 92% do sexo masculino. A raça predominante foi a de brancos (64,3%) o que difere-se em Minas Gerais¹⁹ onde 51,8% dos bombeiros apresentaram cor de pele parda. Nessa mesma pesquisa, o estado civil casado foi predominante (55,4%), corroborando com os achados aqui descritos, onde 53,6% eram casados.

Verificando a escolaridade dos bombeiros, 32,1% possuíam Pós Graduação e 25% Ensino Superior Completo, o que difere de bombeiros do Belém, Pará²⁰, ao qual 33,33% dos militares possuíam Ensino Médio Completo.

Quando questionados se possuíam doenças crônicas, 75% negaram alguma doença, assim como evidenciado em bombeiros de Minas Gerais²¹, onde 77,80% declararam não possuir doenças crônicas.

A NFPA (National Fire Protection Association)²², ao avaliar o ambiente de trabalho, descreve as mortes em eventos específicos de bombeiros dos Estados Unidos no ano de 2021, reconheceram que são necessários estudos que correlacionam morte de bombeiros e doenças crônicas, o que justifica-se, pelo número de mortes dos profissionais ao longo do tempo que não podem ser quantificados, devido a falta e limitações de rastreamento de substâncias tóxicas e riscos que bombeiros estão expostos em suas atividades.

Quando questionados em relação ao uso de medicação contínua, 25% dos bombeiros relataram fazer uso de algum tipo de medicação, no entanto 75% relataram não possuir nenhum tipo de doença crônica. o que assemelha-se aos²³ bombeiros militares de uma cidade do Rio de Janeiro que quando avaliados quanto à exposição ocupacional a ruídos, 26,3% dos bombeiros relataram ingerir algum tipo de medicação.

A distribuição das graduações dos BM foi composta por 60,7% de soldados, assim como evidenciado²⁴ em um Grupamento BM da Bahia, quando avaliados a capacidade do trabalho na qualidade de vida, onde 58,4% eram soldados.

Os resultados de análise de exposições ocupacionais dos bombeiros aos HPAs estão apresentados na Tabela 1, com os valores mínimos, máximos e média. Os HPAs foram detectados em 36 amostras após 24 horas de exposição. Ressalta-se que as substâncias naftaleno, acenaftileno e acenafteno, apresentaram valores abaixo dos níveis de detecção na cromatografia gasosa.

Tabela 1 – Resultado da concentração mínima, máxima e média de HPAs obtidas das pulseiras de silicone após 24h de exposição (n= 36).

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Fluoreno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	1,29	0,17	$\pm 0,40$
Fenantreno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	2,00	0,42	$\pm 0,45$
Antraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,20	18,30	1,6368	$\pm 3,08$
Fluoranteno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	34,09	2,0304	$\pm 7,52$
Pireno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	6,87	0,61	$\pm 1,25$
BenzaAntraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	4,69	0,48	$\pm 1,01$
Criseno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	4,03	0,4221	$\pm 0,88$
Benzo(b)Fluoranteno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	12,06	2,00	$\pm 3,69$
Benzo (k) Fluoranteno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	224,12	21,54	$\pm 37,85$
Benzo (a) Pireno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	0,34	0,01	$\pm 0,07$

Dibenz (a)Antraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	10,63	0,94	$\pm 2,20$
Benzo (g,h,i) Perileno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	0,58	0,05	$\pm 0,16$
Indeno (1,2,3-cd) Pireno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0,00	0,56	0,06	$\pm 0,14$

Fonte: Os autores

O composto antraceno apresentou valor médio de $1,63 \pm 3,08 \mu\text{g.mL}^{-1}$, já o benzo(a)pireno ($0,01 \mu\text{g.mL}^{-1}$), o benzo(g,h,i)perileno ($0,05 \mu\text{g.mL}^{-1}$) e o indeno(1,2,3c-d) pireno($0,06 \mu\text{g.mL}^{-1}$).

Em uma análise²⁵ da presença de HPAs em alimentos e sua relação com a natureza do alimento e método de cocção, em 95% das amostras foram encontradas substâncias pireno e antraceno. Ressalta-se que a Portaria nº 2.309, publicada em 28 de agosto de 2020²⁶, apresentou lista de doenças, relacionadas com agentes e fatores de risco ocupacionais, onde o antraceno e dibenzo(a,h)antraceno foi associado a doenças de hiperpigmentação de melanina.

Em bombeiros urbanos, foi avaliado a exposição a HPAs através de revisão sistemática, notou-se concentrações significativas desses compostos no ar, no corpo e também na urina dos trabalhadores, mesmo com a utilização de equipamentos de proteção²⁷ e aqueles que utilizavam de forma incompleta ou inadequada esses equipamentos, houve uma maior concentração desses compostos químicos detectadas nas análises da urina²⁸.

A presença de pireno nas pulseiras (Tabela 1), revela um valor médio máximo de $0,61 \mu\text{g/mL}$. Nesse sentido, a presença desses poluentes no ar, bem como em equipamentos utilizados no desempenho da função de bombeiros, se mostra preocupante para a saúde e qualidade de vida dos mesmos²⁹.

A exposição dérmica é uma importante via no processo de toxicidade por substâncias químicas, em um estudo foram analisadas toalhas dérmicas na região da

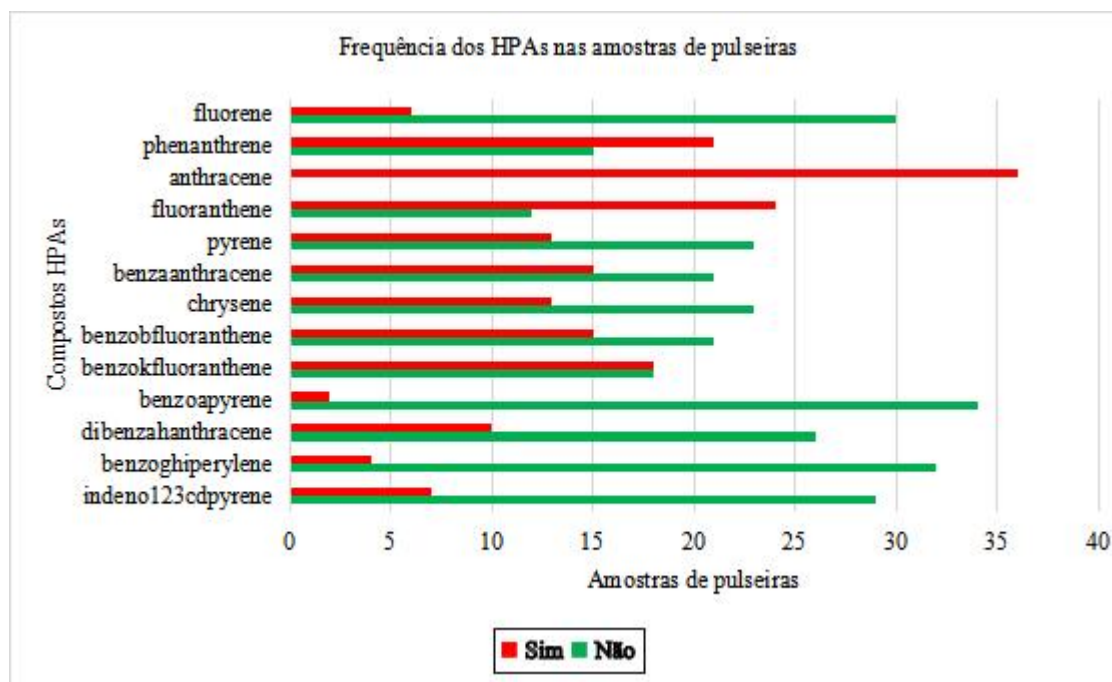
panturrilha de bombeiros pós combate a incêndio, onde observou-se uma concentração maior de substâncias químicas HPAs e compostos AhR³⁰.

Amostras coletadas em regiões cutâneas, incluindo o pulso de bombeiros expostos à fumaça, revelaram um aumento de até quatro vezes na presença de compostos químicos quando comparados com a linha de base. Esses achados revelam que tais substâncias se acumulam de forma uniforme em diversos locais da pele³¹.

Os HPAs foram encontrados pós-incêndio na região frontal do pescoço, nuca, mandíbula e mãos, o que pode aumentar o risco de câncer, em função das concentrações de HPA na pele³². Amostras obtidas a partir de lenços umedecidos em bombeiros após incêndios revelaram alta prevalência de benzo(b,j,k)fluoranteno (65%), seguido de pireno (30%)³³. Os HPAs estavam presentes em antebraços, mãos, pescoço e face após exposição de bombeiros ao fogo³⁴. Esses achados diferem dos dados encontrados na presente pesquisa, onde, embora ocorra a presença de pireno nas amostras, não foi a substância mais expressiva detectada nas pulseiras.

Na Figura 1 são apresentados as concentrações de HPAs detectadas nas pulseiras de silicone usadas pelos bombeiros em dias de serviço (operacional, alunos em instruções e instrutores). Os resultados obtidos mostraram que a substância antraceno esteve presente nas 36 amostras, seguidos por fenantreno (n=21) e fluoranteno (n=24).

Figura 1. Frequência de HPAs detectadas em pulseiras de silicones dos militares (n=36).



Fonte: Os autores

Na Tabela 2 são apresentadas as associações entre a presença das substâncias e as categorias de grupos de bombeiros com possível exposição (condutores do caminhão e auxiliares do caminhão), bombeiros não expostos (radioperadores, chefes de socorro, guarnições da ambulância) e o grupo de alunos.

Tabela 2 – Associação entre a presença dos compostos e a categoria de exposição dos bombeiros (n=36).

	Não Expostos		Expostos		Alunos		p
	Não N (%)	Sim N (%)	Não N (%)	Sim N (%)	Não N (%)	Sim N (%)	
Fluoreno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	6 (20)	2 (33,3)	15 (50)	1 (16,7)	9 (30)	3 (50)	0,325
Fenantreno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	3 (20)	5 (23,8)	12 (80)	4 (19)	0 (0)	12 (57,1)	0,000
Antraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0 (0)	8 (22,2)	0 (0)	16 (44,4)	0 (0)	12 (33,3)	-
Antraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	1 (8,3)	7 (29,2)	1 (6,3)	15 (93,8)	10 (83,3)	2 (8,3)	0,000
Pireno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	7 (30,4)	1 (7,7)	16 (69,6)	0 (0)	0 (0)	12 (92,3)	0,000

BenzoAntraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	4 (19)	4 (26,7)	6 (28,6)	10 (66,7)	11 (52,4)	1 (6,7)	0,014
Criseno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	5 (21,7)	3 (23,1)	14 (60,9)	2 (15,4)	4 (17,4)	8 (61,5)	0,013
Benzo (b) Fluoranteno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	5 (27,8)	3 (16,7)	13 (72,2)	3 (16,7)	0 (0)	12 (66,7)	0,000
Benzo (k) Fluoranteno($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0 (0)	8 (25,8)	0 (0)	16 (51,6)	5 (100)	7 (22,6)	0,003
Benzo (a) Pireno($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	8 (23,5)	0 (0)	14 (41,2)	2 (100)	12 (33,3)	0 (0)	0,266
Dibenz (a, h, i) Antraceno($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	5 (19,2)	3 (30)	9 (34,6)	7 (70)	12 (100)	0 (0)	0,030
Benzo (g, h, i) Perileno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	8 (25)	0 (0)	16 (50)	0 (0)	8 (25)	4 (100)	0,011
Indeno(1,2,3-cd)pireno($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	6 (20,7)	2 (28,6)	11 (37,9)	5 (71,4)	12 (41,4)	0 (0)	0,107

Fonte: Os autores; Nota= Não (ausência) e Sim (presença) referem-se ao composto. N= número da amostra.

Houve uma associação significativa ($p < 0,05$) entre a presença da maioria dos compostos e as categorias de bombeiros expostos e alunos. Observou-se que, no grupo de expostos houve uma maior proporção da presença de antraceno (93,8%), dibenz(a,h)antraceno (70%), indeno(1,2,3,-cd)pireno (71,4%) e para os alunos a maior proporção de presença foram para os compostos pireno (92,3%), benzo(b)fluoranteno (66,7%) e o benzo(g,h,i)perileno (100%).

Em um assentamento na Índia, o fluoranteno também mostrou-se uma substância de risco a população, onde relataram casos de mortalidade decorrentes da poluição, dentre as principais substâncias poluentes, descreveram o fluoranteno ($3,9 \pm 0,4 \text{ ngm}^{-3}$) e fluoreno ($3,5 \pm 0,3 \text{ ngm}^{-3}$), onde 54% originaram-se de veículos a combustão à gasolina e diesel e queimas de biomassas, 44% da poluição foi causada pela queima de carvão para aquecimento de residências e usos domésticos. Ao verificar o potencial de toxicidade, benzo(a)pireno apresentou toxicidade cumulativa de $2,13 \text{ ngm}^{-3}$, o dibenzo[h]antraceno teve toxicidade máxima, onde juntos totalizaram 86% da carcinogenicidade causadas pelos HPAs³⁵.

Embora bombeiros que foram considerados no estudos como não expostos, não tenham apresentado quantidades elevadas de HPAs, alguns mostram-se presentes nas amostras, em concordância, um estudo qual observou³⁶ um aumento significativo para a substância benzeno após exposição em bombeiros que desempenharam funções em ambiente interno, onde o ar poderia apresentar quantidades significativas desses componentes, revelando que os riscos ocupacionais podem ir além do contato direto com a substância.

A exposição aos HPAs está associada a doenças cardiovasculares como aumento da pressão arterial, doença cardíaca isquêmica e respiratórias como diminuição da função pulmonar, doença pulmonar obstrutiva crônica, asma, chiado, tosse, sibilância pulmonar, opressão no peito, dispneia ao esforço e dor de garganta³⁷.

A Tabela 3 refere-se à associação de fatores de riscos para neoplasias presentes e os compostos analisados nas pulseiras, relatados por 22 participantes (ressalta-se que houve militares que utilizaram a pulseira, porém não responderam os questionários, o que justifica alterações no números de algumas associações).

Tabela 3 – Associação entre os compostos e fatores de risco presentes para neoplasias (n=22).

	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Fluoreno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	8 (40)	2 (100)	1 (5)	0 (0)	6 (30)	0 (0)	2 (10)	2 (100)*	11 (44)	2 (66,7)
Fenantreno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)*	4 (44,4)	6 (46,2)	0 (0)	1 (7,7)	3 (33,3)	3 (23,1)	2 (22,2)	2 (15,4)	7 (53,8)	6 (40)
Antraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0 (0)	10 (45,5)	0 (0)	1 (4,5)	0 (0)	6 (27,3)	0 (0)	4 (25)	0 (0)	13 (46,4)
Fluoranteno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	2 (33,3)	8 (50)	0 (0)	1 (6,3)	2 (33,3)	4 (25)	0 (0)	2 (12,5)	1 (12,5)	12 (60)*
Pireno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	9 (52,9)	1 (20)	1 (5,9)	0 (0)	5 (29,4)	1 (20)	4 (23,5)	0 (0)	13 (61,9)*	0 (0)
BenzaAntraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	4 (36,4)	6 (54,5)	1 (9,1)	0 (0)	3 (27,3)	3 (27,3)	2 (18,2)	2 (18,2)	5 (35,7)	8 (57,1)
Crisene ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	6 (42,9)	4 (50)	1 (7,1)	0 (0)	4 (28,6)	2 (25)	2 (14,3)	2 (25)	10 (52,6)	3 (33,3)
Benzo (b)Fluoranteno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	5 (41,7)	5 (50)	1 (8,3)	0 (0)	4 (33,3)	2 (20)	2 (16,7)	2 (20)	9 (56,3)	4 (33,3)
Benzo(k)Fluoranteno($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	0 (0)	10 (45,5)	0 (0)	1 (4,5)	0 (0)	6 (27,3)	4 (18,2)	0 (0)	0 (0)	13 (46,4)
Benzo (a) Pireno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	8 (40)	2 (100)	1 (5)	0 (0)	4 (20)	2 (100)*	4 (20)	0 (0)	11 (42,3)	2 (100)
Dibenz (a)Antraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	6 (40)	4 (57,1)	1 (6,7)	0 (0)	4 (26,7)	2 (28,6)	2 (13,3)	2 (28,6)	9 (47,4)	4(44,4)
Benzo (g,h,i) Perileno($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	-	10 (45,5)	1 (4,5)	0 (0)	6 (27,3)	0 (0)	4 (100)	0 (0)	13 (48,1)	0 (0)
Indeno(1,2,3-cd)Pireno($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	5 (33,3)	5 (71,4)	1 (6,7)	0 (0)	3 (20)	3 (42,9)	1 (6,7)	3 (42,9)	7 (33,3)	6 (85,7)*

Fonte: Os autores; Nota: * $p < 0,05$; IMC= Sobrepeso ou obesidade; História de Câncer = presente; Família Câncer= história de câncer na família presente; Atividade. Física= não realiza; Tempo de Serviço (n=28)= dez anos ou mais
 Fonte: Os autores; Nota: * $p < 0,05$; IMC= Sobrepeso ou obesidade; História de Câncer = presente; Família Câncer= história de câncer na família presente; Atividade. Física= não realiza; Tempo de Serviço (n=28)= dez anos ou mais

Na avaliação do perfil antropométrico, 42,9% apresentaram IMC com peso normal e 35,7% com sobrepeso. Aos que possuíam IMC considerado como fator de risco para desenvolvimento de câncer, 71,4% das amostras apresentaram Indeno(1,2,3,c-d)Pireno.

Foi realizada revisão sistemática para avaliar a relação do IMC e o desempenho ocupacional de policiais e bombeiros militares o qual descreveram que quanto mais elevado o IMC, maior associação a um risco de lesão. Alguns casos de IMC elevado é positivo quando se refere a potência e força nos soldados, porém quando se trata ao desempenho ocupacional é prejudicial para velocidade, resistência e agilidade³⁸.

No presente estudo o histórico familiar de câncer foi associado apenas ao composto benzo(a)pireno ($p < 0,05$), 100% relatam histórico de familiares com câncer. Ao avaliar o risco de câncer em bombeiros da Califórnia, observaram que o desenvolvimento de câncer cerebral, melanoma e câncer de próstata se mostraram elevados entre os bombeiros amostrados. Além disso, o risco de pelo menos 14 tipos de cânceres se mostrou superior em um ou mais grupos de bombeiros³⁹.

Muitos são os riscos a que os bombeiros estão expostos, alguns com prejuízo imediato como traumas, choques mecânicos, choques elétricos e queimaduras⁴⁰. No ambiente de trabalho, as substâncias com potencial carcinogênico podem se apresentar em concentrações superiores em relação a outros ambientes podendo resultar em efeitos deletérios à saúde do trabalhador⁴¹. Nesse sentido, entende-se por câncer ocupacional a doença oriunda da exposição a curto ou longo prazo a substâncias nocivas, não limitando-se apenas ao contato direto com os compostos, mas também os períodos pós exposição⁴².

Entre os militares, o histórico de câncer em familiar de primeiro grau foi de 57,1%. Em relação aos hábitos de vida, 71,4% relataram realizar atividades físicas de lazer, ao passo que 7,1% não são adeptos a exercícios físicos. Quando questionados se realizavam

algum tipo de exercício físico no aquartelamento no horário oportunizado, 67,9% responderam que sim e 10,7% relataram não realizar atividades físicas.

Observou-se que, dos indivíduos que possuíam a presença do fluoreno, não realizavam atividades físicas, ao passo que, dos que não apresentaram o fluoreno, 90% relataram realizar atividades físicas ($p < 0,05$).

Estudo demonstra que a mortalidade pode estar relacionada à exposição prolongada a material particulado, contudo ao avaliar os efeitos benéficos da atividade física esse risco é diminuído, exercícios físicos chineses tais como o Tai Chi, e exercícios aeróbicos como ciclismo⁴³, são alguns listados como esses efeitos.

A atividade física é um agente protetor, pois promove a eliminação desse tipo de substância do organismo. Isso ocorre por conta do combate ao estresse oxidativo, muito presente em organismos com exposição prolongada a substâncias tóxicas e que se dá a partir de um estilo de vida baseado em alimentação saudável e atividade física⁴⁴

Além disso, a prática regular de exercícios promove qualidade de vida e saúde geral dos indivíduos, contribuindo para a prevenção de patologias e mantendo o equilíbrio do metabolismo⁴⁵.

Para verificação do tempo de serviço dos 28 bombeiros que responderam os questionários, 46,4% possuíam dez ou mais anos de serviço na corporação, e 32,1% até nove anos de serviço.

O contato regular a situações que envolvem queima de materiais e, conseqüentemente, liberação de substâncias nocivas, além de situações de estresse causadas por turnos exaustivos e alterações físicas, psicológicas e emocionais, se tornam fatores de risco importantes na saúde de bombeiros⁴⁶. Nesse sentido, ao avaliar a associação quanto a presença dos compostos e fatores de risco para neoplasias, observou-se (Tabela 3), dos que haviam presença de fluoranteno, 60% possuía tempo de serviço

igual ou superior há 10 anos ($p < 0,05$). Além disso, outro composto associado com o maior tempo de serviço (85,7%) foi o indeno(1,2,3-cd)pireno ($p < 0,05$), ao passo que dos que possuíam a presença do pireno, todos tinham menor tempo de serviço (100%) ($p < 0,05$).

Os HPAs podem aderir-se a materiais particulados da fumaça, alguns como o pireno e o antraceno, desconhece-se serem causador de câncer, porém a mistura destes com outros compostos, como benzo[a]pireno e naftaleno tornam-se cancerígenos, sendo assim todos os HPAs independente de serem compostos individuais, são considerados cancerígenos aos humanos⁴⁷.

A Figura 2 mostra a presença de compostos em EPIs acondicionados em caminhão do 10º Grupamento de bombeiros do Paraná.

Figura 2: Presença de compostos em EPIs acondicionados em caminhões.

	Dia 1		Dia 2		Dia 3	
	1	2	3	4	5	6
Fluoreno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Fenantreno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Antraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Fluoranteno($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não
Pireno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
BenzaAntraceno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
Criseno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Não	Não	Não	Não	Sim	Não
Benzo (b)Fluoranteno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Benzo(k)Fluoranteno ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Os autores

	Sim		Não
--	-----	--	-----

Fonte: Os autores. Vermelho: sim, verde: não

Ao analisar as pulseiras em EPIs acondicionados, nota-se significativa presença de substâncias depositadas, ressaltando que estes não estiveram em ocorrências de combate a incêndio direto, podendo considerá-los carreadores dos HPA. Os bombeiros podem ser expostos a substâncias químicas, pela derme por penetração e/ou permeação dos produtos ao redor dos EPIs, ou por contaminação cruzada dos EPIs para pele⁴⁸.

Os compostos detectados nas seis pulseiras de silicones colocadas em EPIs acondicionados em caminhão de bombeiros, foram o antraceno e benzo(k)fluoranteno, os quais mostraram-se presentes durante os três dias de pesquisa nas seis amostras analisadas.

No entanto, as substâncias fluoranteno e benzo(b)fluoranteno apresentaram frequência de dois dias em duas amostras. As demais substâncias foram encontradas nos EPIs em pelo menos um dia em uma das amostras.

Em avaliação de sedimentos da zona costeira na Bahia, os resultados mostraram que os HPAs, são lipofílicos, com baixa biodegradabilidade, além de serem altamente tóxicos, podendo resultar em mutagenicidade e carcinogênicos⁴⁹.

Dentre as principais substâncias encontradas, que apresentam potencial carcinogênico em humanos, estão o benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, benzo(a)antraceno, entre outras⁵⁰.

O contato com substâncias químicas consideradas perigosas, durante o expediente, ocorre com frequência principalmente na atividade de combate a incêndios. Esse achado está associado, ainda, ao potencial carcinogênico oriundo do armazenamento inadequado dos equipamentos utilizados durante essa tarefa, que ocorre principalmente em armários

próprios dentro da corporação em que atuam e, geralmente, apresentam altas concentrações de HPAs⁵¹.

Nesse sentido, a higienização correta dos equipamentos ao retornar de ocorrências de combate a incêndio é imprescindível para que sua utilização ocorra de forma adequada, reduzindo em até 85% a presença desses compostos em EPIs e impedindo que haja uma transferência de substâncias tóxicas para outros locais do quartel⁵²

Ademais, os HPAs fluoreno, acenafteno, naftaleno e 2-metilnaftaleno, possuem o potencial de chegar à pele de bombeiros mesmo com uso de EPIs⁴⁶

Os trajes de bombeiros são eficazes na proteção contra a exposição a HPAs, com as concentrações sendo significativamente menores (150 vezes) na parte interior da jaqueta de proteção³⁰. Por essa razão, torna-se essencial a aplicação apropriada dos aparatos protetores que possuem como função a redução de exposição a riscos¹⁵.

4. CONCLUSÃO

Ao avaliar os impactos na saúde do trabalhador bombeiros militares os estudos mostraram níveis preocupantes de HPAs. Isto desperta a necessidade da tomada de medidas preventivas para a proteção de trabalhadores expostos a essas substâncias.

Nota-se, que embora a metodologia da empregabilidade da pulseira de silicone tenha mostrado-se eficaz na captação de substâncias presente no ar e de instrução de incêndio, faz-se necessário a quantificação de tais substâncias em cenários nos quais os bombeiros estejam em combates ativos e reais. Ao analisar os grupos de exposição, predominou o antraceno e indeno(1,2,3C-d)pireno, já os alunos em simulações de combate a incêndio apresentaram benzo(g,h,i)perileno seguida por pireno.

Um fator positivo na presente pesquisa foi ao qual 71,4%, dos bombeiros praticavam atividades físicas, porém as concentrações de benzo(a)pireno esteve associado

a histórico familiar com câncer e IMC alterado. Os que possuíam maior tempo de serviço foi indeno(1,2,3 c-d)pireno, diferente dos que possuíam menos tempo de serviço, ao qual o pireno foi constante, ressalta-se a indicação que essas substâncias são reconhecidamente cancerígenas.

Embora existam documentos, a legislação quanto a exposição a substâncias químicas são gerais e pouco específicas para estes profissionais em questão. Estudos mais detalhados considerando a toxicidade dos compostos faz-se necessários, buscando elucidar alterações fisiológicas específicas causadas por cada substância. A escassez de estudos referente a limpeza de EPIs e higiene pessoal após combate a incêndio é evidente. Desta forma é imprescindível a implantação de medidas controle a exposição, bem como o estabelecimento de educação de limpeza obrigatória de equipamentos e cuidados pessoais, visando a prevenção de doenças ocupacionais, tais como o câncer, enfatizando a importância da saúde do trabalhador.

5. REFERÊNCIAS

1. Barbosa PAS, Sgró RT, Boechat JCS, Barbosa AC. Neoplasias relacionadas ao trabalho: exposição do trabalhador aos agentes cancerígenos. *Revista Científica Linkania Júnior* [internet]. 2014 [citado em 2022 out 22]; 4(2):[16 p.]. Disponível em: <https://linkania.org/junior/article/view/308/164>.
2. Pires LAA, Vasconcellos LCF, Bonfatti RJ. Bombeiros militares do Rio de Janeiro: uma análise dos impactos das suas atividades de trabalho sobre sua saúde. *Saúde em Debate* [Internet]. 2017 [citado em 2022 ago 02]; 41(113):[13 p.] DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201711318>
3. Agência Internacional de Pesquisa sobre o câncer (IARC). *Riscos cancerígenos para humanos. Pintura, combate a incêndios e trabalho em turnos* [monografia]. Lyon, França: Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer. 2010.
4. Brasil. Ministério da Saúde. *Atlas do Câncer Relacionado ao Trabalho no Brasil: Análise Regionalizada e Subsídios para a Vigilância em Saúde do Trabalhador*. Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

5. Smith DL, Deblois JP, Kales SN, Horn GP. Cardiovascular Strain of Firefighting and the Risk of Sudden Cardiac Events. *Exercise and Sport Sciences Reviews* [Internet]. 2016 [citado 2022 oct 20]; 44(3):[7 p.]. DOI: <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000081>
6. Britton C, Lynch CF, Torner J, Peek-Asa C. Fire characteristics associated with firefighter injury on large federal wildland fires. *Annals of Epidemiology* [Internet]. 2013 [citado em 2022 nov 14]; 23(2):[6 p.]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2012.11.001>
7. Santos M, Almeida A. Principais riscos e fatores de risco ocupacionais associados aos bombeiros, eventuais doenças profissionais e medidas de proteção recomendadas. *Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional* [Internet]. 2016 [citado 2022 out 28]; 1(s.n.):[17 p.]. DOI: <https://doi.org/10.31252/RPSO.20.01.2016>
8. Gill B, Britz-Mckibbin P. Biomonitoring of smoke exposure in firefighters: A review. *Current Opinion in Environmental Science & Health* [Internet]. 2020 [citado em 2022 nov 10]; 159s.n.[p. 9]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.04.002>
9. Cherry N, Galarneau JM, Kinniburgh D, Quemerais B, Tiu S, Zhang X. Exposure and Absorption of PAHs in Wildland Firefighters: A Field Study with Pilot Interventions. *Annals of Work Exposures and Health* [Internet]. 2021 [citado em 2022 out 28]; 65(2):[13 p.]. 2021. DOI: <https://doi:10.1093/annweh/wxaa064>
10. Ribeiro H, Assunção JV. Efeitos das queimadas na saúde humana. *Estudos avançados* [Internet]. 2002 [citado em 2022 ago 15]; 16(44):[23 p.]. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142002000100008>
11. Holme, JA, Vondráček J, Machala M, Gossmann LG, Vogel, C FA, Ferrec EL, Sparfel L, Ovreik J. Lung cancer associated with combustion particles and fine particulate matter (PM_{2.5}) - The roles of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and the aryl hydrocarbon receptor (AhR) *Biochemical Pharmacology*, [Internet].2023 [citado em 2023 nov 05] 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2023.115801>
12. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora Nº. 15 (NR-15). 2023.[citado em 2023 nov 13] Disponível em:<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>
13. Oliveira TF. Exposição às substâncias cancerígenas no ambiente de trabalho: ameaça a saúde dos catadores de lixo do Brasil. *Tempus Actas De Saúde Coletiva* [Internet]. 2013 [citado em 2022 nov 05]; 7(2):[4 p.]. DOI: <https://doi.org/10.18569/tempus.v7i2.1349>
14. Baumgart BZ, Macedo ABT, Bortoletti APG, Souza SBC. Riscos ocupacionais e equipamentos de proteção individual em bombeiros da Brigada Militar. *Ciência & Saúde* [Internet]. 2017 [citado em 2023 nov 02]; 10(1):[5 p.]. DOI: <https://doi.org/10.15448/1983-652X.2017.1.24399>
15. Cavaliere JC, Pascotto CR, Tonini NS, Vieira AP, Follador, FAC. Sleep quality and common mental disorder in the hospital Nursing team. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*

[Internet] 2021 [citado em 2023 nov. 13] DOI:<https://doi.org/10.1590/1518-8345.4280.3444>

16. Keir JLA, Papas W, Wawrzynczak A, Aranda-Rodriguez R, Blais JM, White PA. Use of silicone wristbands to measure firefighters' exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) during live fire training. *Environmental Research* [Internet]. 2023 [citado em 2023 nov 06]; 239(1):[s.p.]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117306>

17. Baum JLR, Bakali U, Killawala C, Santiago KM, Dikici E, Kobetz EN, Solle NS, Deo S, Bachas L, Daunert S. Evaluation of silicone-based wristbands as passive sampling systems using PAHs as an exposure proxy for carcinogen monitoring in firefighters: Evidence from the firefighter cancer initiative. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. 2020 [citado em 2021 jan 10]; 205(s.n.):[9 p.]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111100>

18. Pereira GK, Santa Catarina PM, Rocha RER, Cruz RM. Perfil epidemiológico de agravos à saúde em policiais e bombeiros. *Rev Psicol e Saúde* [Internet]. 2021 [citado em 2023 nov 03]; 13(4):[15 p.]. DOI: <https://doi.org/10.20435/pssa.v13i4.1266>

19. Azevedo DSS, Lima EDP, Assunção AÁ. Fatores associados ao uso de medicamentos ansiolíticos entre bombeiros militares. *Rev Bras Epidemiol* [Internet]. 2019 [citado em 2023 nov 06]; 22(s.n.):[15 p.]. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-549720190021>

20. Araújo IKF, Cunha KC. Hábitos alimentares e estado nutricional dos bombeiros militares de Belém, Pará, Brasil. *RBNE - Revista Brasileira De Nutrição Esportiva* [Internet]. 2021 [citado em 2023 nov 05]; 15(91):[14 p.]. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1835>

21. Borges RMC, Silva MCA, Souto SVD, Dias EG. Perfil Antropométrico e Hábitos Alimentares de Bombeiros de um Batalhão em Minas Gerais, Brasil. *Revista Vale* [Internet]. 2019 [citado em 2023 nov 05]; 17(1):[11 p.]. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v17i1.5251>

22. Fahy RF, Petrillo JT. Mortes de bombeiros nos EUA em 2021. *NFPA (National Fire Protection Association)*. 2022

23. Ribeiros SF, Souto LC. Análise Da Exposição Ocupacional Ao Ruído Em Bombeiros Do 21º Grupamento De Bombeiros Militar De Itaperuna-RJ. *Revista Interdisciplinar Pensamento Científico* [Internet]. 2022 [citado em 2023 nov 06]; 7(2):[11 p.]. DOI 10.20951/2446-6778/v7n2a6

24. Oliveira B, Bomfim, E., Ribeiro, I., Almeida, P., Boery, R., & Boery, E.. Influência da capacidade para o trabalho na qualidade de vida de bombeiros militares. *Cogitare Enfermagem*. [Internet] 2018 [citado 2023 nov 10] 23:4. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ce.v23i4.55419>

25. Paz APS, Nascimento ECP, Marcondes HC, Silva MCF, Hamoy M, Mello VJ. Presença de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em produtos alimentícios e a sua relação com o método de cocção e a natureza do alimento. (2017) *Brazilian Journal*

of *Food Technology* [Internet]. 2017 [citado em 2023 nov 09]; 20(s.n.):[13 p.]. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.10216>

26. Brasil. Ministério da Saúde. *Portaria n° 2.309, de 28 de agosto de 2020: altera a Portaria de Consolidação n° 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, e atualiza a Lista de Doenças Relacionadas ao Trabalho (LDRT)*. Diário Oficial da União. 1 set 2020 [citado em 2023 nov 09] 1:40. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2020/prt2309_01_09_2020.html

27. Engelsman M, Toms LM, Banks APW, Wang X, Mueller JF. Biomonitoring in firefighters for volatile organic compounds, semivolatile organic compounds, persistent organic pollutants, and metals: A systematic review. *Environ Res* [Internet]. 2020 [citado em 2023 nov 08]; 188(s.n.):[32 p.]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109562>

28. Wingfors H, Nyholm JR, Magnusson R, Wijmark CH. Impact of Fire Suit Ensembles on Firefighter PAH Exposures as Assessed by Skin Deposition and Urinary Biomarkers. *Ann Work Expo Health* [Internet]. 2018 [citado em 2023 nov 08]; 62(2):[10 p.]. DOI: [10.1093/annweh/wxx097](https://doi.org/10.1093/annweh/wxx097)

29. Lavandeira SR. *Caracterização da Exposição de Bombeiros a Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos Recorrendo à Monitorização Individual* [dissertação]. Porto: ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto; 2021

30. Beitel SC, Flahr LM, Hoppe-Jones C, Burgess JL, Littau SR, Gulotta J, Moore P, Wallentine D, Snyder SA. Assessment of the toxicity of firefighter exposures using the PAH CALUX bioassay. *Environ Internatio* [Internet]. 2020 [citado em 2023 nov 03]; 135(s.n.):[7 p.]. DOI: [10.1016/j.envint.2019.105207](https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105207)

31. Fernando S, Shaw L, Shaw D, Gallea M, VandenEnden L, House R, Verma DK, Britz-Mckibbin P, McCarry BE. Evaluation of Firefighter Exposure to Wood Smoke during Training Exercises at Burn Houses. *Environ Sci Technol* [Internet]. 2016 [citado em 2023 nov 03]; 50(3):[8 p.] DOI: [10.1021/acs.est.5b04752](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04752)

32. Stec AA, Dickens KE, Salden M, Hewitt FE, Watts DP, Houldsworth PE, Martin FL. Exposição ocupacional a hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e elevada incidência de câncer em bombeiros. *Sci Rep* [Internet]. 2018 [citado em 2023 nov 05]; 8(2476):[8 p.]. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20616-6>

33. Baxter CS, Hoffman JD, Knipp MJ, Reponen T, Haynes EN. Exposure of Firefighters to Particulates and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *J Occup Environ Hyg* [internet]. 2014 [citado em 2023 nov 08]; 11(7):[7 p.]. DOI: [10.1080/15459624.2014.890286](https://doi.org/10.1080/15459624.2014.890286)

34. Fent KW, Eisenberg J, Snawder J, Sammons D, Pleil JD, Stiegel MA, Mueller C, Horn GP, Dalton J. Exposição sistêmica a PAHs e benzeno em bombeiros que suprimem incêndios em estruturas controladas. *Ann. Occ. Hyg* [Internet]. 2014 [citado em 2023 nov 04]; 58(7):[15 p.]. DOI: [10.1093/annhyg/meu036](https://doi.org/10.1093/annhyg/meu036)

35. Singh A, Banerjee T, Latif MT, Ramanathan S, Suradi H, Othman M, Murari V. Molecular distribution, sources and potential health risks of fine particulate-bound polycyclic aromatic hydrocarbons during high pollution episodes in a subtropical urban

city. *Chemosphere* [Internet]. 2023 [citado em 2023 nov 14]; 340(s.n.):[s.p.]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139943>

36. Wallace MAG, Pleil JD, Oliver KD, Whitaker DA, Mentese S, Fent KW, Horn GP. Targeted GC-MS analysis of firefighters' exhaled breath: Exploring biomarker response at the individual level. *J Occup Environ Hyg* [Internet]. 2019 [citado em 2023 nov 08]; 16(5):[10 p.]. DOI: [10.1080/15459624.2019.1588973](https://doi.org/10.1080/15459624.2019.1588973)

37. Leachi HFL, Marziale MHP, Martins JT, Aroni P, Galdino MJQ, Ribeiro RP. Polycyclic aromatic hydrocarbons and development of respiratory and cardiovascular diseases in workers. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2020 [citado em 2023 nov 13]; 73(3):[9 p.]. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0965>

38. Tina ES, Katherine BB, Deana AH, J Jay D, Jillian MJ. Relationship between Body Mass Index and Health and Occupational Performance among Law Enforcement Officers, Firefighters, and Military Personnel: A Systematic Review. *Current Developments in Nutrition* [Internet] 2023 [citado em 2023 nov 10] DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2022.100020>

39. Tsai RJ, Luckhaupt SE, Schumacher P, Cress RD, Deapen DM, Calvert GM. Risk of Cancer Among Firefighters in California, 1988–2007. *Am J Ind Med* [Internet]. 2015 [citado em 2023 nov 11]; 58(7):[15 p.]. DOI: [10.1002/ajim.22466](https://doi.org/10.1002/ajim.22466)

40. Oliveira, MESAP. *Segurança ocupacional: conscientização do uso dos epis como forma de eliminar ou minimizar os riscos ocupacionais na atividade bombeiro-militar* [trabalho de conclusão de curso]. Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal; 2022.

41. Brey C, Gouveia FT, Silva BS, Sarquis LMM, Miranda FMA, Consonni D. Câncer de pulmão relacionado à exposição ocupacional: revisão integrativa. *Rev Gaúcha Enferm* [Internet]. 2020 [citado em 2023 nov 10]; 41(s.n.):[16 p.]. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2020.20190378>

42. Almeida TM, Costa YA, Faria MGA, Gallasch CH. Occupational cancer illness in Brazil: an integrative literature review. *Rev Bras Med Trab* [Internet]. 2023 [citado 2023 out 01]; 21(2):[7 p.]. DOI: [10.47626/1679-4435-2022-845](https://doi.org/10.47626/1679-4435-2022-845)

43. Sun S, Cao W, Qiu H, Ran J, Lin H, Shen C, Lee RSY, Tian L. Benefits of physical activity not affected by air pollution: a prospective cohort study, *International Journal of Epidemiology* [Internet] 2020 [citado em 2023 nov 10]; 49: [10 p.]. DOI: <https://doi.org/10.1093/ije/dyz184>

44. Silva AJG, Rocha RWG, Araújo JMMM, Farias AM. Impacts of physical exercise on oxidative stress and amyotrophic lateral sclerosis. *Brazilian Journal of Development* [Internet]. 2021 [citado em 2023 nov 14]; 7(2):[11 p.]. DOI: [10.34117/bjdv7n2-194](https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-194)

45. Silva HR, Nascimento FRS, Santos SL, Lustosa MJL, Melo Filho JCLC, Portela CL, Costa RHF, Macedo Júnior CAA, Fernandes LKS, Neto JCP. The importance of physical activity and healthy eating in cancer prophylaxis. *Research, Society and Development* [Internet]. 2020 [citado em 2023 nov 14]. 9(4):[12 p.]. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i42868>

46. Barros B, Oliveira M, Morais S. Biomonitoring of firefighting forces: a review on biomarkers of exposure to health-relevant pollutants released from fires. *Journal of Toxicology and Environmental Health* [Internet]. 2023 [citado em 2023 nov 08]; 26(3):[45 p.]. DOI: <https://doi.org/10.1080/10937404.2023.2172119>
47. Taeger D, Koslitz S, Käfferlein HU, Pelz T, Heinrich B, Breuer D, Weiss T, Behrens VHT, Brüning B, Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons assessed by biomonitoring of firefighters during fire operations in Germany, *Int J Hyg Environ Health* [Internet] 2023 [citado 2023 nov 14] DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2023.114110>.
48. Fent KW, 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* [Internet]. 2017 [citado em 2023 nov 14]; 14(10):[14 p.]. DOI: [10.1080/15459624.2017.1334904](https://doi.org/10.1080/15459624.2017.1334904)
49. Sant'anna JN; Beretta M, Teixeira SM, Tavares, TM. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em sedimentos superficiais na Baía de Todos os Santos – Nordeste do Brasil. *Tropical Oceanography*, [Internet]2010 [citado 2023 nov 15] 38(1):[16 p]. DOI: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v38i1.5161>
50. Gomes CL. *Procedimento de limpeza avançada do capacete de combate a incêndio urbano após intervenção em incêndio confinado* [trabalho de conclusão de curso]. Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal; 2021
51. Aleixo VED. *Investigação de soluções que minimizem o risco de desenvolvimento de câncer nos bombeiros* [trabalho de conclusão de curso]. Brasília: Universidade de Brasília; 2022.
52. Madureira CR, Palmeira Junior GL. *Ferramenta de gerenciamento da descontaminação e manutenção do equipamento de proteção respiratória Scott* [trabalho de conclusão de curso]. Brasília: Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal; 2019.

6. ANEXOS

6.1 Questionário de variáveis sócio-demográficas

Nome: _____ Código: _____

Cargo: _____

Características

Idade

26 – 35 anos ()

36 – 45 anos ()

46 – 55 anos ()

56 anos ou mais ()

Gênero

Masculino ()

Feminino ()

Escolaridade

Médio ()

Superior ()

Pós graduação ()

Estado Civil

Solteiro (a) ()

Casado (a) ()

Separado (a)/Viúvo (a) ()

Filhos

Sim ()

Não ()

Raça

Branco ()

Pardo ()

Amarelo ()

Outros()

Categoria de Índice de Massa Corporal

Peso normal ou saudável

Excesso de peso

Obeso

Peso: _____

Altura: _____

Doenças Crônicas

() Sim. Qual: _____

() Não

Uso de medicação contínua

() Sim. Qual: _____

() Não

Tempo de Trabalho na Instituição _____

Cargo na Corporação _____

Carga horária semanal de serviço _____

Carga horária Mensal de serviço _____

Satisfação no trabalho

() Pouco

() Satisfeito

() Insatisfeito. Motivo: _____

Relacionamento interpessoal no trabalho

- Regular
- Bom
- Ótimo
- Excelente

Realiza Escala Extra

- Sim. Motivo: _____
- Não

Atividade Física Tempo livre

- Sim
- Não

Atividade Física no Serviço

- Sim
- Não

Uso e adequação de equipamento de
proteção individual

Citar: _____

6.2 Aprovação Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação de exposição a substâncias nocivas no 10º Grupamento de Bombeiros de Francisco Beltrão - Paraná.

Pesquisador: PRISCILA LEITE SILVA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 64318022.0.0000.0107

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.727.352

Apresentação do Projeto:

Pesquisa de mestrado. Dar-se-á por uma pesquisa quantitativa exploratória, descritiva com amostragem transversal dos bombeiros militares pertencentes do 10º Grupamento de Bombeiro do Paraná, por meio da avaliação de dispositivos passivos utilizados por bombeiros em atividades operacionais.

Objetivo da Pesquisa:

O projeto tem por objetivo avaliar a saúde do trabalhador bombeiro do 10º grupamento de bombeiros de Francisco Beltrão - PR. Além disso, analisar o perfil sócio demográfico dos bombeiros militares envolvidos na pesquisa, avaliar o sistema de amostragem passiva (pulseiras de silicone) para exposição à compostos tóxicos em bombeiros, mapear os fatores de riscos que influenciam no desenvolvimento de neoplasias, identificar as principais substâncias cancerígenas que os bombeiros militares estão expostos, verificar a existência e uso dos equipamentos de proteção que auxiliam na diminuição de riscos a tais profissionais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Avaliação satisfatória: "Acredita-se que os riscos dessa pesquisa serão mínimos e que poderá ocorrer o risco de quebra de confidencialidade, no entanto os questionários não apresentam nomes, só código e será mantido anonimato dos participantes. Serão tomados todos os cuidados possíveis para eliminar ou minimizar os riscos e a pesquisa não possui intenção julgadora, de

Endereço: RUA UNIVERSITARIA 2060

Bairro: UNIVERSITARIO

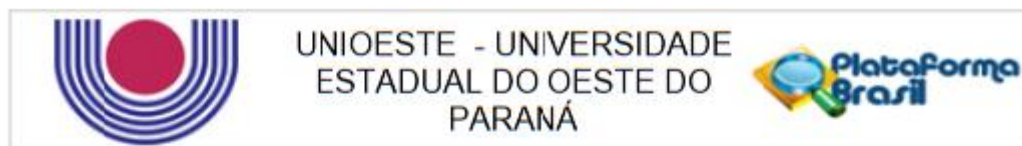
UF: PR

Município: CASCAVEL

Telefone: (45)3220-3092

CEP: 85.819-110

E-mail: cep.prppg@uniceste.br



Continuação do Parecer: 6.727.352

constrangimento ou punitiva."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é relevante para a área.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos estão adequados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Apresentar o Relatório Final na Plataforma Brasil até 30 dias após o encerramento desta pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_2034331.pdf	15/10/2022 06:35:10		Aceito
Outros	AIII.pdf	14/10/2022 20:34:44	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
Outros	AI.pdf	14/10/2022 20:28:27	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
Outros	AIV.pdf	14/10/2022 20:25:45	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CB.pdf	14/10/2022 20:20:17	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
Folha de Rosto	FR.pdf	14/10/2022 20:16:57	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
Outros	20221014192554694.pdf	14/10/2022 19:31:58	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
Outros	Quest3.pdf	14/10/2022 19:21:25	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
Outros	formulariosf36.pdf	14/10/2022 19:20:45	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
Outros	Quest1.pdf	14/10/2022 19:20:09	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPriscila1410.pdf	14/10/2022 19:14:59	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLEPriscila1410.pdf	14/10/2022 19:11:05	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito

Endereço: RUA UNIVERSITARIA 2069

Bairro: UNIVERSITARIO

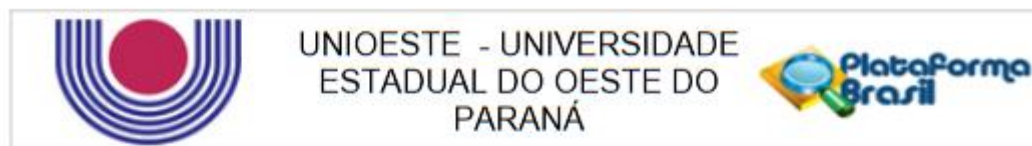
CEP: 85.819-110

UF: PR

Município: CASCAVEL

Telefone: (45)3220-3092

E-mail: cep.pppg@unioeste.br



Continuação do Parecer: 6.727.352

Ausência	TCLEPriscila1410.pdf	14/10/2022 19:11:05	PRISCILA LEITE SILVA	Aceito
----------	----------------------	------------------------	-------------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CASCADEL, 27 de Outubro de 2022

Assinado por:
Dartel Ferrari de Lima
(Coordenador(a))

Endereço: RUA UNIVERSITARIA 2089
Bairro: UNIVERSITARIO
UF: PR Município: CASCADEL
Telefone: (45)3220-3082

CEP: 85.819-110

E-mail: cep.pppg@uniceste.br

6.3 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação Aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa – CEP CONEP em 04/08/2000



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE)

TÍTULO DO PROJETO: Avaliação de exposição a substâncias nocivas no 10º Grupamento de bombeiros de F. Beltrão PR.

CAAE n:

Pesquisadoras:

Priscila Leite Silva (Telefone: (46) 984215728 email: priscila_6710@seed.pr.gov.br

Franciele Ani Caovilla Follador (Telefone: (46) 991115404

Endereço (institucional): Rodovia Vítório Traiano, Contorno leste, Bairro Água Branca, F. Beltrão.

Prezado (a) participante da pesquisa, você foi escolhido a participar desta pesquisa por atuar como profissional bombeiro no 10º Grupamento de bombeiros de Francisco Beltrão PR. A pesquisa tem como objetivo avaliar a saúde do trabalhador. Nossos objetivos específicos são de analisar o perfil sócio demográfico dos bombeiros militares envolvidos na pesquisa, além de avaliar o sistema de amostragem passiva (pulseiras de silicone) para exposição à compostos tóxicos em bombeiros do 10º Grupamento de Francisco Beltrão PR. Também mapear os fatores de riscos que influenciam no desenvolvimento de neoplasias, identificar as principais substâncias cancerígenas que os bombeiros militares estão expostos e verificar a existência e uso dos equipamentos de proteção que auxiliam na diminuição de riscos a tais profissionais.

Esperamos, com este estudo, conhecer a realidade da exposição principalmente a substâncias nocivas e condições de saúde dos bombeiros participantes da pesquisa, para contribuir com as políticas públicas no campo da saúde do trabalhador destes profissionais. Os resultados desta pesquisa poderão contribuir para gerar protocolos e políticas específicas para esse assunto. Para a instituição os resultados poderão ser utilizados para melhorias no ambiente laboral resultando em ações que visem minimizar ou eliminar situações de contaminação por substâncias nocivas. Os resultados da investigação serão devolvidos para a instituição em um relatório que compila todos os dados, não sendo possível identificar os participantes da pesquisa

Para alcançar os objetivos propostos, você será convidado a responder um questionário que está estruturado com perguntas como idade, sexo, escolaridade, cor da pele, situação conjugal, presença de filhos, doenças crônicas, uso de medicações, categoria profissional, tempo de trabalho na instituição, carga horária semanal, satisfação no trabalho, relacionamento

interpessoal no trabalho, cargo de chefia, se possui mais de um vínculo empregatício, turno de trabalho. O segundo instrumento é um questionário validado na literatura, intitulado Short Form Health Survey (SF – 36) (Ciconelli, 1997). Este possui perguntas relacionadas a qualidade de vida, capacidade funcional, aspectos físicos, estado de saúde, vitalidade, aspectos sociais e emocionais, saúde mental. O instrumento utilizado no momento que retornar da ocorrência, elaborado pela autora, está estruturado com perguntas referentes a uso de tabaco, tipo de incêndio atendido, número de banhos tomados, se realizou atividade de cozinhar/grelhar, uso de óleo ou outro produto corporal tudo isso durante o turno de trabalho.

Acredita-se que os riscos desta pesquisa sejam mínimos, como a quebra de confidencialidade, no entanto os questionários não apresentam nomes, apenas códigos, portanto somente o pesquisador terá a identificação e será mantido o anonimato dos participantes. Serão tomados todos os cuidados possíveis para eliminar ou minimizar os riscos, a pesquisa não possui intenção julgadora, de constrangimento ou punitiva. Estaremos a disposição para sanar qualquer dúvida. Nosso objetivo é que você sinta-se confortável para responder as perguntas. Novamente reforçamos, que não identificaremos você e nem forneceremos qualquer informação pessoal referente as respostas do instrumento. Reforçamos que sua identidade não será divulgada e seus dados serão tratados de maneira sigilosa, sendo utilizados apenas fins científicos. Você também não pagará nem receberá para participar do estudo. Além disso, você poderá cancelar sua participação na pesquisa a qualquer momento. Todavia, se ocorrer algum problema por causa da sua participação nesta pesquisa, eu providenciarei acompanhamento e a assistência imediata, integral e gratuita. Você também terá direito, em caso de algum tipo de dano, de solicitar a respectiva indenização. Você também poderá a qualquer momento desistir de participar da pesquisa sem qualquer prejuízo, sendo que, qualquer informação que tenha informado, será retirada da pesquisa. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias de igual teor. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador. Caso queira falar comigo em outro momento, você poderá entrar em contato pelo celular ou pelo e-mail. Caso você precise informar algum fato ou decorrente da sua participação na pesquisa e se sentir desconfortável em procurar o pesquisador, você poderá procurar pessoalmente o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UNIOESTE (CEP), de segunda a sexta-feira, no horário de 08h00 as 15h30min, na Reitoria da UNIOESTE, sala do Comitê de Ética, PRPPG, situado na rua Universitária, 1619 – Bairro Universitário, Cascavel – PR. Caso prefira, você pode entrar em contato via Internet pelo e-mail: cep.prppg@unioeste.br ou pelo telefone do CEP que é (45) 3220-3092.

Declaro estar ciente do exposto e desejo participar da pesquisa.

Nome do participante: _____

Assinatura _____

Eu, Priscila Leite Silva, declaro que forneci todas as informações do projeto ao participante e responsável.

Francisco Beltrão, _____, ____ de _____ de _____.

6.4 Instruções para autores

INSTRUÇÕES PARA COLABORADORES

Ciência & Saúde Coletiva publica debates, análises e resultados de investigações sobre um tema específico considerado relevante para a saúde coletiva; e artigos de discussão e análise do estado da arte da área e das subáreas, mesmo que não versem sobre o assunto do tema central. A revista, de periodicidade mensal, tem como propósitos enfrentar os desafios, buscar a consolidação e promover uma permanente atualização das tendências de pensamento e das práticas na saúde coletiva, em diálogo com a agenda contemporânea da Ciência & Tecnologia.

Política de Acesso Aberto - Ciência & Saúde Coletiva é publicada sob o modelo de acesso aberto e é, portanto, livre para qualquer pessoa a ler e download, e para copiar e divulgar para fins educacionais.

A Revista Ciência & Saúde Coletiva aceita artigos em preprints de bases de dados nacionais e internacionais reconhecidas academicamente.

No momento em que você apresenta seu artigo, é importante estar atento ao que constitui um preprint e como você pode proceder para se integrar nesta primeira etapa da Ciência Aberta. O preprint disponibiliza artigos e outras comunicações científicas de forma imediata ou paralela à sua avaliação e validação pelos periódicos.

Desta forma, acelera a comunicação dos resultados de pesquisas, garante autoria intelectual, e permite que o autor receba comentários que contribuam para melhorar seu trabalho, antes de submetê-lo a algum periódico. Embora o artigo possa ficar apenas no repositório de preprints (caso o autor não queira mandá-lo para um periódico), as revistas continuam exercendo as funções fundamentais de validação, preservação e disseminação das pesquisas.

Portanto:(1) Você pode submeter agora seu artigo ao servidor SciELO preprints (<https://preprints.scielo.org>) ou a outro servidor confiável. Nesse caso, ele será avaliado por uma equipe de especialistas desses servidores, para verificar se o manuscrito obedece a critérios básicos quanto à estrutura do texto e tipos de documentos.

Se aprovado, ele receberá um doi que garante sua divulgação internacional imediata. (2) Concomitantemente, caso você queira, pode submetê-lo à Revista Ciência & Saúde Coletiva. Os dois processos são compatíveis.(3) Você pode

optar por apresentar o artigo apenas à Revista Ciência & Saúde Coletiva. A submissão a repositório preprint não é obrigatória. A partir de 20 de janeiro de 2021, será cobrada uma taxa de submissão de R\$ 100,00 (cem reais) para artigos nacionais e US\$ 25,00 (vinte e cinco dólares) para artigos

internacionais. O valor não será devolvido em caso de recusa do material. Para pagamento da taxa de submissão, acesse o site da Revista

(<https://cienciaesaudecoletiva.com.br/>). Este apoio dos autores é indispensável para financiar o custeio da Revista, viabilizando a publicação com acesso universal dos leitores. Não é cobrada taxa de publicação. Caso o artigo vá para avaliação e receba o parecer Minor Revision (Pequena revisão) ou Major Revision (Grande Revisão) não é necessário pagar a taxa novamente quando enviar a revisão com as correções solicitadas. Somente os artigos de chamada pública com recursos próprios estão isentos de pagamento de taxa de submissão. Recomendações para a submissão de artigos

Notas sobre a Política Editorial A Revista Ciência & Saúde Coletiva reafirma sua missão de veicular artigos originais, que tragam novidade e proporcionem avanço no conhecimento da área de saúde coletiva. Qualquer texto que caiba nesse escopo é e será sempre bemvindo, dentro dos critérios descritos a seguir:

- (1) O artigo não deve tratar apenas de questões de interesse local ou situar-se somente no plano descritivo.
- (2) Na sua introdução, o autor precisa deixar claro o caráter inédito da contribuição que seu artigo traz. Também é altamente recomendado que, na carta ao editor, o autor explicita, de forma detalhada, porque seu artigo constitui uma novidade e em que ele contribui para o avanço do conhecimento.
- (3) As discussões dos dados devem apresentar uma análise que, ao mesmo tempo, valorize especificidade dos achados de pesquisa ou da revisão, e coloque esses achados em diálogo com a literatura nacional e internacional.
- (4) O artigo qualitativo precisa apresentar, de forma explícita, análises e interpretações ancoradas em alguma teoria ou reflexão teórica que promova diálogo das Ciências Sociais e Humanas com a Saúde Coletiva. Exige-se também que o texto valorize o conhecimento nacional e internacional.
- (5) Quanto aos artigos de cunho quantitativo, a revista prioriza os de base populacional e provenientes de amostragem aleatória. Não se encaixam na linha editorial: os que apresentam amostras de conveniência, pequenas ou apenas descritivas; ou análises sem fundamento teórico e discussões e interpretações superficiais.

(6) As revisões não devem apenas sumarizar o atual estado da arte, mas precisam interpretar as evidências disponíveis e produzir uma síntese que contribua para o avanço do conhecimento. Assim, a nossa orientação é publicar somente revisões de alta relevância, abrangência, originalidade e consistência teórica e metodológica, que de fato tragam novos conhecimentos ao campo da Saúde Coletiva. Nota importante - Dado o exponencial aumento da demanda à Revista (que em 2020 ultrapassou 4.000 originais), todos os artigos passam por uma triagem inicial, realizada pelos editores-chefes. Sua decisão sobre o aceite ou não é baseada nas prioridades citadas e no mérito do manuscrito quanto à originalidade, pertinência da análise estatística ou qualitativa, adequação dos métodos e riqueza interpretativa da discussão. Levando em conta tais critérios, apenas uma pequena proporção dos originais, atualmente, é encaminhada para revisores e recebe parecer detalhado. A revista C&SC adota as “Normas para apresentação de artigos propostos para publicação em revistas médicas”, da Comissão Internacional de Editores de Revistas Médicas, cuja versão para o português encontra-se publicada na Rev Port Clin Geral 1997; 14:159-174. O documento está disponível em vários sítios na World Wide Web, como por exemplo, www.icmje.org ou www.apmcg.pt/document/71479/450062.pdf. Recomenda-se aos autores a sua leitura atenta.

Seções da publicação Editorial: de responsabilidade dos editores chefes ou dos editores convidados, deve ter no máximo 4.000 caracteres com espaço. Artigos Temáticos: devem trazer resultados de pesquisas de natureza empírica, experimental, conceitual e de revisões sobre o assunto em pauta. Os textos de pesquisa não deverão ultrapassar os 40.000 caracteres. Artigos de Temas Livres: devem ser de interesse para a saúde coletiva por livre apresentação dos autores através da página da revista. Devem ter as mesmas características dos artigos temáticos: máximo de 40.000 caracteres com espaço, resultarem de pesquisa e apresentarem análises e avaliações de tendências teórico-metodológicas e conceituais da área.

Artigos de Revisão: Devem ser textos baseados exclusivamente em fontes secundárias, submetidas a métodos de análises já teoricamente consagrados, temáticos ou de livre demanda, podendo alcançar até o máximo de 45.000 caracteres com espaço.

Opinião: texto que expresse posição qualificada de um ou vários autores ou entrevistas realizadas com especialistas no assunto em debate na revista; deve ter, no máximo, 20.000 caracteres com espaço.

Resenhas: análise crítica de livros relacionados ao campo temático da saúde coletiva, publicados nos últimos dois anos, cujo texto não deve ultrapassar 10.000 caracteres com espaço. O autor deve atribuir um título para a resenha no campo

título resumido (running head) quando fizer a submissão. Os autores da resenha devem incluir no início do texto a referência completa do livro.

As referências citadas ao longo do texto devem seguir as mesmas regras dos artigos. No momento da submissão da resenha os autores devem inserir em anexo no sistema uma reprodução, em alta definição da capa do livro em formato jpeg.

Cartas: com apreciações e sugestões a respeito do que é publicado em números anteriores da revista (máximo de 4.000 caracteres com espaço). Observação: O limite máximo de caracteres leva em conta os espaços e inclui da palavra introdução e vai até a última referência bibliográfica.

O resumo/abstract e as ilustrações (figuras/ tabelas e quadros) são considerados à parte. Apresentação de manuscritos 1. Os originais podem ser escritos em português, espanhol, francês e inglês. Os textos em português e espanhol devem ter título, resumo e palavras-chave na língua original e em inglês. Os textos em francês e inglês devem ter título, resumo e palavras-chave na língua original e em português. Não serão aceitas notas de pé-de-página ou no final dos artigos.

2. Os textos têm de ser digitados em espaço duplo, na fonte Times New Roman, no corpo 12, margens de 2,5 cm, formato Word (de preferência na extensão .doc) e encaminhados apenas pelo endereço eletrônico (<http://mc04.manuscriptcentral.com/csc-scielo>) segundo as orientações do site.

3. Os artigos publicados serão de propriedade da revista C&SC, ficando proibida a reprodução total ou parcial em qualquer meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem a prévia autorização dos editores-chefes da Revista. A publicação secundária deve indicar a fonte da publicação original.

4. Os artigos submetidos à C&SC não podem ser propostos simultaneamente para outros periódicos.

5. As questões éticas referentes às publicações de pesquisa com seres humanos são de inteira responsabilidade dos autores e devem estar em conformidade com os princípios contidos na Declaração de Helsinque da Associação Médica Mundial (1964, reformulada em 1975, 1983, 1989, 1989, 1996 e 2000).

6. Os artigos devem ser encaminhados com as autorizações para reproduzir material publicado anteriormente, para usar ilustrações que possam identificar pessoas e para transferir direitos de autor e outros documentos.

7. Os conceitos e opiniões expressos nos artigos, bem como a exatidão e a procedência das citações são de exclusiva responsabilidade dos autores.

8. Os textos são em geral (mas não necessariamente) divididos em seções com os títulos Introdução, Métodos, Resultados e Discussão, às vezes, sendo necessária a inclusão de subtítulos em algumas seções. Os títulos e subtítulos das seções não devem estar organizados com numeração progressiva, mas com recursos gráficos (caixa alta, recuo na margem etc.).

9. O título deve ter 120 caracteres com espaço e o resumo/abstract, com no máximo 1.400 caracteres com espaço (incluindo a palavra resumo até a última palavra-chave), deve explicitar o objeto, os objetivos, a metodologia, a abordagem teórica e os resultados do estudo ou investigação. Logo abaixo do resumo os autores devem indicar até no máximo, cinco (5) palavras-chave. palavras-chave/keywords. Chamamos a atenção para a importância da clareza e objetividade na redação do resumo, que certamente contribuirá no interesse do leitor pelo artigo, e das palavras-chave, que auxiliarão a indexação múltipla do artigo. As palavras-chave na língua original e em inglês devem constar obrigatoriamente no DeCS/MeSH. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/e> <http://decs.bvs.br/>).

10. Passa a ser obrigatória a inclusão do ID ORCID no momento da submissão do artigo. Para criar um ID ORCID acesse: <http://orcid.org/content/initiative10>. Na submissão dos artigos na plataforma da Revista, é obrigatório que apenas um autor tenha o registro no ORCID (Open Researcher and Contributor ID), mas quando o artigo for aprovado e para ser publicado no SciELO, todos os autores deverão ter o registro no ORCID. Portanto, aos autores que não o têm ainda, é recomendado que façam o registro e o validem no ScholarOne. Para se registrar no ORCID entre no site (<https://orcid.org/>) e para validar o ORCID no ScholarOne, acesse o site (<https://mc04.manuscriptcentral.com/csc-scielo>), e depois, na página de Log In, clique no botão Log In With ORCID iD.

Autoria

1. As pessoas designadas como autores devem ter participado na elaboração dos artigos de modo que possam assumir publicamente a responsabilidade pelo seu conteúdo. A qualificação como autor deve pressupor: a) a concepção e o delineamento ou a análise e interpretação dos dados, b) redação do artigo ou a sua revisão crítica, e c) aprovação da versão a ser publicada.

2. O limite de autores por artigo é de oito autores, se exceder esse limite, os demais terão seus nomes incluídos nos agradecimentos. Há artigos com mais autores em se tratando de grupos de pesquisa ou em casos excepcionais com autorização dos editores.

3. Em nenhum arquivo inserido, deverá constar identificação de autores do manuscrito.

Nomenclaturas

1. Devem ser observadas rigidamente as regras de nomenclatura de saúde pública/saúde coletiva, assim como abreviaturas e convenções adotadas em disciplinas especializadas. Devem ser evitadas abreviaturas no título e no resumo.
2. A designação completa à qual se refere uma abreviatura deve preceder a primeira ocorrência desta no texto, a menos que se trate de uma unidade de medida padrão.

Ilustrações e Escalas

1. O material ilustrativo da revista C&SC compreende tabela (elementos demonstrativos como números, medidas, percentagens, etc.), quadro (elementos demonstrativos com informações textuais), gráficos (demonstração esquemática de um fato e suas variações), figura (demonstração esquemática de informações por meio de mapas, diagramas, fluxogramas, como também por meio de desenhos ou fotografias). Vale lembrar que a revista é impressa em apenas uma cor, o preto, e caso o material ilustrativo seja colorido, será convertido para tons de cinza.
2. O número de material ilustrativo deve ser de, no máximo, cinco por artigo (com limite de até duas laudas cada), salvo exceções referentes a artigos de sistematização de áreas específicas do campo temático. Nesse caso os autores devem negociar com os editores-chefes.
3. Todo o material ilustrativo deve ser numerado consecutivamente em algarismos arábicos, com suas respectivas legendas e fontes, e a cada um deve ser atribuído um breve título. Todas as ilustrações devem ser citadas no texto.
4. Tabelas e quadros devem ser confeccionados no programa Word ou Excel e enviados com título e fonte. OBS: No link do IBGE (<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>) estão as orientações para confeccionar as tabelas. Devem estar configurados em linhas e colunas, sem espaços extras, e sem recursos de “quebra de página”. Cada dado deve ser inserido em uma célula separada. Importante: tabelas e quadros devem apresentar informações sucintas. As tabelas e quadros podem ter no máximo 15 cm de largura X 18 cm de altura e não devem ultrapassar duas páginas (no formato A4, com espaço simples e letra em tamanho 9).
5. Gráficos e figuras podem ser confeccionados no programa Excel, Word ou PPT. O autor deve enviar o arquivo no programa original, separado do texto, em formato editável (que permite o recurso “copiar e colar”) e também em pdf ou jpeg, TONS DE CINZA ou coloridos. Gráficos gerados em programas de imagem

devem ser enviados em jpeg, TONS DE CINZA ou coloridos, resolução mínima de 200 dpi e tamanho máximo de 20cm de altura x 15 cm de largura. As ilustrações coloridas só serão publicadas na versão online. Quando houver impressão da Revista, as ilustrações serão todas em TONS DE CINZA sem exceção. É importante que a imagem original esteja com boa qualidade, pois não adianta aumentar a resolução se o original estiver comprometido. Gráficos e figuras também devem ser enviados com título e fonte. As figuras e gráficos têm que estar no máximo em uma página (no formato A4, com 15 cm de largura x 20cm de altura, letra no tamanho 9).

6. Arquivos de figuras como mapas ou fotos devem ser salvos no (ou exportados para o) formato JPEG, TIF ou PDF. Em qualquer dos casos, deve-se gerar e salvar o material na maior resolução (300 ou mais DPI) e maior tamanho possíveis (dentro do limite de 21cm de altura x 15 cm de largura). Se houver texto no interior da figura, deve ser formatado em fonte Times New Roman, corpo 9. Fonte e legenda devem ser enviadas também em formato editável que permita o recurso “copiar/colar”. Esse tipo de figura também deve ser enviado com título e fonte.

7. Os autores que utilizam escalas em seus trabalhos devem informar explicitamente na carta de submissão de seus artigos, se elas são de domínio público ou se têm permissão para o uso.

Agradecimentos

1. Quando existirem, devem ser colocados antes das referências bibliográficas.
2. Os autores são responsáveis pela obtenção de autorização escrita das pessoas nomeadas nos agradecimentos, dado que os leitores podem inferir que tais pessoas subscrevem os dados e as conclusões.
3. O agradecimento ao apoio técnico deve estar em parágrafo diferente dos outros tipos de contribuição.

Financiamento

RC&SC atende Portaria N0 206 do ano de 2018 do Ministério da Educação/Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Gabinete sobre obrigatoriedade de citação da CAPES para os trabalhos produzidos ou publicados, em qualquer mídia, que decorram de atividades financiadas, integral ou parcialmente, pela CAPES. Esses trabalhos científicos

devem identificar a fonte de financiamento através da utilização do código 001 para todos os financiamentos recebidos.

Referências

1. As referências devem ser numeradas de forma consecutiva de acordo com a ordem em que forem sendo citadas no texto. No caso de as referências serem de mais de dois autores, no corpo do texto deve ser citado apenas o nome do primeiro autor seguido da expressão et al.

2. Devem ser identificadas por números arábicos sobrescritos, conforme exemplos

abaixo:

ex. 1: “Outro indicador analisado foi o de maturidade do PSF” 11 (p.38).

ex. 2: “Como alerta Maria Adélia de Souza 4, a cidade...”

As referências citadas somente nos quadros e figuras devem ser numeradas a partir do número da última referência citada no texto.

3. As referências citadas devem ser listadas ao final do artigo, em ordem numérica, seguindo as normas gerais dos Requisitos uniformes para manuscritos apresentados a periódicos biomédicos (http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

4. Os nomes das revistas devem ser abreviados de acordo com o estilo usado no Index Medicus (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>)

5. O nome de pessoa, cidades e países devem ser citados na língua original da publicação. Exemplos de como citar referências

Artigos em periódicos

1. Artigo padrão (incluir todos os autores sem utilizar a expressão et al.) Pelegrini MLM, Castro JD, Drachler ML. Equidade na alocação de recursos para a saúde: a experiência no Rio Grande do Sul, Brasil. Cien Saude Colet 2005; 10(2):275-286.

Maximiano AA, Fernandes RO, Nunes FP, Assis MP, Matos RV, Barbosa CGS, OliveiraFilho EC. Utilização de drogas veterinárias, agrotóxicos e afins em ambientes hídricos: demandas, regulamentação e considerações sobre riscos à saúde humana e ambiental. Cien Saude Colet 2005; 10(2):483-491.

2. Instituição como autor The Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing. Safety and performance guidelines. Med J Aust 1996; 164(5):282-284.

3. Sem indicação de autoria Cancer in South Africa [editorial]. S Afr Med J 1994; 84(2):15.

4. Número com suplemento Duarte MFS. Maturação física: uma revisão de literatura, com especial atenção à criança brasileira. Cad Saude Publica 1993; 9(Supl.1):71-84. 5. Indicação do tipo de texto, se necessário Enzensberger W, Fischer PA. Metronome in Parkinson's disease [carta]. Lancet 1996; 347(9011):1337.

Livros e outras monografias

6. Indivíduo como autor Cecchetto FR. Violência, cultura e poder. Rio de Janeiro: FGV; 2004. Minayo MCS. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 8ª ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Hucitec, Abrasco; 2004.

7. Organizador ou compilador como autor Bosi MLM, Mercado FJ, organizadores. Pesquisa qualitativa de serviços de saúde. Petrópolis: Vozes; 2004.

8. Instituição como autor Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Controle de plantas aquáticas por meio de agrotóxicos e afins. Brasília: DILIQ/IBAMA; 2001.

9. Capítulo de livro

Sarcinelli PN. A exposição de crianças e adolescentes a agrotóxicos. In: Peres F, Moreira JC, organizadores. É veneno ou é remédio. Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2003. p. 43-58.

10. Resumo em Anais de congressos

Kimura J, Shibasaki H, organizadores. Recent advances in clinical neurophysiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

11. Trabalhos completos publicados em eventos científicos

Coates V, Correa MM. Características de 462 adolescentes grávidas em São Paulo. In: Anais do V Congresso Brasileiro de adolescência; 1993; Belo Horizonte. p. 581-582.

12. Dissertação e tese

Carvalho GCM. O financiamento público federal do Sistema Único de Saúde 1988-2001 [tese]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública; 2002. Gomes WA. Adolescência, desenvolvimento puberal e sexualidade: nível de informação de adolescentes e professores das escolas municipais de Feira de Santana – BA

[dissertação]. Feira de Santana (BA): Universidade Estadual de Feira de Santana; 2001. Outros trabalhos publicados

13. Artigo de jornal

Novas técnicas de reprodução assistida possibilitam a maternidade após os 40 anos. *Jornal do Brasil*; 2004 Jan 31; p. 12
Lee G. Hospitalizations tied to ozone pollution: study estimates 50,000 admissions annually. *The Washington Post* 1996 Jun 21; Sect. A:3 (col. 5).

14. Material audiovisual

HIV+/AIDS: the facts and the future [videocassette]. St. Louis (MO): Mosby-Year Book; 1995.

15. Documentos legais

Brasil. Lei nº 8.080 de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. *Diário Oficial da União* 1990; 19 set. Material no prelo ou não publicado
Leshner AI. Molecular mechanisms of cocaine addiction. *N Engl J Med*. In press 1996.
Cronenberg S, Santos DVV, Ramos LFF, Oliveira ACM, Maestrini HA, Calixto N. Trabeculectomia com mitomicina C em pacientes com glaucoma congênito refratário. *Arq Bras Oftalmol*. No prelo 2004. Material eletrônico

16. Artigo em formato eletrônico

Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Infect Dis* [serial on the Internet]. 1995 Jan-Mar [cited 1996 Jun 5];1(1):[about 24 p.]. Available from: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>
Lucena AR, Velasco e Cruz AA, Cavalcante R. Estudo epidemiológico do tracoma em comunidade da Chapada do Araripe – PE – Brasil. *Arq Bras Oftalmol* [periódico na Internet]. 2004 Mar-Abr [acessado 2004 Jul 12];67(2): [cerca de 4 p.]. Disponível em: <http://www.abonet.com.br/abo/672/197-200.pdf>

17. Monografia em formato eletrônico

CDI, clinical dermatology illustrated [CD-ROM]. Reeves JRT, Maibach H. CMEA Multimedia Group, producers. 2ª ed. Version 2.0. San Diego: CMEA; 1995. 18.
Programa de computador Hemodynamics III: the ups and downs of hemodynamics [computer program]. Version 2.2. Orlando (FL): Computerized Educational Systems; 1993.
Os artigos serão avaliados através da Revisão de pares por no mínimo três consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo

será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis.

6.5 Comprovante de submissão do artigo

Ciência & Saúde Coletiva - Manuscript ID CSC-2023-1801 Caixa de entrada x



Ciência & Saúde Coletiva <onbehalf@manuscriptcentral.com>

22:10 (há 0 minuto) ☆ ↶

para mim, francaovilla, gisele.arruda, anap.encruz, zakim.sou, joaomileski, emanuele.silva, dulaschiavoni, franciele.follador ▼

21-Nov-2023

Dear Mrs. Silva:

Your manuscript entitled "EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL DE BOMBEIROS A HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS MEDIDAS PELO USO DE PULSEIRAS DE SILICONE" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the *Ciência & Saúde Coletiva*.

Your manuscript ID is CSC-2023-1801.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc04.manuscriptcentral.com/csc-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc04.manuscriptcentral.com/csc-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the *Ciência & Saúde Coletiva*.

Sincerely,

Ciência & Saúde Coletiva Editorial Office