



ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO JANE VANINI – CÁCERES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS



Impacto das queimadas sobre a saúde de bombeiros militares e brigadistas pantaneiros

CARLA SIMONE GIROTTO DE ALMEIDA PINA

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutorado.

CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
2025

CARLA SIMONE GIROTTO DE ALMEIDA PINA

**Impacto das queimadas sobre a saúde de bombeiros e brigadistas
pantaneiros**

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutora.

Linha de pesquisa: Análise Socioambiental do Pantanal, Amazônia e Cerrado.

Orientadora: Dra. Eliane Ignotti

Coorientador: Alcione Lescano de Souza Júnior

CÁCERES,
MATO GROSSO, BRASIL
2025

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMATCatalogação de Publicação
na Fonte. UNEMAT - Unidade padrão

P646i Pina, Carla Simone Giroto de Almeida.

Impacto das queimadas sobre a saúde de bombeiros
militares e brigadistas pantaneiros / Carla Simone
Giroto de Almeida Pina. - Cáceres, 2025.

141f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos
Alberto Reyes Maldonado", Ciências Ambientais/CAC-PPGCA
- Cáceres - Doutorado Acadêmico, Campus Universitário De
Cáceres "Jane Vanini".

Orientador: Eliane Ignotti.

Coorientador: Alcione Lescano de Souza Júnior.

1. Poluentes atmosféricos. 2. Incêndios florestais.
3. Saúde Ocupacional. 4. Efeitos na saúde. 5. Combate ao
fogo. I. Ignotti, Eliane. II. Júnior, Alcione Lescano de
Souza. III. Título.

CARLA SIMONE GIROTTO DE ALMEIDA PINA

**O IMPACTO DAS QUEIMADAS NA SAÚDE DE BOMBEIROS E BRIGADISTAS
PANTANEIROS**

Essa tese foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para a obtenção do título de doutorado em Ciências Ambientais.

Cáceres, 19 de dezembro de 2025

Banca examinadora

Prof (a). Dr (a) Eliane Ignotti

Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT (Orientador)

Presidente da Banca

Prof (a). Dr (a). Ernandes Sobreira Oliveira Junior

Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

Examinador Interno

Prof (a). Dr (a). Vagner Ferreira do Nascimento

Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

Examinador Interna

Prof. Dra. Sandra de Souza Hacon

Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz

Examinadora Externa

Prof (a). Dr (a). Beatriz Fátima Alves de Oliveira

Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz

Examinadora Externa

Prof. Dr. Antonio Francisco Malheiros

Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

Examinador Interno – suplente

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Adalberto de Almeida Pina (in memorian).

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui, concluindo esta etapa importante da minha vida acadêmica, é o resultado de uma caminhada marcada por muitos desafios e conquistas, mas, acima de tudo, por encontros e apoios que me acompanharam ao longo de todo esse processo.

Primeiramente, agradeço profundamente à minha orientadora, Eliane Ignotti, pela orientação cuidadosa, pelo incentivo constante e pela confiança depositada em mim. Suas contribuições intelectuais e afetivas foram fundamentais para que eu pudesse crescer tanto pessoal quanto academicamente. A sua paciência e a dedicação para com meu trabalho foram essenciais em cada fase desta pesquisa. E a Professora Sandra Hacon por ter me acolhido no projeto e me dado a oportunidade de desenvolver a pesquisa.

Agradeço também ao meu filho Vitor Eduardo Girotto Barelli, pelo amor, apoio e compreensão. Você foi um pilar de sustentação, me lembrando da importância de manter o equilíbrio entre os desafios acadêmicos e a vida pessoal. Sem o seu apoio emocional, este trabalho não teria sido possível.

Aos meus amigos, em especial ao Time Márcia Rosa Runners, que se mantiveram ao meu lado, oferecendo palavras de incentivo e momentos de descontração, agradeço por me proporcionarem um refúgio saudável durante as adversidades. A presença de vocês na minha vida foi essencial para o meu bem-estar e para o meu processo de crescimento.

Quero também expressar minha gratidão aos professores e colegas do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais e da Fundação Oswaldo Cruz, que contribuíram com suas ideias, críticas e apoio em discussões, seminários e conversas informais. O ambiente intelectual e colaborativo que encontrei neste espaço foi um dos maiores presentes desta jornada.

Não posso deixar de agradecer às instituições que possibilitaram este trabalho, em especial ao Ministério da Saúde, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, a Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz. Os apoios foram fundamentais para que a pesquisa se concretizasse da melhor forma possível. E aos técnicos Leandro Vargas Barreto de Carvalho, Liliane Barbosa da Silva, Laura de Jesus dos Santos e Pedro Carneiro Menezes Guedes que realizaram a supervisão e as análises de estresse oxidativo.

Finalmente, agradeço a todos que, de alguma forma, me ajudaram a dar o melhor de mim neste processo. Cada palavra de apoio, cada momento de diálogo e cada gesto de compreensão contribuíram para que esta tese fosse escrita com sensibilidade e verdade.

A todos, meu mais sincero e profundo agradecimento!

Sumário

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	12
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	15
LISTA DE FIGURAS.....	16
RESUMO GERAL	17
ABSTRACT	18
APRESENTAÇÃO	20
INTRODUÇÃO GERAL.....	22
Justificativa.....	26
Objetivos.....	26
Geral.....	26
Específicos.....	26
Referências Bibliográficas.....	27
ARTIGO I	30
Recortes teóricos sobre o Programa Vigiar no Brasil e sua inclusão no campo da vigilância em saúde em um século de história	30
1. Introdução.....	33
2. VIGIAR, Saúde e as Políticas Públicas Ambientais: Histórico de um Século de Brasil	33
3. Início da Política Nacional de Saúde Ambiental e o VIGIAR	43
4. Desafios do VIGIAR no Brasil de 2023	54
Referências	57
ARTIGO II	63
Impactos na saúde de bombeiros e brigadistas expostos a poluentes da queima de biomassa no Pantanal: protocolo do estudo.....	63
A contextualização.....	66
O incêndio no Pantanal do Mato Grosso	66
A saúde dos profissionais que atuam no combate aos incêndios florestais	67
Justificativa para o Protocolo	68
Método.....	68
Figura 2: Modelo Lógico do Estudo	72
Sinais vitais, dados antropométricos e exames de imagem, função pulmonar e cardíaca	73
Avaliação clínica, bioquímica do sangue e urina	74
Gerenciamento e análise de dados	74
Discussão	75

Resultados esperados	80
Recomendações	80
Referências Bibliográficas.....	81
ARTIGO III	85
Narrativa sobre a vivência de brigadistas no combate aos incêndios florestais no Pantanal Brasileiro: o terceiro olhar.	85
Narrative on the experiences of firefighting brigadiers in combating wildfires in the Brazilian Pantanal: the third perspective.....	85
Por que avaliar a experiência, memória e vivência dos brigadistas que atuam no Pantanal?	88
Proposta inicial	92
Local do Estudo.....	92
Figura 1. Mapa com a localização da Brigada do Prevfogo e dos municípios inseridos no estudo pertencentes ao Pantanal e entorno.	93
Amostra.....	93
O convencimento	94
O campo (o início) e as instituições participantes	94
A coleta de dados.....	96
A vivência	96
Entre o fogo e a resistência: aprendizados da atuação em campo no bioma Pantanal ..	100
Referências	102
CAPÍTULO IV.....	106
Impactos ocupacionais à saúde de bombeiros e brigadistas que atuaram nos incêndios florestais do Pantanal em 2023.....	106
Introdução	107
Metodologia	109
Resultados	111
Tabela 1 – Características sociodemográficas dos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.	111
Tabela 2 – Condições de trabalho dos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.....	112
Tabela 3 – Condições de saúde dos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.....	114
Tabela 4 – Resultados dos exames de imagem, capacidade pulmonar e coração realizado nos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.....	117
Tabela 5 – Resultados dos exames laboratoriais realizados nos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.....	117

Tabela 6 – Resultados dos exames laboratoriais de marcadores inflamatórios realizados nos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.....	118
Discussão	119
Referências Bibliográficas	126
CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
ANEXOS	131
Anexo I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	131
Anexo II. Ata de aprovação do Projeto de Pesquisa no Comitê de Ética.....	131
Anexo III. Questionário utilizado na pesquisa	131

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
°F	Graus Fahrenheit
.OH	Radical hidroxil
a.C.	Antes de Cristo
AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Humana
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BCG	Bacilo Calmette-Guérin
CAT	Capacidade Antioxidante Total
CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CC	Proteína <i>Club Cell</i>
CCEN	Conselho Nacional do Patrimônio Genético
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENEPI	Centro Nacional de Epidemiologia
Cepal	Comissão Econômica para a América Latina e Caribe
CESTEH	Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana
CGVAM	Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental
CICPPA	Comissão Intermunicipal para o Controle da Contaminação das Águas do Ar
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONASP	Conselho Consultivo de Administração da Saúde Previdenciária
COP-21	21ª Conferência das Partes
Copasad	Conferência Pan-americana sobre Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Humano Sustentável
Copesa	Comissão Permanente de Saúde Ambiental
COVs	Compostos Orgânicos Voláteis
d.C.	Depois de Cristo
DCV	Doenças Cardiovasculares
DNEES	Divisão Nacional de Epidemiologia e Estatística da Saúde
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DSAST	Departamento de Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador
ECG	Eletrocardiograma
ENSP	Escola Nacional de Saúde Pública
EPI	Equipamento Proteção Individual
EROs	Espécies Reativas do Oxigênio
FC	Frequência Cardíaca
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
FNMC	Comitê Gestor do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GM/MS	Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde
GSR	Glutathione-dissulfeto redutase
GSH-Px	Glutathione peroxidase
GST	Glutathione S-transferase
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrogênio
HPA	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IEMA	Instituto de Energia e Meio Ambiente
IIMR	Instrumento de Identificação de Municípios de Risco
IL	Interleucinas
INAMPS	Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social
IPAM	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
IRG	Imóveis Rurais Grandes
ISS	Instituto de Saúde e Sustentabilidade
MDA	Malondialdeído
MINTER	Ministério do Interior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MP	Material Particulado
MS	Ministério da Saúde
NOB	Norma Operacional Básica
NO_x	Óxidos de nitrogênio
O₂	Superóxido
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
OSP	Oficina Sanitária Panamericana
PACS	Programa de Agentes Comunitários de Saúde
PCR	Proteína C reativa
PNAP	Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas
PNVS	Política Nacional de Vigilância em Saúde
PPCDAm	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PREVFOGO	Sistema Nacional de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PRONAR	Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PSF	Programa de Saúde da Família
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Redpanaire	<i>Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire</i>
SBPC/ML	Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
SIM	Sistema de Informações sobre Mortalidade
SINVAS	Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde
SINVSA	Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNVE	Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica
SO₂	Dióxido de enxofre
SOD	Superóxido dismutase
SUCAM	Superintendência de Campanhas de Saúde Pública
SUS	Sistema Único de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
SVSA	Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TGO	Transaminase Oxalacética
TGP	Transaminase Pirúvica
TNF	Fator de Necrose Tumoral
TIF	Temporada de Incêndios Florestais
TNF	Fator de Necrose Tumoral

UNEMAT	Universidade do Estado de Mato Grosso
USFA	<i>United States Fire Administration</i>
VIGIAR	Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade do Ar
VIGIPEQ	Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Substâncias Químicas
VIGISUS	Projeto de Estruturação do Sistema Nacional de Vigilância em Saúde
VO₂	Volume de Oxigênio
VSA	Vigilância em Saúde Ambiental

LISTA DE QUADROS E TABELAS

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Características sociodemográficas dos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.

.....109

Tabela 2. Condições de trabalho dos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.....110

Tabela 3. Condições de saúde dos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.....112

Tabela 4. Resultados dos exames de imagem, capacidade pulmonar e coração realizados nos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.....114

Tabela 5. Resultados dos exames laboratoriais realizados nos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.....115

Tabela 6 – Resultados dos exames laboratoriais de marcadores inflamatórios realizados nos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.....116

LISTA DE FIGURAS

Artigo II

Figura 1. Mapa com a localização dos municípios inseridos no estudo pertencentes ao Pantanal e entorno 68

Figura 2: Modelo Lógico do Estudo 70

Artigo III

Figura 1. Mapa com a localização da Brigada do Prevfogo e dos municípios inseridos no estudo pertencentes ao Pantanal e entorno 91

RESUMO GERAL

PINA, Carla Simone Giroto de Almeida. **O impacto das queimadas na saúde de bombeiros militares e brigadistas pantaneiros**. Cáceres: UNEMAT, 2025. p. (Tese – Doutorado em Ciências Ambientais)¹.

Altas temperaturas associadas a baixa umidade relativa do ar, vem ampliando a extensão e intensidade dos incêndios no Pantanal. Em 2020, o bioma Pantanal sofreu com um período de seca intensa identificado como um dos mais severos da história, consequentemente aconteceram as queimadas que ocasionaram cerca de 30% de perda da área original. Os municípios de Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço foram os mais afetados no estado de Mato Grosso pelos incêndios florestais, territórios das comunidades mais vulneráveis do Pantanal. Os profissionais que trabalham no controle e combate ao fogo, estão diretamente expostos a altas temperaturas associadas as elevadas concentrações de múltiplos contaminantes que afetam a saúde. Esta tese é apresentada em três manuscritos e um capítulo (IV), e tem por objetivo analisar os efeitos à saúde decorrente da exposição aguda e crônica aos poluentes de incêndios florestais em brigadistas e bombeiros militares expostos nos incêndios do Pantanal Mato-Grossense e áreas do entorno, bem como, os relatos destes profissionais em relação aos riscos vivenciados no trabalho. O primeiro manuscrito, compõe uma abordagem que permite explorar aspectos da história ambiental em relação a história política e econômica, da Colônia até o Brasil República, na qual o país tem a saúde pública marcada por contínuas reorganizações, assim em 2023 com a mudança do governo vivencia-se a oportunidade de fortalecimento do programa, uma vez que a demanda do VIGIAR decorre da crise climática e consequente aumento de risco de incêndios florestais. O segundo manuscrito, trata-se da apresentação do protocolo elaborado como ferramenta metodológica para o desenvolvimento de uma abordagem a ser aplicada em estudos de avaliação do impacto a saúde em cenários de exposição aguda e crônica aos poluentes liberados pelo fogo. em brigadistas e bombeiros militares que atuam no controle do fogo em incêndios florestais no Pantanal. O terceiro manuscrito, constitui o relato das vivências dos brigadistas que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal em 2023, para assim compreender o que acontece no cotidiano dos brigadistas durante e pós o combate aos incêndios para poder auxiliar os órgãos competentes na construção de uma política pública, que contemple a manutenção da saúde com condições de trabalho para estes profissionais. O Capítulo IV traz os resultados da pesquisa realizada com brigadistas e bombeiros militares durante o ano de 2023 para identificar os fatores de risco à saúde decorrente da exposição aguda e crônica aos poluentes de incêndios florestais. Por meio de uma análise de situação de saúde e avaliação dos marcadores inflamatórios, no qual, participaram do estudo 12 brigadistas da Brigada de Cáceres com sede no Assentamento Limoeiro e 60 bombeiros militares da Corporação do Corpo de Bombeiros de Cuiabá, em que se observa a predominância de profissionais do sexo masculino (89%), entre a faixa etária de 21 a 50 anos de idade (69,5%), estado civil com 40% de casados. Em relação as condições de trabalho, observa-se que para os dois grupos (brigadistas e bombeiros) a quantidade de horas trabalhadas quando estão em combate ao fogo fica entre 6 e 12 horas. Dentre as principais dificuldades encontradas no trabalho estão a falta de estrutura adequada relatada por (53%) dos participantes o tipo de contrato que para os brigadistas são contratos de prestação de serviço sem nenhum vínculo empregatício, enquanto os bombeiros são efetivos do estado. A quantidade de água não é suficiente para 68% dos participantes e 89% sentem algum efeito em relação a exposição à fumaça. Sobre as condições de saúde, observa-se que 47% dos participantes referiram coriza, 31% obstrução nasal, 35% espirros, 27% ardência nos olhos. Enquanto, nos exames de Espirometria, Raio x de tórax e Eletrocardiograma realizados antes do combate no período de chuvas, e no pós combate na seca, não apresentou nenhuma alteração. Em relação aos exames laboratoriais observa-se que não houve alteração. Quanto aos marcadores de estresse oxidativos e não inflamatórios observa-se que o valor médio sanguíneo de malondialdeído foi menor após exposição nos brigadistas (4,6 $\mu\text{mol/L}$) enquanto nos bombeiros militares não houve diferença, a glutathione peroxidase se mostrou 30% maior depois da exposição ao calor/fogo/estresse físico quando comparado com o antes (95,5 U/L vs 66,1 U/L) nos brigadistas. Nos bombeiros militares a atividade sérica da GSH-Px foi menor (23,1 U/L) após exposição quando comparada ao período anterior a exposição (82,1 U/L). Considera-se que no ano da pesquisa houve muitas limitações, como: pouca exposição ao fogo, demora na realização do exame no pós-combate, o “n” pequeno de brigadistas na segunda etapa da pesquisa, os bombeiros passavam a maior parte do tempo em transporte. Diante de todas as limitações apresentadas no decorrer da pesquisa observa-se a necessidade de novos estudos e uma avaliação das condições de saúde de forma separada entre os dois grupos. Mas, entende-se que muitos sintomas no pós combate podem ser minimizados com estrutura mais adequada, EPIs dentro das normas e em número suficiente, e uma atenção especial quanto aos cuidados com a saúde destes profissionais no antes, durante e no pós combate aos incêndios florestais no Pantanal.

Palavras-chave: Poluentes atmosféricos, incêndios florestais, saúde ocupacional, efeitos na saúde, combate ao fogo.

ABSTRACT

PINA, Carla Simone Giroto de Almeida. **The Impact of Wildfires on the Health of Military Firefighters and Community-Based Fire Brigades in the Pantanal**. Cáceres: UNEMAT, 2025. p. (Doctoral Thesis – PhD in Environmental Sciences)

High temperatures associated with low relative humidity have contributed to the increasing extent and intensity of wildfires in the Pantanal biome. In 2020, the Pantanal experienced an intense drought, considered one of the most severe in recorded history. As a consequence, fires affected approximately 30% of the original biome area. The municipalities of Cáceres, Poconé, and Barão de Melgaço were among the most impacted in the state of Mato Grosso—regions that comprise some of the most socially and environmentally vulnerable communities in the Pantanal. Professionals engaged in wildfire suppression and control activities are directly exposed to extreme heat and high concentrations of multiple air pollutants, with potential health implications. This thesis is structured into three manuscripts and one additional chapter (Chapter IV) and aims to assess the health impacts resulting from both acute and chronic exposure to wildfire-related pollutants among firefighters and military personnel involved in fire suppression efforts in the Pantanal region and its surroundings. Furthermore, it incorporates qualitative data from participants' accounts regarding the occupational risks they face. The first manuscript explores environmental history in the context of Brazil's political and economic development—from the Colonial period to the present-day Republic—highlighting the country's public health system, marked by repeated restructurings. The transition in government in 2023 offers a renewed opportunity to strengthen public health surveillance programs, especially those such as VIGIAR, which are increasingly relevant in the context of the climate crisis and the rising frequency of wildfires. The second manuscript presents the development of a methodological protocol designed to evaluate health effects associated with acute exposure to wildfire smoke pollutants among firefighters and military personnel operating in the Pantanal. The third manuscript provides a qualitative account of the experiences of firefighters who participated in wildfire suppression in 2023, aiming to understand the physical, psychological, and logistical challenges they faced during and after fire events. The findings are intended to support the development of public policies focused on occupational health and improved working conditions for these professionals. Chapter IV presents the results of the research conducted with wildfire brigades and military firefighters during the year 2023, aimed at identifying the health effects resulting from acute and chronic exposure to pollutants from forest fires. Through a health situation analysis and the evaluation of inflammatory markers, the study included 12 brigade members from the Cáceres Brigade, based in the Limoeiro Settlement, and 60 military firefighters from the Fire Department of Cuiabá. The participants were predominantly male (89%), aged between 21 and 50 years (69.5%), and 40% were married. Regarding working conditions, it was observed that, for both groups (brigade members and firefighters), the number of working hours during fire combat ranged between 6 and 12 hours. Among the main difficulties reported were the lack of adequate infrastructure (53% of participants) and the type of employment contract: brigade members worked under service provision contracts with no formal employment bond, while firefighters held permanent state positions. Water availability was insufficient for 68% of participants, and 89% reported experiencing some effects related to smoke exposure. Concerning health conditions, 47% of participants reported runny nose, 31% nasal obstruction, 35% sneezing, and 27% eye irritation. However, spirometry, chest X-ray, and electrocardiogram examinations performed before the fire season (rainy period) and after the fire season (dry period) showed no alterations. In laboratory tests, no general abnormalities were observed, though some isolated changes drew attention. With respect to inflammatory markers, the mean blood level of malondialdehyde was lower after exposure among brigade members (4.6 $\mu\text{mol/L}$), while no difference was observed among military firefighters. Glutathione peroxidase activity was 30% higher after exposure to heat/fire/physical stress compared to before (95.5 U/L vs 66.1 U/L) in brigade members. In contrast, serum GSH-Px activity among military firefighters was lower (23.1 U/L) after exposure compared to the pre-exposure period (82.1 U/L). It is considered that, during the research year, several limitations were present, such as limited fire exposure, delays in post-combat examinations, a small sample size of brigade members in the second phase of the study, and the fact that firefighters spent most of their time in transit. Despite these limitations, the study highlights the need for further research and separate health assessments for the two groups. Nevertheless, it is understood that many post-combat symptoms could be mitigated with improved infrastructure, sufficient and compliant personal protective equipment (PPE), and special attention to the health care of these professionals before, during, and after forest fire combat operations in the Pantanal region.

Keywords: Air pollutants, wildfires, occupational health, health effects, fire suppression.

¹Advisor: Eliane Ignotti, UNEMAT

APRESENTAÇÃO

Esta tese de doutorado está vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), na linha de pesquisa denominada “Análise Socioambiental do Pantanal, Amazônia e Cerrado”. A presente pesquisa se concentra na área temática “Educação ambiental, saúde e cidadania” e busca uma abordagem interdisciplinar que abrange desde a estruturação da Vigilância em Saúde Ambiental no âmbito do Ministério da Saúde especificamente sobre as ações do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade do Ar (VIGIAR), a situação de saúde, percepção de risco e impactos à saúde dos profissionais que atuam no combate aos incêndios florestais e queimadas no Pantanal Mato-Grossense. O primeiro manuscrito, intitulado **“RECORTES TEÓRICOS SOBRE O PROGRAMA VIGIAR NO BRASIL E SUA INCLUSÃO NO CAMPO DA VIGILÂNCIA EM SAÚDE EM UM SÉCULO DE HISTÓRIA”**, compõe uma abordagem que permite explorar aspectos da história ambiental em relação a história política e econômica, da Colônia até o Brasil República, na qual o país tem a saúde pública marcada por contínuas reorganizações, assim em 2023 com a mudança do governo vivencia-se a oportunidade de fortalecimento do programa, uma vez que a demanda do VIGIAR decorre da crise climática e consequente aumento de risco de incêndios florestais. O manuscrito foi aceito e publicado na Revista Contemporânea *Contemporary Journal* (Online ISSN 2447-0961).

O segundo manuscrito **“IMPACTOS NA SAÚDE DE BOMBEIROS E BRIGADISTAS EXPOSTOS A POLUENTES DA QUEIMA DE BIOMASSA NO PANTANAL: PROTOCOLO DO ESTUDO”** trata-se da apresentação do protocolo elaborado como ferramenta metodológica para conhecer os efeitos à saúde decorrentes da exposição aguda aos poluentes de incêndios florestais em brigadistas e bombeiros militares que atuam no controle do fogo em incêndios florestais no Pantanal. O manuscrito foi submetido na Revista Ambiente & Sociedade (Online ISSN 1809-4422), aguardando resposta de aceite.

O terceiro manuscrito **“NARRATIVA SOBRE A VIVÊNCIA DE BRIGADISTAS NO COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO PANTANAL BRASILEIRO: O TERCEIRO OLHAR”** constitui o relato das vivências dos brigadistas que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal em 2023, para assim compreender o que

acontece no cotidiano dos brigadistas durante e pós o combate aos incêndios para poder auxiliar os órgãos competentes na construção de uma política pública, que contemple a manutenção da saúde com condições de trabalho para estes profissionais. O manuscrito foi submetido à Revista Brasileira de Saúde Ocupacional (Online ISSN 2317-6369), aguardando resposta de aceite.

O Capítulo IV IMPACTOS OCUPACIONAIS À SAÚDE DE BOMBEIROS E BRIGADISTAS QUE ATUARAM NOS INCÊNDIOS FLORESTAIS DO PANTANAL EM 2023 traz os resultados da pesquisa realizada com brigadistas e bombeiros militares durante o ano de 2023 para identificar os efeitos à saúde decorrente da exposição aguda e crônica aos poluentes de incêndios florestais. Por meio de uma análise de situação de saúde e avaliação dos marcadores inflamatórios de estresse oxidativo, no qual, participaram do estudo 12 brigadistas da Brigada de Cáceres com sede no Assentamento Limoeiro e 60 bombeiros militares da Corporação do Corpo de Bombeiros de Cuiabá.

INTRODUÇÃO GERAL

O principal fator de risco ambiental de óbito no mundo é a poluição do ar visto que é responsável por 6.7 milhões de mortes prematuras todos os anos, incluindo a morte de 700 mil crianças menores de cinco anos - cerca de 2 mil falecem todos os dias (OMS, 2024; DOMINSKI et al, 2021). A poluição do ar no Brasil é considerada problema de saúde pública com cerca de 326.478 óbitos entre os anos de 2022 e 2024 (BRASIL, 2024a), com fortes evidências que apontam a relação da exposição à poluição do ar com hospitalizações e óbitos em cidades, principalmente em idosos (DOMINSKI et al, 2021; CHANDRA et al, 2022).

Na região central do país acontecem as queimadas sazonais que é a principal fonte de emissão de poluentes atmosféricos e cerca de 60% dos moradores estão expostos a níveis insalubres de qualidade do ar por seis meses no ano (BRASIL, 2024; GOUVEIA et al, 2024; OLIVEIRA et al, 2023). Sabe-se que os impactos da poluição do ar na saúde afetam especialmente as populações mais vulneráveis e de menor renda (BARBOZA, 2022;), o que se associa a injustiça social e ambiental, e são agravadas pelas mudanças climáticas (RODRIGUES & PEREIRA, 2022).

O Brasil possui um histórico de protagonista na discussão dos problemas ambientais como uma agenda transversal, que perpassa por todas as políticas públicas setoriais, como problema ambiental diretamente relacionado ao clima e saúde, e nesta agenda estão as emissões de poluentes atmosféricos e, portanto, a qualidade do ar. A Vigilância de Populações Expostas à Poluição Atmosférica (Vigiar) como um componente da Vigilância em Saúde Ambiental definida na Política Nacional de Vigilância em Saúde, tem como premissa proteger e promover a saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos, seguindo os princípios do Sistema Único de Saúde (BRASIL, 2022). Logo, quando se trata de cuidar da saúde de populações expostas aos poluentes atmosféricos, não se pode esquecer dos poluentes gerados pelo fogo e, principalmente, dos trabalhadores bombeiros e brigadistas florestais que atuam na linha de frente do combate.

De acordo com Salzano (2014) os profissionais que combatem os incêndios ficam expostos ao calor extremo, gases inflamáveis, materiais particulados (MP) em quantidade suficiente para que os gases e os materiais entrem em ignição simultânea, o que eleva subitamente a taxa de radiação de calor do ambiente a níveis que o

equipamento de proteção é incapaz de suportar. Diante disso, o bombeiro deve ser capaz de identificar os sinais de incêndio, bem como as consequências de suas ações táticas nesse tipo de evento para não colocar em maior risco sua saúde e vida (SALZANO, 2014).

Os bombeiros e brigadistas florestais estão sujeitos a vários riscos ocupacionais, nos quais se destacam o desconforto térmico, ruído, agentes biológicos, agentes químicos, esforço físico, manuseio de cargas, potencial oncológico, turnos prolongados e noturnos (por vezes rotativos), estresse/Burnout, cronodisrupção e risco de acidentes diversos (SANTOS & ALMEIDA, 2016). As consequências na saúde podem ser geradas pela distribuição de fontes de contaminação ambiental e da dispersão de agentes de risco, e da suscetibilidade e características dos grupos populacionais (WHO, 1999/2000). Os principais poluentes identificados são: dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de enxofre (SO_2) e os materiais particulados (fuligens, fragmentos metálicos e de carvão, névoas ácidas, dentre outros), compostos orgânicos voláteis (COVs) e os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs).

Compreende-se que é exigido dos bombeiros e brigadistas florestais em ambientes que apresentam elevadas temperaturas na presença de fogo e fumaça, conhecimentos técnicos, resistência física e controle emocional. A exposição dos bombeiros mesmo com toda a proteção, ainda estão sujeitos a inalação da fumaça residual, bem como a absorção cutânea direta e indireta (decorrente de material particulado impregnado no conjunto protetor e nos equipamentos). Assim após os pulmões, a pele é o segundo maior órgão do corpo em área de absorção e que algumas regiões são mais absorventes do que outras, especialmente pescoço e virilhas, logo estima-se que a permeabilidade da pele aumente em 400% a cada 5° F o que equivale aproximadamente 2,8° C de elevação na temperatura cutânea (Firefighter Cancer Network Suport - FCSN, 2013).

Um estudo realizado em 2019, com alunos de curso de preparação para instrutores de combate a incêndio, no qual eles ficaram expostos a situações análogas a incêndios reais, identificou-se a elevação das Interleucinas (IL) 8 e 10 e redução da IL-2, no fluído nasal, bem como a elevação da Proteína *Club Cell* (CC) 16, colhida no escarro pulmonar. A proteína da célula club ou CC16 é secretada pelas células club epiteliais não ciliadas das vias aéreas grandes e pequenas e é a proteína mais abundante presente nas secreções das vias aéreas, ela desempenha um papel na defesa pulmonar (Celli *et al.*, 2013). Houve ainda o aumento dos níveis de monóxido de

carbono exalado, apontando acometimento inflamatório das vias aéreas e impacto na fisiologia da mucosa da via aérea superior (CORDEIRO et al, 2021). Outros estudos têm demonstrado efeitos e alterações fisiológicas na saúde, como o aumento da possibilidade de eventos cardiovasculares e circulatórios (HUNTER et al, 2017), bem como, alterações inflamatórias e imunológicas, poluentes interagem com as membranas alvéolo-capilares e geram reações de estresse oxidativo, bem como respostas inflamatórias locais e sistêmicas (WATKINS et al, 2019; BURGESS et al, 2012; OLIVEIRA et al, 2018) decorrentes de temperaturas ambientais, gerando desidratação, estresse físico e mental (WATT et al, 2016; SMITH et al, 2005).

Sabe-se, que a exposição humana a poluentes atmosféricos provoca impactos à saúde e pode desenvolver doenças respiratórias, oculares e cardiovasculares, e ainda agravar doenças pré-existentes (HEI, 2025). O aumento da poluição do ar tem sido associado ao aumento da viscosidade sanguínea, de marcadores inflamatórios (proteína C reativa, fibrinogênio) e da progressão da arteriosclerose, a alterações da coagulação, à redução da variabilidade da frequência cardíaca (indicador de risco para arritmia e morte súbita), à vasoconstrição e ao aumento da pressão arterial, todos fatores de risco para doenças cardiovasculares (DOCKERY, 2001). Os efeitos sobre a saúde são diversos e isso depende da menor ou maior exposição dos indivíduos, no caso dos bombeiros e brigadistas, sem dúvida, constituem um grupo com maior risco de intoxicação. Estudos realizados nos Estados Unidos sobre intoxicação por monóxido de carbono, demonstraram que a segunda causa de intoxicação provém de inalação de fumaça causada por incêndios, dentre os quais os incêndios florestais (VARON et al, 1999).

As corporações e pessoas da comunidade que participam do combate direto do fogo (Corpo de Bombeiros de Cuiabá e Brigadistas do PrevFogo) estão expostos a altas temperaturas associadas a elevadas concentrações de vários poluentes que afetam a saúde. Este cenário de vulnerabilidade socioambiental deve ser analisado pois acarreta perdas culturais, econômicas, sociais e principalmente da saúde, impactando diretamente na qualidade de vida de todos, moradores e combatentes.

Em 2020, o Pantanal sofreu com um período de seca intensa identificado como um dos mais severos da história, conseqüentemente aconteceram as queimadas que ocasionaram cerca de 30% de perda da área original. Os municípios de Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço foram os mais afetados no estado de Mato Grosso pelos incêndios florestais, territórios das comunidades mais vulneráveis do Pantanal.

As queimadas mesmo autorizadas causam preocupação, pois se constatou que na região Centro-Oeste no bioma Cerrado no ano de 2022 de 1º de janeiro até o dia 23 de agosto teve um acréscimo de 13,7% em relação a 2020, e do mês de julho para agosto de 2022, o total de focos cresceu em 58,4%, quando comparado com agosto de 2021. No Pantanal a situação não está crítica quanto o ano anterior, no qual se registrou a pior queimada na série histórica para o bioma (5.935 registros só no mês de agosto de 2021) e um dos episódios mais dramáticos vivenciados no meio ambiente do país, e mesmo assim apresentou uma piora de julho para agosto, no qual os focos de incêndios registrados saltaram de 508 para 1.336 de um mês para o outro (INPE, 2022).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) divulgou dados de janeiro a agosto de 2024 sobre as queimadas no Brasil e o Mato Grosso lidera com 21.694 ocorrências. Quando a análise é feita por biomas revela um cenário alarmante, pois a Amazônia Legal aparece como o mais afetado, o que levanta preocupações sobre o impacto ambiental e a eficácia das políticas de preservação, especialmente neste bioma, uma vez que o mesmo desempenha um papel decisivo no equilíbrio climático global (INPE, 2024). Diante desta situação a OMS já vem alertando quanto a poluição do ar em relação a saúde humana e indica que 99% da população global respira um ar que excede as recomendações da entidade (OMS, 2024). Em consonância a este momento, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) publicou a Resolução nº 506, em 05 de julho de 2024 (BRASIL, 2024a), revogando alguns pontos da anterior, a Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018), no qual estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e diretrizes modernizando os padrões até então vigentes.

Neste sentido, foi criada em 2024 a Política Nacional de Qualidade do Ar, que dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos associados à gestão da qualidade do ar no Brasil, que visam assegurar monitoramento da qualidade do ar, proteger a saúde pública e promoção da adoção de tecnologias limpas (BRASIL, 2024b).

Diante desse panorama, a presente pesquisa propõe uma avaliação da situação de saúde, percepção de risco e impactos à saúde dos profissionais que atuam no combate aos incêndios florestais e queimadas no Pantanal Mato-Grossense, bem como revisar a história do programa Vigiar e sua importância na saúde pública como vigilante da qualidade do ar no Brasil. Os resultados obtidos fornecerão subsídios categóricos para melhorias e manutenção da saúde dos profissionais que combatem os incêndios florestais no Brasil.

Justificativa

Altas temperaturas associadas a baixa umidade relativa do ar, vem ampliando a extensão e intensidade dos incêndios no Pantanal. O estudo foi motivado pela tragédia ambiental com uma grande área de biomassa queimada pelos incêndios florestais de 2020, cerca de 30% do bioma Pantanal, cujo combate e controle envolveu várias instituições e sociedade civil. Verificou-se desconhecimento a respeito de alteração bioquímica e/ou clínica em brigadistas e bombeiros militares, após a atividade do combate das queimadas e incêndios florestais no Brasil. Os profissionais que trabalham no controle e combate ao fogo, estão diretamente expostos a altas temperaturas associadas as elevadas concentrações de múltiplos contaminantes que afetam a saúde. Logo, conhecer os riscos e identificar a magnitude dos impactos causados pelos incêndios florestais na saúde desta população específica são cruciais. Este estudo se justifica pela carência de estudos sobre os efeitos à saúde decorrentes da exposição ocupacional entre bombeiros militares e brigadistas no bioma Pantanal e entorno.

Objetivos

Geral

Identificar e caracterizar os efeitos à saúde decorrente da exposição aguda e crônica aos poluentes de incêndios florestais em brigadistas e bombeiros militares expostos nos incêndios do Pantanal Mato-Grossense e áreas do entorno, bem como revisar o papel do programa Vigiar na proteção de saúde da população.

Específicos

- ✓ Apresentar uma revisão da história do Programa Vigiar e sua importância na saúde pública como vigilante da qualidade do ar no Brasil;
- ✓ Apresentar o protocolo que será aplicado, para conhecer os impactos sobre a saúde dos brigadistas e bombeiros militares que atuam no controle dos incêndios florestais;
- ✓ Descrever o relato de vivências, memórias e experiências dos brigadistas que vêm atuando no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-grossense e em seu entorno;
- ✓ Analisar um conjunto de marcadores inflamatórios e de estresse oxidativo entre bombeiros e brigadistas nos períodos de chuva e seca, no ex-antes e no pós combate

aos incêndios florestais como potenciais indicadores de impacto à saúde de bombeiros e brigadistas.

Referências Bibliográficas

BARBOZA EP, Nieuwenhuijsen M, Ambròs A, Sá TH, Mueller N. The impact of urban environmental exposures on health: an assessment of the attributable mortality burden in Sao Paulo city, Brazil. *Sci Total Environ* 2022; 831:154836.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente, Ministério da Saúde. Poluição do ar e sua saúde. <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/infograficos/poluicao-do-ar-e-suasaude.png> Acesso em: 25 de dezembro de 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Painel Vigiar: Poluição Atmosférica e saúde humana. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNmRhODQwNzltNThtOS00ZmQ4LWJjZmItZDYxOTNhOTRmYmFhliwidCI6IjhtNTU0YWQzLWI1MmItNDg2Mi1hMzZmLTg0ZDg5MWU1YzZwNSJ9> Acesso em: maio/2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama no 506, de 05 de julho de 2024a. Estabelece padrões nacionais de qualidade do ar e fornece diretrizes para sua aplicação. *Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 09 jul. 2024b, p. 133.* Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=827 Acesso em: 17 out. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama no 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. *Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 21 nov. 2018.*

BRASIL. Lei no 14.850, de 02 de maio de 2024. Institui a Política Nacional de Qualidade do Ar. *Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 03 mai. 2024b.*

BURGESS JL, DUNCAN MD, HU C, et al. Acute cardiovascular effects of firefighting and active cooling during rehabilitation. *JOcupEnviron Med.* 2012;54(11):1413–1420.

Celli, Bartolome R et al. **The club cell and its protein, CC16: time to Shine.** *The Lancet Respiratory Medicine*, 2013; Volume 1, Issue 10, 757 - 759

CHANDRA M, Rai CB, Kumari N, Sandhu VK, Chandra K, Krishna M, et al. Air pollution and cognitive impairment across the life course in humans: a systematic review with specific focus on income level of study area. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19:1405.

CORDEIRO TG, DO AMARAL JB, PAVÃO V, CARDOSO RG, VOGELS RL, PEZATO PM, PAIXÃO V, DE ALMEIDA EB, BACHI ALL, PEZATO R. Fire simulator exposure

alters the innate epithelial response and inflammatory status in the airways of firefighters. *Rhinology*. 2021 doi: 10.4193/Rhin21.002. Epub ahead of print. PMID: 34051075.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLICIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. O Corpo de Bombeiros. (2021) Disponível em: <http://www.intranet.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/intranetcb/o-corpo-de-bombeiros>. Acesso em: 06 de novembro. 2022.

DOCKERY DW. Epidemiologic evidence of cardiovascular effects of particulate air pollution. *Environ Health Perspect*. 2001;109(Supl 4):483-6.

DOMINSKI FH, Lorenzetti Branco JH, Buonanno G, Stabile L, Gameiro da Silva M, Andrade A. Effects of air pollution on health: a mapping review of systematic reviews and meta-analyses. *Environ Res* 2021; 201:111487.

FIREFIGHTER CANCER NETWORK SUPORT (FCSN). Taking Action Against Cancer in the Fire Service. 2013, https://www.firefightercancersupport.org/wpcontent/uploads/2017/04/FCSN-white-paper-2013-8.5x11_Ten-8_CQ.pdf Acesso em: 10 de novembro de 2022.

GOUVEIA N, Rodriguez-Hernandez JL, Kephart JL, Ortigoza A, Betancourt RM, Sangrador JLT, et al. Short-term associations between fine particulate air pollution and cardiovascular and respiratory mortality in 337 cities in Latin America. *Sci Total Environ* 2024; 920:171073.

HEI – Health Effects Institute. Poluição do ar. Disponível em: <https://www.healtheffects.org/air-pollution> Acesso em: abril de 2025.

HUNTER AL, SHAH AS, LANGRISH JP, et al. Fire Simulation and Cardiovascular Health in Firefighters. *Circulation*. 2017;135(14):1284–1295.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2022. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/situacao-atual/> Acesso em: 08 de novembro de 2022.

INPE, – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/inpe-queimadas-aumentaram-78-em-2024-no-brasil/> Acesso em: setembro de 2024.

OLIVEIRA BF, CARVALHO L, MOURÃO DS, MATTOS RC, DE CASTRO HA, ARTAXO P, et al. Environmental Exposure Associated with Oxidative Stress Biomarkers in Children and Adolescents Residents in Brazilian Western Amazon *J Environ Prot*. 2018;9(4):347-367. <https://doi.org/10.4236/jep.2018.94023>

OLIVEIRA IN, Oliveira BFA, Silveira IH, Machado LMG, Villardi JWR, Ignotti E. Air pollution from forest burning as environmental risk for millions of inhabitants of the Brazilian Amazon: an exposure indicator for human health. *Cad Saúde Pública* 2023; 39:e00131422.

OMS. Air pollution. 2024 Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) Acesso em: jan/2025

ORTIZ, A. S. A Pré-História dos Corpos de Bombeiros. Disponível em: <https://vdocuments.com.br/corpos-de-bombeiros-historia.html?page=1> Acesso em: 06 de novembro 2022.

RODRIGUES, Guilherme Scotti; PEREIRA, Diego. Injustiça Climática: A Desigualdade Social como Violação à Garantia de Direitos. **Direito Público**, v. 19, n. 104, 2022.

SALZANO, M. Understanding and avoiding a flashover (2014). FireEngineering; acessado em 12mai21. Disponível em: <https://www.fireengineering.com/firefighting/understanding-and-avoiding-aflashover/>

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 on line. 2016, volume 1, 1-15.

VARON, J.; MARIK, P.E.; FROMM, R.E. & GUELER, A. Carbon monoxide poisoning: a review for clinitians. The Journal of Emergency Medicine, v. 17, n. 1, p. 87-93, Elsevier, USA, 1999

WATKINS ER, HAYES M, WATT P, RICHARDSON AJ. The acute effect of training fire exercises on fire service instructors. JOccupEnvironHyg. 2019;16(1):27– 40.

YE T, Guo Y, Chen G, Yue X, Xu R, Coêlho MSZS, et al. Risk and burden of hospital admissions associated with wildfire-related PM2.5 in Brazil, 2000-15: a nationwide time-series study. Lancet Planet Health 2021; 5:e599-607.

ARTIGO I

Recortes teóricos sobre o Programa Vigiar no Brasil e sua inclusão no campo da vigilância em saúde em um século de história

Theoretical excerpts about the vigiar program in Brazil and its inclusion in the field of health surveillance in a century of history

Fragmentos teóricos sobre el programa vigiar en Brasil y su inclusión en el campo de la vigilancia sanitaria en un siglo de historia

DOI: 10.56083/RCV4N3-012 Originals received: 02/01/2024 Acceptance for publication: 02/20/2024

Carla Simone Giroto de Almeida Pina

Doutoranda em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) Instituição: Ministério da Saúde

Endereço: SRTVN, Asa Norte, PO 700, Ministério da Saúde, Brasília-DF, CEP: 70655-775 E-mail: carla.pina@unemat.br

Eliane Lima e Silva

Doutora em Geografia da Saúde Instituição: Universidade de Brasília (UnB)

Endereço: Campus Darcy Ribeiro, ICC Norte, Módulo 23, Asa Norte, Brasília - DF, CEP: 70904-970 E-mail: eliane.lima@unb.br

Juliana Wotzasek Rulli Villardi

Doutora em Saúde Pública com Pós-Doutorado pelo Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo Instituição: Fundação Oswaldo Cruz

Endereço: Avenida Brasil, 4365, Castelo, Manguinhos, Rio de Janeiro – RJ, CEP: 21040-360 E-mail: julianarulli@gmail.com

Revista Contemporânea, v. 4, n. 3, 2024. ISSN 2447-0961

Sandra Souza Hacon

Doutora em Geociências

Instituição: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública

Endereço: Avenida Leopoldo Bulhões, 1480, Manguinhos, Rio de Janeiro - RJ, CEP: 21041-210 E-mail: sandra.hacon@fiocruz.br

Eliane Ignotti

Doutora em Saúde Pública com Pós-Doutorado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro Instituição: Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT)

Endereço: Avenida Santos Dumont, s/n, Cidade Universitária, Cáceres-MT, CEP: 78200-000 E-mail: eliane.ignotti@unemat.br

RESUMO: Em 2023 passa a Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente (SVSA) do Ministério da Saúde (MS), que aloca a Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) e o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade do ar (VIGIAR). O VIGIAR é um componente da VSA definida na Política Nacional de Vigilância em Saúde. Tem como objetivos proteger e promover a saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos. Pretende-se com este artigo apresentar os antecedentes históricos da vigilância ambiental até o VIGIAR, tendo como paralelo as mudanças estruturais do MS ao longo da história política brasileira. A abordagem permite explorar aspectos da história ambiental em relação a história política e econômica. Da Colônia até o Brasil República, o país tem a saúde pública marcada por contínuas reorganizações, e com a mudança do governo em 2023, vivencia-se a oportunidade do fortalecimento do programa, o que demonstra o interesse em aquilatar a relação ambiente e saúde. Conclui-se que a demanda ao VIGIAR decorre da crise climática e consequente aumento de risco de incêndios florestais e deverá ser reformulado, e cabe ao MS esta articulação.

PALAVRAS-CHAVE: Poluentes Atmosféricos, Qualidade do Ar, Incêndios Florestais, Saúde Ambiental, Políticas Públicas.

ABSTRACT: In 2023, the Ministry of Health (MS) becomes the Secretary of Health and Environmental Surveillance (SVSA), which allocates the General Coordination of Environmental Health Surveillance (CGVAM) and the National Air Quality Surveillance Program (VIGIAR). VIGIAR is a component of the VSA defined in the National Health Surveillance Policy. Its objectives are to protect and promote the health of populations exposed to atmospheric pollutants. The aim of this article is to present the historical antecedents of environmental surveillance up to VIGIAR, having as a parallel the structural changes of the MS throughout Brazilian political history. The approach allows you to explore aspects of environmental history in relation to political and economic history. From the Colony to the Republic of Brazil, the country's public health is marked by continuous reorganizations, and with the change of government in 2023, there is an opportunity to strengthen the program, which demonstrates the interest in assessing the relationship between environment and health. It is concluded that the demand for VIGIAR arises from the climate crisis and the consequent increase in the risk of forest fires and must be reformulated, and this articulation is up to the MS.

KEYWORDS: Atmospheric Pollutants, Air Quality, Forest Fires, Environmental Health, Public Policies.

RESUMEN: En 2023, el Ministerio de Salud (MS) se convierte en el Secretario de Salud y Vigilancia Ambiental (SVSA), que asigna la Coordinación General de Vigilancia de Salud Ambiental (CGVAM) y el Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad del Aire (VIGIAR). VIGIAR es un componente de la VSA definido en la Política Nacional de Vigilancia de la Salud. Sus objetivos son proteger y promover la salud de las poblaciones expuestas a los contaminantes atmosféricos. El objetivo de este artículo es presentar los antecedentes históricos de la vigilancia ambiental hasta VIGIAR, teniendo como paralelo los cambios estructurales de los Estados Miembros a lo largo de la historia política brasileña. El enfoque le permite explorar aspectos de la historia ambiental en relación con la historia política y económica. Desde la Colonia hasta la República del Brasil, la salud pública del país está marcada por continuas reorganizaciones, y con el cambio de gobierno en 2023, hay una oportunidad para fortalecer el programa, lo que demuestra el interés en evaluar la relación entre el medio ambiente y la salud. Se concluye que la

demanda de VIGIAR surge de la crisis climática y el consiguiente aumento del riesgo de incendios forestales y debe ser reformulada, y esta articulación depende de los Estados miembros.

PALABRAS CLAVE: Contaminantes atmosféricos, Calidad del aire, Incendios forestales, Salud ambiental, Políticas públicas.

1. Introdução

Em 2023, a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, que aloca a Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) e o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade do Ar (VIGIAR) passa a ser denominada Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente (SVSA). O Brasil possui um histórico de protagonista na discussão dos problemas ambientais como uma agenda transversal, que deve perpassar por todas as políticas públicas setoriais. Isso está presente na Constituição Federal de 1988 e expresso na Política Nacional de Mudança do Clima e sua respectiva regulamentação. Buscando uma melhor efetivação dessa premissa, no atual governo federal, essa abordagem foi reforçada, particularmente em razão da emergência climática. Como problema ambiental diretamente relacionado ao clima e saúde, estão as emissões de poluentes atmosféricos e, portanto, a qualidade do ar.

O VIGIAR é um componente da Vigilância em Saúde Ambiental definida na Política Nacional de Vigilância em Saúde. Em atividade desde o ano 2000 o objetivo desse componente é proteger e promover a saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos por meio de ações de vigilância que subsidiem a tomada de decisão intra e intersetorial (Brasil, 2022). Pretende-se com este artigo apresentar os antecedentes históricos da vigilância ambiental até o VIGIAR, com abrangência no período de 1930 até os dias atuais, bem como, os desafios atuais, tendo como paralelo as mudanças estruturais do Ministério da Saúde ao longo da história política brasileira.

2. VIGIAR, Saúde e as Políticas Públicas Ambientais: Histórico de um Século de Brasil

No Brasil, a abordagem da poluição atmosférica permite explorar aspectos da história ambiental em relação a história política e econômica do país, no qual se abrem inúmeras possibilidades de reflexão sobre caminhos trilhados (Duarte, 2015). Da instalação da Colônia até o Brasil República na década de 1930, o país tem a Saúde Pública marcada por contínuas reorganizações administrativas. Em 1920 é criado o Departamento Nacional de Saúde Pública, em 1930 passa a ser Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública e só em 1953 ocorre de fato a criação do Ministério da Saúde do Brasil, por meio da Lei nº 1.920, de 25 de julho, regulamentado pelo Decreto nº 34.596, de 16 de novembro de 1953 (Brasil, 2017). Neste momento, se estabelece o primeiro Conselho de Saúde, o que foi considerado um marco na Saúde Pública

moderna, cuja saúde do povo passa a ser reconhecida como importante função administrativa de governo, e considera que, quanto melhores as condições de saúde da população, tanto maiores as possibilidades econômicas do país (Brasil, 2018).

Concomitante a isso, na república velha, os recursos naturais não faziam parte do escopo de preocupação com o meio ambiente - aqui surgem as lavouras e com elas inicia-se um processo de intensificação de destruição das florestas, cujas queimadas eram utilizadas indiscriminadamente com o intuito de limpar as glebas e ali formar pastos e plantios (Moreira, 2021). A partir da década de 1930 o país passa a mudar seu modelo econômico de agrário-exportador para industrial, no Governo de Getúlio Vargas, que fica marcado pelo fim da República Velha. Em 1934 são sancionados o Código Florestal e o Código das Águas, que a partir desse embrião seria constituído algumas décadas depois, a atual legislação ambiental brasileira.

Em 1941 acontece a 1ª Conferência Nacional de Saúde e a segunda conferência ocorre apenas nove anos depois, em 1950, cujo tema principal em pauta foi a criação do Ministério da Saúde.

Na saúde pública, na década de 1960, acompanhando o aumento da emissão de poluentes no país, alguns fatos marcam a história; um deles é o estabelecimento de Normas Gerais sobre a Defesa e Proteção da Saúde, instituídas pela Lei nº 2.312, de 3 de setembro de 1954, e, por meio do Decreto nº 49.974-A, de 21/1/1961, apresentou-se a regulamentação do Código Nacional de Saúde. A partir de então, o Brasil realiza as primeiras campanhas de vacina oral contra poliomielite, dá início a produção da vacina contra varíola e fica como legado, as primeiras notificações de doenças transmissíveis e o primeiro ensaio para administração de BCG Intradérmica (Brasil, 2017).

O ano de 1963 fica marcado pela 3ª edição da Conferência Nacional de Saúde, cujo tema principal ficou em torno da elaboração de um Plano Nacional de Saúde para a União, estados e municípios. Surgem ainda, os primeiros movimentos democráticos na área da saúde e as primeiras discussões sobre os problemas sanitários do país (Scorel et al, 2005). Quanto à contaminação atmosférica na América Latina e Brasil, (Haddad; Bloomfield, 1964), realizam um estudo sistemático sobre a magnitude do problema da contaminação do ar, no qual consideraram fatores como: explosão demográfica em várias cidades como São Paulo, Cidade do México e Santiago, intensa e desordenada urbanização, concentração industrial sem planejamento e sem padrões de controle de dejetos ou emissões, aumento da frota de veículos motorizados, geração de grandes quantidades de lixo (urbano e industrial) e sua incineração, e crescente precariedade de

condições sanitárias. Observaram, em dados numéricos, que as condições do ar mostravam efeitos significativos sobre o cotidiano e a saúde humana dos habitantes destas cidades (Haddad; Bloomfield, 1964).

Iniciativas como a criação do *Instituto de Higiene del Trabajo del Servicio Nacional de Salud* em Santiago do Chile, no qual foram instalados laboratórios e criada uma pós-graduação em Engenharia Sanitária, ganharam reforço a partir de 1967, enquanto outras surgiram em países como a Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, México, Uruguai e Venezuela. Até 1974, cidades destes países participavam do programa, com estações medidoras, visitas de especialistas, programas de treinamento, equipamentos e instruções de metodologia de medições (OPAS, 1970).

Ainda em 1967, se iniciam as atividades da *Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire* (Redpanaire), coordenada pela Oficina Sanitária Panamericana (OSP) da Organização PanAmericana da Saúde (OPAS), com objetivo de identificar e propor medidas de controle da poluição do ar, consolidando ações na América Latina (OPAS, 1970).

O presidente Castelo Branco, assina poucos dias antes do final do seu mandato, o Decreto-Lei nº 303, de 28 de fevereiro de 1967, no qual criava o Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental, que tinha como um dos objetivos principais “aprender com os erros cometidos pelos países industrializados e evitá-los no Brasil.” No entanto, as mudanças de governo e alterações nas políticas públicas, levaram à revogação da lei no mesmo ano, pelo então presidente da república Costa e Silva. Em setembro de 1967, Costa e Silva sanciona a Lei nº 5.318 que institui a Política Nacional de Saneamento, enquanto o controle da poluição ambiental passa quase despercebido, em razão da ênfase no saneamento básico com obras de canalização de rios urbanos, esgotos e captação de água, paralelamente ao crescimento na instalação de indústrias e o país passa a ser conhecido como “importador de poluição” (Duarte, 2015).

Em 1968, acontece no Rio de Janeiro o Seminário Latino-americano de *Contaminación del Aire*, organizado pela OSP, no qual, cada país participante recebeu um questionário para detalhar a situação do problema (dados meteorológicos e geográficos, eventos de inversão térmica, urbanização, número e tipo de indústrias nas cidades, população, veículos automotores, disposição do lixo, sistemas de calefação, consumo de derivados de petróleo), programas vigentes de medição e controle da poluição atmosférica, legislação existente, projeções futuras do problema e demandas necessárias para ações de avaliação e controle da poluição. As respostas foram

apresentadas em quadros comparativos, no qual os participantes discutiram, propiciando assim, o compartilhamento de experiências e perspectivas (OPAS, 1970). O participante que representava o Brasil foi firme em seu pronunciamento em defesa da soberania nacional e suas palavras causaram um clima de conflito em relação às nações industrializadas e, devido ao apoio de vários representantes à posição defensiva do Brasil sobre as tentativas de regulamentação internacional de controle da poluição, se deu a polarização Norte-Sul nos debates Estocolmo.

Paralelo a isso, em 1969, acontece mais um fato na Saúde Pública brasileira - a Fundação de Serviços de Saúde Pública (Fsesp) cria o primeiro Boletim Epidemiológico. No ano seguinte, por meio da reorganização administrativa do Ministério da Saúde, foi criada a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (Sucam) e a Divisão Nacional de Epidemiologia e Estatística da Saúde (Dnees), no Departamento de Profilaxia e Controle de Doenças. Neste contexto, é instituída a Fundação Oswaldo Cruz, na qual, inicialmente, congrega o Instituto Oswaldo Cruz, que foi criado em 1900 com o nome de Instituto Soroterápico Federal que após reformas internas passa a receber o nome de Instituto de Patologia Experimental de Manguinhos (1907) e em 1908 é rebatizado com o nome de Instituto Oswaldo Cruz, e a Fundação de Recursos Humanos para a Saúde, que posteriormente passa a constituir a Escola Nacional de Saúde Pública (Ensp) (Brasil, 2017).

Somente em 1960, 30 anos após a criação do Ministério da Saúde, é criada em São Paulo a Comissão Intermunicipal para o Controle da Contaminação das Águas e do Ar (CICPPA), por municípios que vivenciam um forte processo de industrialização. Em 1963, o Brasil recebe a visita de Ricardo Haddad, representante da OPAS), que após avaliação, expõe que a grande São Paulo já recebia uma elevada quantidade de poluentes, e que algumas leis já existiam, mas a falta de recursos humanos especializado, inviabilizava a sua aplicação (Haddad, 1964).

Após 1968, o desenvolvimento econômico conhecido como o “milagre econômico”, impôs novas questões ao país, como a adaptação às exigências internacionais de qualidade dos produtos, regulamentando a produção brasileira. Além disso, questões sociais emergentes primavam por reestruturação na política de saúde, impulsionando a reforma do setor saúde e de seus respectivos serviços (Franco Netto, 2017).

No governo do presidente Médici (1969-1974), as questões tecnológicas e projetos científicos avançaram em relação a gestão anterior (Cabral, 2011). A década de

1970 fica marcada por vários acontecimentos na saúde pública brasileira, a Lei nº 6.259, de 30 de outubro de 1975, regulamentada pelo Decreto nº 78.231, de 12 de agosto de 1976, traz a organização das ações de vigilância epidemiológica e do Programa Nacional de Imunizações. O Decreto nº 78.307, de 24 de agosto de 1976, aprova o Programa de Interiorização das Ações de Saúde e Saneamento no Nordeste, é implantado o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e o Sistema Nacional de Vigilância de casos suspeitos de poliomielite, com apoio de laboratórios de diagnóstico, que permitiu definir o perfil epidemiológico da doença no país (Brasil, 2017).

Em 1971, a Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (Cepal) organizou uma reunião preparatória para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, que aconteceria em Estocolmo, na qual argumentou junto aos participantes que o subdesenvolvimento condicionava as características dos problemas ambientais na América Latina e a única alternativa era priorizar o desenvolvimento. Na visão da Comissão, a superação do subdesenvolvimento justificaria plenamente a conta dos danos ambientais. Considerava-se que a natureza se encarregaria de eliminar a contaminação ou os desperdícios produzidos pelas atividades manufatureiras, e evitaria, por muito tempo, os danos humanos provocados pela contaminação (CEPAL, 1971a).

Logo após o evento, alguns arremates foram relatados, como a importância de cooperação internacional, a urgência de ações de planejamento e o respeito total à soberania de cada país na formulação de suas políticas nacionais sobre o meio ambiente, em conformidade com sua situação particular e no exercício de sua soberania (CEPAL, 1971b). A defesa da industrialização como solução para o subdesenvolvimento, as ações que constrangessem a industrialização seriam impeditivas de desenvolvimento, da geração de empregos, da formação de mercados internos e da construção da equidade social. Com essa concepção, o trabalhador rural que migrasse para a cidade “teria um ar menos puro”, em contrapartida a oportunidades de emprego, saúde pública, educação, acesso a condições sanitárias. O dilema entre desenvolvimento e poluição integrou o debate das sociedades latino-americanas entre 1965 e 1973 (CEPAL, 1971a). Segundo Gusmão (2020) o ambiente era aceito como uma instituição fornecedora de insumos destinados a suprir necessidades do estado no qual transitava entre o rural e o urbano, tal qual a economia, no início agrária e que engatinhava rumo a direção da industrialização. Neste período, muitos declararam “boas-vindas à poluição”, confiantes na visão de uma natureza quase inesgotável, da qual poderiam usufruir sem cuidados.

O confronto entre as perspectivas dos países desenvolvidos com os países em desenvolvimento marcou de forma importante a conferência, cujos primeiros de alguma forma prezavam pela conservação dos recursos naturais e genéticos do planeta, assegurando que medidas preventivas deveriam ser implementadas para que se evitasse o caos ambiental (Bursztyn; Persegona, 2008). Concomitante ao avanço da contaminação ambiental, a postura do governo brasileiro no evento em Estocolmo, que defendeu a priorização do “desenvolvimento” em detrimento do uso sustentável dos recursos naturais, colaborou para justificar a falta de controle de emissões pelas indústrias instaladas no país, atribuindo impotência às ações que vinham sendo articuladas por engenheiros sanitários e agentes de saúde, com a assistência da Redpanaire na montagem de laboratórios e estações medidoras de emissões (Duarte, 2015).

Após o terceiro encontro da Cepal ocorrido em 1963, acontecem mais três conferências durante a ditadura militar: 1966, 1975 e 1977 e são delineadas como tímidas na história da saúde brasileira. A V Conferência Nacional de Saúde que acontece em 1975, traz como proposta a criação de um sistema de Vigilância Epidemiológica no País, que foi operacionalizada com a estruturação do Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica (SNVE) como o primeiro passo de descentralização das ações de Vigilância em Saúde para os Estados (Brasil, 1975).

Em 1973 é criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) que era vinculada ao Ministério do Interior (MINTER), tinha uma acomodação institucional frágil, mas um papel importante enquanto núcleo de coordenação política no âmbito federal. Teve como líder Paulo Nogueira Neto de 1973 a 1985, mesmo a tantas adversidades políticas foi responsável por propor iniciativas que constituíram as bases para a reformulação da legislação ambiental nacional que acontece em 1981. Com sua criação, a SEMA cumpri, com alguns méritos, o papel de articulação necessária para que o Brasil tivesse acesso aos recursos de agências internacionais para poder financiar grandes projetos também na área ambiental (Gusmão, 2020).

O “milagre econômico” chega ao fim, a sociedade brasileira passa a enfrentar profundos problemas econômicos, sociais e políticos, não alcançando o tão sonhado “desenvolvimento” e tendo dentre os legados deixados pela ditadura, graves casos de contaminação ambiental. Cubatão serve como um símbolo desse legado, enfrentando um surto de anencefalia o qual mobilizou pesquisadores que comprovaram a relação entre poluentes e anencefalia (Juras, 2015). Com isso, a questão ambiental passa a

fazer parte de um quadro de questionamentos e deixa de ser considerada como tema “de países ricos” e passa a fazer parte da pauta das transformações esperadas pela sociedade brasileira (Duarte, 2015). A descoberta de que fatores ambientais representam risco reprodutivo em humanos acontece neste momento no mundo, com relatos na Europa e no Japão, no qual associaram o aumento do número de recém-nascidos mortos, abortos espontâneos e morte neonatal à exposição ocupacional de mulheres ao chumbo. Em 1959 também foram identificados os primeiros relatos de malformações em humanos por causas ambientais devido à contaminação dos peixes por metilmercúrio em Minamata, (Zieler, 1988).

Inicia-se então a década de 1980, com o governo Figueiredo (1979- 1985) voltado para uma política externa de reaproximação com os países da América do Sul, na tentativa de fortalecer as relações com a Argentina, o presidente da república decreta a Lei da Anistia (1979) responsável pelo retorno de exilados políticos, dentre eles ex-líderes de movimentos estudantis e que se tornariam lideranças ambientalistas importantes (Gusmão; Pavão, 2020) e restabelece o pluripartidarismo (Presidência da República, 2021), mas narra sérios prejuízos nas questões sociais e políticas se ponderar os Atos Institucionais que reprimiu os movimentos sociais de resistência ao regime, anteriores a este governo (Ribeiro, 2015).

É importante ressaltar que a vida política no país na década de 1970 passou por uma reorganização e fortalecimento de suas bases, no qual ofereceu espaços para discussões que envolviam questões sobre qualidade de vida, saneamento e poluição, preservação ambiental e desenvolvimento rural (Gusmão, 2020).

Em 1980, surge o movimento da reforma sanitária, cujo mentor foi o sanitarista Sérgio Arouca, e em 1981 é criado o CONASP - Conselho Consultivo de Administração da Saúde Previdenciária. Em 1985, se verifica uma grande mobilização social, a organização dos movimentos de saúde para a VIII Conferência Nacional de Saúde, concomitante ao movimento para eleições diretas conhecido por “Diretas Já” (Angélica; Taveira, 2020).

Em 1981, é publicada a Lei nº 6.938/81, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente e na qual se cria o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) – órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que tem como finalidade assessorar, estudar e propor aos órgãos ambientais, diretrizes e políticas governamentais para o meio ambiente e deliberar, no âmbito de suas

competências, sobre normas e padrões ambientais, e suas atividades têm início com a regulamentação por meio do Decreto nº 88.351/83.

A Reforma Sanitária Brasileira se materializa quando três grupos se conectam - intelectuais, sociedade e profissionais de saúde - interligados pelo pensamento da saúde coletiva que resulta num processo articulado de luta da sociedade e dos profissionais de saúde pela democracia e melhores condições de vida para a população (Arouca, 1975; Escorel et al, 2005), que foi essencial para a formulação de motes aprovados na VIII Conferência Nacional de Saúde, que aconteceu em 1986, no qual se definiu um conceito ampliado de saúde, subsequente inscrito na Constituição Federal de 1988 e materializado no Sistema Único de Saúde (SUS), foi a primeira conferência com ampla participação popular (Brasil, 1986; Brasil, 1990). Logo, a partir da Constituição de 1988 é definida a responsabilidade do Estado brasileiro em relação a Vigilância em Saúde.

Após as décadas de 1970 e 1980, a censura se finda, a gravidade da deterioração do meio físico alavancou o debate e os conflitos em torno do tema ambiental, e as dimensões políticas e sociais se tornaram cada vez mais evidentes. O meio ambiente que era tratado como uma questão secundária, sobe ao patamar de um dos mais intrincados, determinantes e imprescindíveis desafios da sociedade brasileira na construção de uma república democrática (Duarte, 2015). A partir de 1985 se dá início a Nova República que é vivida até os dias de hoje. Este período foi após o governo militar que ficou caracterizado pela democratização política e pela estabilização econômica. No ano anterior, mesmo mobilizando milhões de brasileiros pedindo eleições diretas para presidente, a Câmara de Deputados não aprova e o Colégio Eleitoral elege o então deputado opositor Tancredo Neves, mas ele não chega a tomar posse do cargo, pois falece de infecção hospitalar. Seu vice José Sarney assume, e no seu governo é promulgada a Constituição Federal de 1988, com isso se restitui o Estado democrático e a república presidencialista (Mundo Educação, 2022).

A Organização Mundial de Saúde (OMS), desde 1987, publica diretrizes de qualidade do ar fundamentadas na saúde para auxiliar os governos e a sociedade civil a reduzirem a exposição humana aos efeitos da poluição atmosférica (WHO, 2021). Em 1989, ainda no governo José Sarney, é publicada a Resolução Conama nº 5, de 15 de junho de 1989, que institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) (Brasil, 1989), considerado um instrumento básico para gestão ambiental, com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura (Brasil, 1990; Vormittag, 2021).

Neste mesmo ano, Fernando Collor de Mello é eleito presidente da república por meio das eleições diretas, cuja campanha foi baseada na promessa de combate à corrupção e da construção de uma imagem de liderança jovem e dinâmica. Na área da saúde, esse governo aprova a lei 8.080/90 (Brasil, 1990) com vetos, no qual impossibilita a participação popular e a transferência automática de recursos para as esferas estaduais e municipais, bem como, os adiamentos por vários momentos da IX Conferência Nacional de Saúde. A NOB 1/1991 (Norma Operacional Básica) (Brasil, 1991) é publicada ainda pelo Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social (INAMPS) no qual, consolida o município como prestador de serviços. Frente à perspectiva de uma cassação, em 1992 Fernando Collor de Melo renuncia. Após sua renúncia, o vice-presidente Itamar Franco assume o cargo, assim é implantado o Plano Real (Mundo Educação, 2022). A partir deste momento na história, a poluição atmosférica não é mais uma característica conexa aos grandes pólos industriais, seus impactos podem ser observados quando há queima da biomassa, atividades de mineração e o uso de agrotóxicos por pulverização.

Assim, em 1990 a Resolução Conama nº 3, de 28 de junho de 1990 é publicada e traz orientações do que são os padrões de qualidade do ar e poluente atmosférico, conceitos de padrão primário e padrão secundário de qualidade do ar, estabelece ainda os padrões de qualidade do ar para partículas totais em suspensão; fumaça; partículas inaláveis; dióxido de enxofre; monóxido de carbono; ozônio; dióxido de nitrogênio. A partir desta resolução o monitoramento da qualidade do ar passa ser uma atribuição dos estados brasileiros (Brasil, 1990).

Com a criação do SUS são desencadeados novos arranjos institucionais que resultam na criação do Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI), na estrutura da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), na criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e, em seguida, em 2003, na criação da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), compondo a estrutura do Ministério da Saúde na época (Brasil, 2017; Brasil, 2003).

Em 1992, acontece a IX Conferência Nacional de Saúde e teve como demanda principal a descentralização da saúde, a qual seria alcançada com a municipalização dos serviços (Brasil, 1993).

O governo de Itamar Franco termina em 1993 e o então, ministro da Fazenda Fernando Henrique Cardoso, que executava o projeto do Plano Real, é eleito presidente por duas vezes, em 1994 e 1998. No primeiro ano do seu segundo mandato, é publicada

a Resolução Conama nº 242/1998, que determina o limite máximo de emissão de material particulado para veículo leve comercial e a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Brasil, 1998).

A X Conferência Nacional de Saúde ocorre em 1996, e aprova a NOB 01/96 (Brasil, 1996), e, a partir daqui o tema em discussão passa a ser a questão do financiamento da saúde.

Para fortalecer o estabelecimento da Vigilância em Saúde nessa trajetória, em 1997 foi iniciada a pactuação de um acordo entre a Funasa e o Banco Mundial denominado Projeto de Estruturação do Sistema Nacional de Vigilância em Saúde (Vigisus). O Vigisus foi dividido em três fases (I, II e III) e organizado em quatro áreas programáticas: a) Estruturação Sistêmica da Vigilância Epidemiológica; b) Estruturação Sistêmica da Vigilância Ambiental; c) Estruturação de Ações de Prevenção e Controle de Doenças na Amazônia Legal, e d) Estruturação de Ações voltadas para a Atenção à Saúde das Populações Indígenas (Oliveira; Cruz, 2015; Brasil, 1998). Dentre outros aspectos, tinha a previsão de incorporar práticas que considerassem os fatores ambientais como relevantes para a definição das condições de saúde da população, gerando assim, dentre outros avanços, o estabelecimento do Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde (Sinvas) e definindo o papel da vigilância em saúde ambiental em relação aos fatores que acarretam riscos à saúde humana. (Brasil, 2007). Em março de 1998, José Serra assume o Ministério da Saúde ainda na gestão de Fernando Henrique Cardoso, e algumas inovações foram introduzidas pela NOB 01/96, especialmente, o estímulo à implantação dos Programas de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) e Saúde da Família (PSF), fomento a políticas estratégicas como os medicamentos genéricos, da política de combate à AIDS (Barros, 2004; Brasil, 2003).

As duas últimas décadas (1980 e 1990) foram marcadas por uma série de estudos epidemiológicos originados dos dados de monitoramento de exposição humana a poluentes atmosféricos. Estes estudos apresentaram evidências e produziram conhecimento sobre os efeitos adversos que os poluentes do ar causam à saúde humana, o que resultou na publicação do Guia de Qualidade do Ar, pela Organização Mundial da Saúde, no qual são estabelecidos os limites de segurança de exposição aos poluentes tóxicos para a população, base para os padrões de qualidade do ar (Vormittag, 2021; WHO, 2006).

3. Início da Política Nacional de Saúde Ambiental e o VIGIAR

Para estabelecer um olhar sobre a evolução da Saúde Ambiental no Brasil é essencial compreender o contexto no âmbito das discussões internacionais e dos compromissos assumidos junto às Nações Unidas. No campo da saúde, iniciativas de preparação para a Conferência PanAmericana sobre Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Humano Sustentável (Copasad) foram fundamentais para colocar a temática na pauta governamental da Saúde. Adicional a isso, as discussões sobre abordagens ecossistêmicas na promoção, proteção e recuperação da saúde, observação de determinantes e condicionantes (sociais, políticos, culturais, ambientais, econômicos, dentre outros) como influência ao processo saúde-doença, bem como as agendas estratégicas estabelecidas a partir da Rio-92, vigentes e em constante atualização até os dias atuais, a exemplo dos acordos relacionados à mudanças climáticas, gestão de risco de desastres, desenvolvimento sustentável, dentre outros, foram fundamentais e se apresentam como alicerce dessa pauta (Brasil, 2009). É possível observar, como resultado desses movimentos, referências sobre a relevância do ambiente para a saúde na Constituição de 1988, na instituição do SUS e normativas subsequentes.

A partir da implementação do Projeto Vigisus, combinado com outras iniciativas então em andamento, foi possível produzir subsídios e definir estratégias para possibilitar o estabelecimento da Vigilância em Saúde Ambiental como uma agenda permanente no SUS. Isso se materializa com a publicação do Decreto n.º 3.450, de 9 de maio de 2000, quando é criada a Coordenação-Geral de Vigilância Ambiental no CENEPI/Funasa, dando início a sua implantação em todo o território nacional (Brasil, 2009).

Estas discussões foram referência para o desenvolvimento de ações para o planejamento em saúde e meio ambiente na mesma década (Villard, 2015), outro aspecto importante para a agenda de Saúde e Ambiente foi que a Participação Social passa a ser o centro das discussões na XI Conferência Nacional de Saúde, que acontece nos anos 2000. Nesta ocasião, o foco foi o fortalecimento do controle social do SUS, sincronicamente surge a criação dos conselhos nacionais de saúde, por meio da Lei 8.142/90, como também a necessidade de habilitar os municípios para fiscalizar os recursos repassados aos governos estaduais e municipais.

Em 2001, no âmbito do Ministério da Saúde, a Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) conduz o processo de elaboração de uma primeira proposta da Política Nacional de Saúde Ambiental, trabalhada em conjunto com a

Comissão Permanente de Saúde Ambiental (Copesa), criada neste mesmo ano, com a finalidade de propor e acompanhar o desenvolvimento da Política no âmbito do Ministério da Saúde. Nesse momento, em decorrência dessas discussões, dá início a estruturação da vigilância em saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos, na qual se destacam as atividades do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade do Ar (VIGIAR) (Brasil, 2007; Villardi, 2011).

Chega-se então a 2002 e Luiz Inácio Lula da Silva é eleito presidente da República e reeleito em 2006, este governo fica marcado pela baixa inflação, redução do desemprego e constantes recordes da balança comercial, recorde na produção da indústria automobilística e o maior crescimento real do salário-mínimo. Cria-se o Programa Bolsa Família, no qual a renda era transferida diretamente para a família e como contrapartida a família se comprometia a manter os filhos na escola e ir ao médico regularmente, sendo um dos maiores êxitos deste governo, pois reduziu em 75% a pobreza extrema no Brasil, segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Menicucci, 2011; Kageyama; Santos, 2011). Nesse período, a política ambiental, é uma das grandes equações do novo século em todo o mundo e a pauta consistia em encontrar uma forma justa de viabilizar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente, o que se apresenta como um dos desafios mais complexos no contexto brasileiro, por ser um país com a maior biodiversidade do planeta, considerando-se, além de outros biomas, a Amazônia.

Nesse contexto, duas abordagens se estabeleceram como fundamentais, a primeira reunindo conservação e o uso sustentável e a segunda tratando da transversalidade da questão ambiental nas políticas públicas, a qual se fez presente em algumas iniciativas a exemplo da lei de acesso aos recursos genéticos e repartição de benefícios, combate ao desmatamento da Amazônia e no Cerrado, política de mudanças climáticas, e uso e conservação da agro biodiversidade. Destaca-se ainda a criação do Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP) no qual estabelece uma política de gestão integrada para o conjunto das áreas protegidas brasileiras (Kageyama; Santos, 2011).

Ainda durante essa gestão foram publicadas as resoluções Conama nº 315/2002 e nº382/2006 que dispõe sobre a nova etapa do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) e estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas, respectivamente, marcos importantes para o VIGIAR (Brasil, 2002; Brasil, 2006).

Em 2003 acontece a XII Conferência Nacional de Saúde, cujo tema principal foi “Saúde é um Direito de Todos e Dever do Estado – A Saúde que temos e o SUS que queremos”, mais de cinco mil participantes discutiram sobre os eixos que orientaram a criação do Plano Nacional de Saúde.

Em 2004 foi regulamentada a NOB SUS 01/96, por meio da Portaria nº 1172, de 15 de junho, no que se referia à competência dos entes federativos na área de Vigilância em Saúde além de definir a sistemática de financiamento de suas ações. Esse foi um marco essencial para a estruturação das ações de Saúde Ambiental e, ainda nesse ano, foram implementadas as primeiras ações para a estruturação do VIGIAR, em municípios que foram considerados áreas-piloto, selecionados de acordo com as atividades industriais ou urbanas neles existentes e a disponibilidade de redes de monitoramento da qualidade do ar representativas e operantes (Linhares, 2006). Foi realizado ainda um diagnóstico das ações desenvolvidas pelas Secretarias Estaduais de Saúde pertinentes aos efeitos nocivos à saúde causados pela exposição à poluição atmosférica, bem como ao monitoramento da qualidade do ar, coordenado pela CGVAM (Villard, 2011).

Em 2005, foi instituído o Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (Sinvs), por meio da publicação da Instrução Normativa nº 5 – regulamentando o que preconizava a Portaria nº 1.172/2004 -, onde foram definidas as competências específicas da União, estados, Distrito Federal e municípios na Vigilância em Saúde Ambiental no intuito de dotar o SUS da capacidade necessária para “recomendar e adotar medidas de promoção da saúde ambiental, prevenção e controle dos fatores de riscos relacionados às doenças e outros agravos à saúde, em especial: I. água para consumo humano; II. ar; III. solo; IV. contaminantes ambientais e substâncias químicas; V. desastres naturais; VI. acidentes com produtos perigosos; VII. fatores físicos; e VIII. ambiente de trabalho”, estabelecendo assim, de forma mais específica, os objetos de atuação da Saúde Ambiental (Brasil, 2005; Brasil, 2009).

No âmbito do VIGIAR, ainda em 2005, são realizadas reuniões sobre exposição a poluentes atmosféricos com a participação de representantes do setor saúde e ambiente, com os técnicos do governo federal e estadual, colaboradores da academia e organismos internacionais, para se discutir conceitos de interesse da temática e avaliar os indicadores propostos para subsidiar a atuação da Vigilância em Saúde. Neste processo, foram considerados cinco eixos temáticos: áreas de atenção ambiental atmosféricas de interesse para a saúde; áreas contaminadas por poluentes atmosféricos de interesse para a saúde; populações expostas à poluição atmosférica; indicadores de

saúde e ambiente e; sistema de informação para o VIGIAR, o que permitiu a definição de um modelo de atuação para o VIGIAR, a organização de conceitos e a operacionalização da área com seus campos de atuação (Villardi, 2011).

Na sequência, nesse mesmo ano, são realizadas oficinas estaduais sobre “bancos de dados” que decorreram na construção de séries históricas que possibilitaram a análise da situação de saúde relacionada aos agravos respiratórios e cardiovasculares nas áreas-piloto, subsidiando o desenvolvimento de bancos de dados para o VIGIAR. Foi consolidado um Instrumento de Identificação de Municípios de Risco (IIMR), o qual deu origem a uma matriz com três campos de informações: gerais, ambientais e de saúde (Villardi, 2011). Assim, foi possível caracterizar o município quanto às fontes de emissão de poluição atmosférica, taxa de mortalidade, taxa de internação por agravos respiratórios e valoração de cada campo, de acordo com critérios de prioridade estabelecidos (Linhares, 2006).

Também em 2005, a OMS publica o *guideline* sobre qualidade do ar, com padrões muito distintos e mais restritivos que os da resolução do CONAMA de 1990, e afirma que os padrões de qualidade do ar variam conforme a abordagem estabelecida para equiparar riscos à saúde, a viabilidade técnica, as considerações econômicas e outros fatores políticosociais e dependem ainda do nível de desenvolvimento e da capacidade em gerenciar a qualidade do ar. Estas diretrizes levam em conta as diferenças loco-regionais e reconhece que ao formularem as políticas de qualidade do ar, os gestores devem considerar suas particularidades locais, e, a partir do conhecimento da dinâmica do seu território, adotar os valores propostos como padrões nacionais (Brasil, 2023).

No ano de 2006, foi realizado um Seminário Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental com o tema Qualidade do Ar, e teve como objetivo apresentar e discutir a proposta de atuação junto às esferas de saúde e meio ambiente, no qual incluía ainda, instituições colaboradoras. Assim, validou-se a proposta de um Programa Nacional do VIGIAR, que se tornou o marco orientador para as instituições e técnicos que atuam na vigilância em saúde ambiental (Villardi, 2011). Mesmo com os subsídios resultantes das evidências científicas, discutidos e validados no Seminário, e com as diretrizes sobre qualidade do ar estabelecidas pela OMS no ano anterior e as reivindicações de reavaliação dos parâmetros nacionais apresentadas pelo Ministério da Saúde ao CONAMA, o Brasil não alterou os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA, editada em 1990.

O ano de 2007 ficou marcado pela XIII Conferência Nacional de Saúde com destaque ao tema “Saúde e Qualidade de Vida: Políticas de Estado e Desenvolvimento”, além de avaliar os 20 anos de criação do SUS, a conferência teve o desafio de propor uma mudança de paradigma com a inversão da prioridade da saúde, do tratamento da doença para a prevenção. Em 2009, o VIGIAR passa a compor a Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Substâncias Químicas (VIGIPEQ), outro componente da Vigilância em Saúde Ambiental, uma vez que seu objetivo principal é proteger e promover a saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos e seu modelo de atuação está em consonância com o escopo estabelecido no VIGIPEQ, que visa o desenvolvimento de ações de proteção e promoção da saúde da população, prevenção e controle de riscos à saúde (Villard, 2011). Dentre as atividades do VIGIAR estão: identificar e monitorar a saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos; avaliar os riscos à saúde; identificar e avaliar os efeitos agudos e crônicos; estimular a intersetorialidade e interdisciplinaridade entre os órgãos que possuem interface com a saúde concernente à qualidade do ar; subsidiar o setor ambiental na formulação e execução de estratégias de controle da poluição do ar; e fornecer elementos para orientar as políticas públicas nacionais e locais de proteção à saúde da população exposta aos poluentes atmosféricos (Brasil, 2009).

A Portaria GM/MS nº 3.252/09 fortalece o papel do gestor dos estados e municípios, estabelecendo diretrizes para o financiamento das ações de Vigilância em Saúde de forma integrada, ampliando sua abordagem, que passa a compreender a Vigilância Epidemiológica, a Vigilância Sanitária, a Vigilância em Saúde do Trabalhador, a Vigilância em Saúde Ambiental, a Promoção da Saúde e a Análise da Situação de Saúde (Brasil, 2010). Essa iniciativa possibilita o aprimoramento do processo de trabalho articulado, uma vez que permite que o financiamento das ações não seja restritivo ao controle de doenças e agravos e prevê a análise de situação de saúde das dinâmicas do território, com a organização e gestão do SUS em regiões de saúde de forma integrada, prevendo ações e serviços que englobassem desde a atenção primária até a atenção ambulatorial e hospitalar especializada, e neste conjunto, a Vigilância em Saúde.

Em continuidade ao processo de elaboração da Política Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental, iniciada em 2001, em 2009 acontece a 1ª Conferência Nacional de Saúde Ambiental, que apresenta como tema “A saúde ambiental na cidade, no campo e na floresta: construindo cidadania, qualidade de vida e territórios sustentáveis”, realizada em uma parceria entre os ministérios da Saúde, Meio Ambiente e Cidades que promove

o debate entre o segmento governamental, privado e a sociedade civil sobre a Saúde Ambiental e as relações entre produção e consumo, seus impactos na saúde e no meio ambiente, estruturação de territórios sustentáveis nas cidades, no campo e nas florestas (Brasil, 2010). Dentre as diretrizes e ações estratégicas aprovadas na plenária final, a temática dos poluentes atmosféricos é citada diretamente em uma das diretrizes e indiretamente nos cinco eixos de discussão organizados (Brasil, 2010).

O tema Todos usam o SUS! SUS na seguridade social – política pública, patrimônio do povo brasileiro marca a XIV Conferência Nacional de Saúde que acontece em 2011, ano em que se inicia o governo de Dilma Rousseff, o qual foi interrompido em agosto de 2016. No seu segundo mandato, foi substituída pelo então vice-presidente Michel Temer, que passa a ser o presidente da República até o final do mandato. Dois eventos marcaram a tratativa da questão ambiental durante os mandatos da Presidente Dilma, sendo o primeiro, a realização da Rio +20 que tinha como objetivo renovar o compromisso político com o desenvolvimento sustentável por meio de avaliações quanto ao progresso e as lacunas existentes sobre as decisões adotadas pelas principais cúpulas que discutiam sobre o assunto, bem como a discussão sobre temas emergentes. E o segundo, a 21ª Conferência das Partes (COP-21), que foi selada com a assinatura do Acordo de Paris, instrumento com tratativas sobre o regime de mudanças climáticas, que teve como objetivo estabelecer um compromisso por parte dos Estados para fortalecer a resposta global às ameaças decorrentes da mudança do clima e de reforçar as capacidades dos países para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças (Santana, 2021; Brasil, 2015).

A Portaria GM/MS nº 1.378 de 2013 foi o marco da Política Nacional de Vigilância em Saúde que regulamenta as responsabilidades e define diretrizes para execução e financiamento das ações de Vigilância em Saúde pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, concernentes ao Sistema Nacional de Vigilância em Saúde e Sistema Nacional de Vigilância Sanitária. Por meio desta portaria, foi criado o Grupo de Trabalho Tripartite responsável pela discussão e elaboração da Política Nacional de Vigilância em Saúde.

O Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), em 2014, em parceria com os órgãos ambientais dos estados com o apoio do Ministério do Meio Ambiente, faz uma avaliação da rede de monitoramento da qualidade do ar, concluindo que ela é muito restrita no país e reforça a necessidade de reorganização do PRONAR (IEMA, 2014). Neste mesmo ano, o Instituto Saúde e Sustentabilidade (ISS) investiga a situação da

mesma e observa que 1,7% dos municípios eram cobertos pelo monitoramento e que era concentrado em 40% dos estados brasileiros (ISS - INSTITUTO DE SAÚDE E SUSTENTABILIDADE, 2014).

Em 2015 ocorre a XV Conferência Nacional de Saúde, com o tema Saúde Pública de qualidade para cuidar bem das pessoas: Direito do Povo Brasileiro, trazendo uma temática na qual a saúde pública visa ser entendida como direito de cidadania, em contrafação à mercantilização e privatização. Saúde pública de qualidade vem com a superação das desigualdades entre diferentes populações e regiões, a organização e a humanização nos serviços de saúde, de modo a atender as necessidades e ampliar o acesso dos usuários. Transformando as práticas de saúde e superando as iniquidades que afetam a população brasileira, tendo a saúde como direito fundamental do povo, pilar estruturante da cidadania e do desenvolvimento da nação (Brasil, 2018).

Na gestão de Michel Temer, um dos projetos era a mercantilização da vida, no qual promovia o desmonte do SUS e a histórica priorização do setor privado na Política de Saúde brasileira (Silva, et al., 2021). Em 2018, o governo Temer dá mais um passo para causar maiores danos ambientais, encaminhando para a Câmara dos Deputados o Projeto de Lei 6.299/02, conhecido como “PL do Veneno”. Aprovado pelo legislativo, a lei pretendia mudar o nome dos agrotóxicos para “pesticidas”, liberar o uso de agrotóxicos sem a realização de testes e a retirada dos Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente da análise dos produtos, ponto que causou muita polêmica na época (Bravo; Andreazzi, 2019).

Em 2018, é publicada a resolução Conama nº 491/2018 dispõe sobre a qualidade do ar, mais especificamente, determina novos padrões de qualidade do ar a serem adotados no Brasil, e revoga as legislações anteriores que tratavam sobre este tema, a saber, a Resolução Conama 03/90 e Resolução Conama 05/89, nos itens 2.1.1 e 2.3, respectivamente (Brasil, 2018). Esta resolução define que os órgãos estaduais e distrital devem elaborar um Plano de Controle de Emissões Atmosféricas no qual devem seguir legislação própria, este Plano deve considerar os Padrões de Qualidade definidos nesta resolução e nas diretrizes contida no PRONAR e, a cada 3 anos, elaborar um relatório de acompanhamento do plano, indicando eventuais necessidades de reavaliação. Estabelece ainda a elaboração anual de um Relatório de Avaliação da Qualidade do Ar, que deve ser encaminhado ao Ministério do Meio Ambiente. O Ministério do Meio Ambiente consolida as informações disponibilizadas pelos órgãos ambientais estaduais e distrital referentes ao Plano e Relatório, para subsidiar as discussões sobre a adoção

dos padrões de qualidade do ar subsequentes. Cabe ainda, aos órgãos ambientais estaduais e distrital, elaborar um Plano para Episódios Críticos de Poluição do Ar - de acordo com os níveis de atenção, de alerta e de emergência - a ser submetido à autoridade competente do estado ou do Distrito Federal, que vise medidas preventivas para evitar riscos à saúde da população (Brasil, 2018).

Neste mesmo ano, Jair Messias Bolsonaro é eleito presidente do Brasil com um discurso liberal e em favor da agricultura, refletindo a flexibilização das regras quanto a preservação e proteção ambiental, incluindo áreas indígenas. Nesta gestão, as questões ambientais e política climática, como o aquecimento global, são considerados como “acadêmicas” e “não prioritárias” pelo então Ministro do Meio Ambiente (Congresso em Foco, 2022). Neste governo, a política de saúde é marcada pelos novos contornos da contrarreforma, que tem sido implementada em ritmo acelerado, e pelas repercussões das medidas propostas como projetos sobre a reforma sanitária*, reforma sanitária flexibilizada** e projeto privatista***1. No qual inclui o projeto privatista que teve origem a partir do governo de Michel Temer, de um SUS totalmente subordinado ao mercado (Bravo; Pelaez, 2020).

Nesse período, o Ministério da Saúde também passa por uma reestruturação, na qual foram criadas duas Secretarias, sendo: a de Atenção Primária à Saúde e a de Tecnologia da Informação – departamento de saúde digital. Dentre as várias propostas deste governo, uma em especial merece destaque, que foi apresentada no dia 11 de abril de 2019, quando o governo completou 100 dias. A publicação do Decreto nº 9.759/2019, extinguiu conselhos e colegiados da administração pública federal e estabeleceu novas diretrizes, quando o então presidente da república usa as redes sociais para declarar que é uma forma de “economia, desburocratização e redução do poder de entidades aparelhadas politicamente, usando nomes bonitos para impor suas vontades, ignorando a lei e atrapalhando propositadamente o desenvolvimento do Brasil”, conforme reportagem da Folha de São Paulo (Fernandes; Fernandes, 2019). Parece não compreender que tais conselhos e colegiados são espaços políticos de participação social e exercício da cidadania, que visa aproximar a população do poder decisório sobre as políticas públicas (Bravo; Pelaez, 2020). No âmbito do Ministério do Meio Ambiente (MMA), não foram incluídos nos conselhos extintos, o Conama, o Conselho Nacional do Patrimônio Genético (CCen) e o Comitê Gestor do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC).

*Que tem início na década de 1970 com base nas lutas populares e sindicais pelo direito à saúde, levando em consideração posicionamentos críticos quanto as limitações do modelo médico assistencial previdenciário, vigente até hoje no Brasil.

**Está adquire contornos próprios em meio a contrassensos intrínsecos a implementação do SUS e o progressivo desmonte e subfinanciamento das políticas públicas, acatando às exigências da política macroeconômica vigente no país.

***Tem início na década de 1990 e tem sua lógica dirigida pelas regras de mercado e exploração da doença como fonte de ganhos, tem como marco a proposta dos chamados “Novos Modelos de Gestão” para substituir a gestão estatal.

Também em 2018 é instituída a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS), pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), por meio da Resolução nº 588, de 12 de julho. Na sequência, acontece a 16ª Conferência Nacional de Saúde, que se apresenta como 8ª + 8ª, na qual o tema *Democracia e Saúde* retoma o aspecto histórico e a mobilização popular presente na 8ª Conferência Nacional de Saúde, que em seu relatório final apresentou a concepção de saúde e os princípios do sistema de saúde, discutidos e aprovados na sua maioria na Constituinte, consolidando o SUS na Constituição Federal de 1988 (Bravo; Pelaez, 2020).

Na Resolução 588/2018, do CNS, que estabelece a Política Nacional de Vigilância em Saúde, a definição é:

[...] “X – Vigilância em saúde ambiental: o conjunto de ações e serviços que propiciam o conhecimento e a detecção de mudanças nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana, com a finalidade de recomendar e adotar medidas de promoção à saúde, prevenção e monitoramento dos fatores de riscos relacionados às doenças ou agravos à saúde” (CNS, 2018, p. 4).

Essa definição se orienta pelo pensar e agir em saúde, a partir do entrosamento entre grupos populacionais e todo o processo de exposição a fatores determinantes ou condicionantes da situação de saúde, dentre eles os ambientais, para poder compreender as relações socioambientais na construção da saúde conjugada ao adoecimento, a fim de encontrar respostas e transformá-las em ações para a melhoria

das condições de saúde coletiva. Sua estrutura está composta pela Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, a Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Substâncias Químicas e a Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Poluentes Atmosféricos (Brasil, 2021).

Entende-se a partir daqui que há outra mudança na estrutura do VIGIAR, que volta a ter seu próprio escopo de atuação. Além disso, tem como objetivo proteger e promover a saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos por meio de ações de vigilância que subsidiem a tomada de decisão, e segue utilizando as mesmas orientações para operacionalização da vigilância (Brasil, 2021).

Neste sentido, ter informações sobre a emissão de poluentes atmosféricos quanto a fontes fixas, fontes móveis, queima de biomassa e dados epidemiológicos sobre doenças e agravos relacionados à exposição humana aos poluentes atmosféricos é considerado relevante para o VIGIAR e propicia uma atuação mais oportuna. Baseado no escopo de atuação, tem-se entre as estratégias, a identificação de municípios vulneráveis e o monitoramento da situação de saúde no território com a implantação de Unidades Sentinelas em locais prioritários (Brasil, 2021).

Mesmo o PRONAR completando trinta anos de existência, a Rede de Monitoramento de Qualidade do ar é constituída por onze estados, incluindo o Distrito Federal, na qual o monitoramento acontece de forma insignificante em adjacências territoriais, inadequada em termos de propriedade das estações de monitoramento e objetivos e ainda, pretenciosa e incompleta em relação aos poluentes monitorados. Apresenta limitações quanto à informação sobre a qualidade do ar em tempo real, o que inviabiliza sua utilidade pública, havendo, portanto, prejuízos quanto ao diagnóstico da poluição do ar, quanto à informação ao cidadão brasileiro, quanto à proteção da saúde, configurando violações a direitos fundamentais à saúde e ao meio ambiente (Vormittag, 2021).

Pouco mais de 15 anos se passaram desde a publicação do *Global update* 2005 pela OMS. As evidências do crescimento acentuado em relação aos efeitos adversos da poluição do ar para saúde são explícitas nesse período, construídas por meio dos avanços na medição da poluição do ar, utilizando como base um banco global de dados ampliado e na avaliação da exposição. Estudos epidemiológicos documentaram os efeitos adversos à saúde da exposição a altos níveis de poluição do ar em países de baixa e média renda e, ao mesmo tempo, estudos em países de alta renda com ar

relativamente limpo, demonstraram efeitos adversos em níveis muito mais baixos do que os estudados anteriormente (Simoni; *et al*, 2021).

Em 2021, a OMS edita a atualização de suas diretrizes com o objetivo de oferecer recomendações quantitativas, pensadas para a saúde, para o gerenciamento da qualidade do ar (WHO, 2021). Apesar das diretrizes estarem em sua segunda edição, com parâmetros atualizados após estudos evidenciando os malefícios da poluição do ar para a saúde humana, eles se distanciam cada vez mais dos parâmetros exigidos pela resolução do Conama, atualizado apenas em 2018. É sabido que exceder os valores-guia das diretrizes de qualidade do ar está associado a riscos importantes para a saúde pública, mesmo elas não sendo consideradas como uma norma jurídica, no entanto, municiam os Estados Membros da OMS, apresentando-se como uma ferramenta que se baseia em evidências científicas e podem ser utilizadas como referência para dar subsídio à construção da legislação e políticas locais.

Em 2022, Luís Inácio Lula da Silva é eleito mais uma vez presidente do Brasil e logo nos primeiros dias de seu 3º mandato retoma o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), criado na sua primeira gestão em 2004, o qual teve responsabilidade na queda dos índices de desmatamento nos anos posteriores. Na saúde, já no dia 01 de janeiro de 2023, assina o Decreto nº 11.358 que traz no Anexo I, em seu artigo 2º a nova nomenclatura da Secretaria de Vigilância em Saúde, que passa a ser Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente (SVSA), composta por sete Departamentos onde, apesar de saúde e ambiente ser uma temática transversal que permeia todo o setor saúde, na SVSA, o Departamento de Articulação Estratégica de Vigilância em Saúde e Ambiente e o Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador tem competência específica na condução dessa agenda. As ações do VIGIAR continuam no Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador, na Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental com o mesmo objetivo que é desenvolver ações de vigilância para populações expostas a poluentes atmosféricos, seguindo os princípios do Sistema Único de Saúde.

No dia 17 de fevereiro de 2023 é publicado o Decreto nº 11.417, de 16 de fevereiro de 2023 no qual altera o Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, para dispor sobre a composição e o funcionamento do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama*2.

2 _____DECRETO Nº 11.417, DE 16 DE FEVEREIRO DE 2023 Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-11.417-de-16-defevereiro-de-2023-464998532> Acesso em: 22 de fevereiro de 2023

4. Desafios do VIGIAR no Brasil de 2023

Com a mudança do governo federal em janeiro de 2023, vivencia-se a maior oportunidade do fortalecimento do programa VIGIAR. A Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) criada em 2003 passa a ser denominada Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente (SVSA) por meio do Decreto nº 11.358, de 1º de janeiro de 2023, num claro apontamento do governo recém-empossado para a relevância da relação ambiente e saúde. Cabe agora ao MS, por meio da SVSA, retomar a agenda de forma efetiva, observando o histórico, as discussões e os avanços já alcançados, para fortalecer o programa de modo que este se estabeleça efetivamente como uma política pública de saúde, que permeie todas as esferas de gestão do SUS – federal, estadual e municipal – em ampla articulação com os demais setores governamentais e não governamentais, reafirmando a do debate interinstitucional sobre a importância da qualidade do ar no campo da saúde pública, bem como promovendo medidas efetivas para a proteção da saúde da população.

Como desafio ressalta-se o protagonismo que o VIGIAR deve assumir junto ao CONAMA3, no qual o Ministério da Saúde é representado por um titular e um suplente, que pertencem ao quadro da CGVAM/SVSA. O distanciamento dos parâmetros de qualidade do ar normatizado pelo CONAMA em 2018, com aqueles publicados pela OMS em 2021, baseado em evidências científicas deverá ser enfrentado. Caso contrário, se continuará convivendo com a contradição de longa data entre as recomendações do governo brasileiro representada pelo CONAMA e as orientações do Ministério da Saúde, por meio do VIGIAR para a saúde da população brasileira, baseadas nos parâmetros publicados pela OMS, pactuados pelos países membros, cujo Brasil é signatário.

Outro desafio está na definição mais clara à sociedade sobre a responsabilidade do setor ambiental e do setor saúde na articulação e estruturação das redes de monitoramento da qualidade do ar, ainda incipiente no país. A resolução do Conama (2018) define como papel dos órgãos ambientais estaduais e distrital a atribuição de emissão de relatórios de monitoramento da qualidade do ar e a elaboração de plano para episódios críticos de Poluição do Ar. Contudo, não está claro de quem é a atribuição de recomendar, definir e instituir medidas preventivas e de mitigação dos efeitos da exposição à poluição atmosférica na população. Além disso, não parece haver justificativa econômica para a ausência de monitoramento da qualidade do ar na maior parte do território nacional. A ausência da rede de monitoramento de qualidade do ar tem graves implicações nas estimativas de níveis de poluentes e dificulta um processo de

vigilância efetiva e de adoção de medidas oportunas, tendo em vista o acesso a informações suficientes. Esta situação é análoga as estimativas meteorológicas sem uma rede de medidas de monitoramento de apoio.

Em se tratando de saúde especificamente, cabe ao VIGIAR o estabelecimento de parcerias com estados e municípios para a identificação de unidades sentinela. Considera-se este tópico um desafio, porque desde a criação das atividades de vigilância em saúde ambiental sobre a exposição aos poluentes atmosféricos, este papel se manteve claro, mas nunca consolidado. Assim, os dados produzidos por meio dos atendimentos deverão orientar os serviços de saúde no planejamento e assistência à população sobre os efeitos decorrentes da exposição aos poluentes. Existem atividades em funcionamentos em alguns estados brasileiros que devem ser exploradas para avançar nessa perspectiva, inclusive, identificando as experiências bem-sucedidas, como base para a definição de estratégias para a sua ampliação. Contar com dados e informações para a análise de situação de saúde relacionada ao risco de exposição humana aos poluentes atmosféricos é essencial para materializar as medidas de proteção e promoção da saúde da população, prevenção e controle de riscos, conforme estabelece a PNVS e preconiza o VIGIAR. Adicional a isso, contar com capacidade técnica de análise desses dados para a produção de subsídios para a tomada de decisão no âmbito da Saúde Ambiental é outro fator preponderante.

Nesse sentido, a parceria entre os diversos setores, governamentais e não-governamentais, envolvidos na agenda de qualidade do ar, incluindo aqui a comunidade científica, é essencial para que, cada um contribuindo com o que é de sua competência, seja possível estabelecer uma estratégia sólida de implementação da Vigilância em Saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos, pautada por evidências e garantindo-se a exequibilidade das suas ações no âmbito do SUS, em suas três esferas de gestão.

Cabe ainda ressaltar, como um desafio presente e futuro, a constatação das mudanças climáticas e, dentre todos os seus potenciais efeitos, a ocorrência de eventos climáticos extremos, com cenários onde essas ocorrências passam por uma alteração no comportamento até então conhecido, sendo potencializados, tanto em recorrência quanto em magnitude. Nesse sentido, dotar o SUS da capacidade necessária para atuar nessa conjuntura é essencial para redução de danos. É também da parceria com a pesquisa que deverão advir os ajustes metodológicos em contínua evolução para estimativas de riscos decorrentes da exposição a poluentes atmosféricos, bem como os

estudos com populações específicas, cujos efeitos dessa exposição são pouco ou completamente desconhecidos. Neste grupo, considera-se além dos residentes das áreas urbanas, as populações residentes em áreas mais isoladas e, especialmente, os trabalhadores diretamente envolvidos no combate ao fogo, como os bombeiros e brigadistas.

Conclui-se que o programa VIGIAR precisa ser fortalecido, mesmo após duas décadas com períodos inconstantes e fragilidades na sua condução. O aumento da relevância e demanda ao VIGIAR é iminente em decorrência do potencial aumento de risco de incêndios florestais em todos os biomas em consequência da crise climática. Com a urbanização ocorrendo em ritmo acelerado em todo o mundo, é crucial notar que as cidades desempenham um papel fundamental na mitigação das emissões de emissões e, conseqüentemente, no combate às mudanças climáticas. Além disso, as indústrias também têm um papel significativo nesse cenário. Por esta razão, o programa deverá ser reformulado por meio de plano exequível de curto, médio e longo prazo, com condições que impliquem em definição orçamentária e equipe técnica qualificada. Cabe ao governo brasileiro e ao MS dar visibilidade e operacionalizar os aspectos ambientais incluídos na vigilância em saúde por meio da SVSA no que se refere a qualidade do ar.

Referências

ANGÉLICA, B.; TAVEIRA, V. A Saúde Pública no Brasil: um breve resgate histórico [1500-1990] - SUS e Covid-19 no Brasil. www.denem.org.br, 2020. Acesso em: 4 agosto 2022.

AROUCA, S. **O dilema preventivista**: contribuição para compreensão e crítica da medicina preventiva. Tese. ed. São Paulo: UNICAMP, 1975.

BARROS, E. **Saúde**: idas e vindas do financiamento da política de saúde. Em: Rocha D, Bernardo M, orgs. A era FHC e o governo Lula: transição? Brasília: Instituto de Estudos Socioeconômicos, v. p. 151-90, 2004.

BRASIL. Lei nº 6259, de 30 de outubro de 1975., 31 outubro 1975.

BRASIL. CONFERÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE. Brasília. Relatório final. 1986. **Conselho Nacional de Saúde**, 1986. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/biblioteca/relatorios/relatorio_8.pdf>. Acesso em: 28 julho 2022.

BRASIL. **Resolução Conama nº 5, de 15 de junho de 1989. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.** [S.l.]. 1989. (<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=81>).

BRASIL. Ministério da Saúde. Lei Nº 8 080 (Lei Orgânica da Saúde). 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** 1, 1990. Acesso em: 01 setembro 2022.

BRASIL. **Resolução Conama nº 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.** [S.l.]. 1990. (http://www.ibram.df.gov.br/images/resol_03.pdf).

BRASIL. Ministério da Previdência e Assistência Social. Resolução Inamps Nº 258, de 07 de janeiro de 1991. Aprova a Norma Operacional Básica Nº 01/ 91. **Diário Oficial da União**, 1991. Acesso em: 1 setembro 2022.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil. Lei Nº 8 689 de 27 de julho de 1993. Dispõe sobre a extinção do Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social (Inamps) e dá outras providências. 28 de julho. **Diário Oficial da União**, 1993. Acesso em: 1 setembro 2022.

Revista Contemporânea, v. 4, n. 3, 2024. ISSN 2447-0961

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS Nº 2 203, de 5 de novembro de 1996. Aprova a Norma Operacional Básica do Sistema Único de Saúde, NOB—SUS 01/96. 6 de novembro. **Diário Oficial da União**, 1996.

BRASIL. Inf. Epidemiol. Sus. **Ministério da Saúde**, Brasília, v. 7, n. 4, p. 3- 4, dez 1998. ISSN Acesso em 14 de setembro de 2023: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-16731998000400001&lng=pt&nrm=iso>.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 242, de 30 de junho de 1998. Dispõe sobre limites de emissão de material particulado para veículo leve comercial e limite máximo de ruído emitido por veículos com características especiais para uso fora de estradas.** [S.l.]. 1998. (http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=242).

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 315 de 29/10/2002 Dispõe sobre a nova etapa do Programa de Controle de Emissões Veiculares - PROCONVE.** [S.l.]. 2002. (<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98290>).

BRASIL. **Ministério da Saúde. Modernização do Sistema Nacional de Vigilância em Saúde.** Brasília: MS, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde - Instrução Normativa nº 01, de 7 de março de 2005. **saude.gov.br**, 2005. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/2005/int0001_07_03_20_05_rep.html>. Acesso em: 14 setembro 2023.

BRASIL. **Resolução Conama nº 382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.** [S.l.]. 2006. (<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res38206.pdf>).

BRASIL. **Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Subsídios para construção da Política Nacional de Saúde Ambiental / Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde.** Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 56 p. Acesso em: 02 setembro 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade do ar: resultados e desafios metodológicos., 2009.

BRASIL. Subsídios para construção da Política Nacional de Saúde Ambiental/Ministério da Saúde/Conselho Nacional de Saúde. **Série B. Textos Básicos de Saúde**, Brasília, n. Editora do Ministério da Saúde, p. 55, 2009. ISSN ISBN 978-85-334-1328-3.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Diretrizes Nacionais da Vigilância em Saúde. Brasília. **saude.gov.br**, 2010. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pacto_saude_volume13.pdf>. Acesso em: 22 agosto 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. BVSMS. **saude.gov.br**, Brasília, 2010. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pacto_saude_volume13.pdf>. Acesso em: 2022.

BRASIL. **Relatório Final - 1ª Conferência Nacional de Saúde Ambiental - Saúde e Ambiente. Vamos cuidar da gente.** Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília, p. 152. 2010.

BRASIL. Nações Unidas. **Nações Unidas Brasil**, 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/88191-acordo-de-paris-sobre-o-clima>>. Acesso em: 14 setembro 2023.

BRASIL. Cronologia Histórica da Saúde Pública. **saude.gov.br/FNS**, 2017. Disponível em: <cronologiahistoricadasaudepublica_fundacaonacionaldesaude.pdf>. Acesso em: 17 julho 2022.

BRASIL. Governo Federal. Conselho Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. **conselho.saude.gov.br**, 2018. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/historico-cns>. Acesso em: 08 julho 2022.

BRASIL. **Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Diário Oficial da união. Publicado em: 21/11/2018, Edição: 223, Seção: 1, Página: 155.** Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional do Meio Ambiente. [S.l.]. 2018.

BRASIL. Guia de Vigilância em Saúde. **Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Articulação Estratégica de Vigilância em Saúde**, Brasília, 2021. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_5ed.pdf>. Acesso em: 16 agosto 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. Poluição atmosférica na ótica do Sistema Único de Saúde: vigilância em saúde ambiental e qualidade do ar. **saude.gov.br**, 2021. Disponível em: <http://saude.gov.br>. Acesso em: 5 agosto 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - Padrões de Qualidade do Ar. **www.mma.gov.br**, 2023. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-doar/padrees-de-qualidade-do-ar.html>. Acesso em: 18 abril 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. DEPARTAMENTO DE ARTICULAÇÃO ESTRATÉGICA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. Guia de Vigilância em Saúde [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Articulação Estratégica de Vigilância em Saúde. **5. ed. rev. e atual.**, Brasília, 2022.

BRAVO, M. I. S.; ANDREAZZI, M. D. F. S. D. AVANÇOS DA CONTRARREFORMA NA SAÚDE INTENSIFICADAS A PARTIR DO GOVERNO ILEGÍTIMO DO TEMER. **7º Encontro Internacional de Política Social. 14º Encontro Nacional de Política Social. Tema: Contrarreformas ou Revolução: respostas ao capitalismo em crise**, Vitória/ES, p. 1-16, junho 2019.

BRAVO, M. I. S.; PELAEZ, E. J. A saúde nos governos Temer e Bolsonaro: lutas e resistências. **SER Social, Estado, Democracia e Saúde**, Brasília, v. 22, n. 46, JAN/JUN 2020.

BURSZTYN, M.; PERSEGONA, M. A grande transformação ambiental: uma cronologia da dialética do homem-natureza. **Garamound**, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://migre.me/hgApa>. Acesso em: 28 março 2023.

CABRAL, A. História das usinas nucleoeletricas no Brasil. **Revista Eletrônica de Energia**, v. 1, n. 1, p. 58-71, jul/dez 2011.

CEPAL. **El médio ambiente humano y el desarrollo económico em America Latina. IN: Seminario Regional Latino Americano sobre los problemas del médio ambiente Humano y el desarrollo.** CEPAL. Santiago de Chile, p. 1-10. 1971a.

CEPAL. **Informe del relator. IN: Seminario Regional Latino Americano sobre los problemas del médio ambiente Humano y el desarrollo, 6- 11 set.** CEPAL. Cidade do México, p. 6. 1971b.

CNS. **Resolução nº 588, de 12 de julho de 2018.** Conselho Nacional de Saúde/Brasil. Brasília, p. 4. 2018.

DUARTE, R. H. "Turn to pollute": poluição atmosférica e modelo de desenvolvimento no "milagre" brasileiro (1967-1973). **Revista Tempo**, v. 21, n. 37, 2015. ISSN DOI:10.1590/TEM-1980-542XV01v213710.

ESCOREL, S.; NASCIMENTO, D. R.; EDLER, F. As origens da reforma sanitária e do SUS. In: Lima, Nísia Trindade et al. (Org.). **Saúde e democracia: história e perspectivas do SUS.** Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 2005. 59-81.

FERNANDES, A.; FERNANDES, T. Bolsonaro enaltece extinção de conselhos federais com atuação da sociedade civil. **uol.com.br**, 14 abril 2019. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/poder/2019/04/bolsonaroenaltece-extincao-de-conselhos-federais-com-atuacao-da-sociedade-civil>>. Acesso em: 14 agosto 2022.

FRANCO NETTO, G. E. A. Vigilância em Saúde brasileira: reflexões e contribuição ao debate da 1a Conferência Nacional de Vigilância em Saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, n. 22(10), p. 3137-3148, 2017. ISSN DOI: 10.1590/1413-812320172210.18092017.

GUSMÃO, P. P.; PAVÃO, B. B. M. (Des)construção da gestão ambiental no Brasil: De Paulo Nogueira Neto (1973) a Ricardo Salles (2020). **Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 2, n. 2, p. 218-277, 2020. ISSN ISSN: 2674-6816.

HADDAD, R. **La Contaminación atmosférica en San Paulo metropolitano. Brasil - Boletim de la OPS, vol 56, n 3.** OPS. [S.I.], p. 243-256. 1964.

HADDAD, R.; BLOOMFIELD, J. **La contaminación atmosférica en San Paulo metropolitano. Brasil.** Boletim de la OPS. São Paulo, p. 241-249. 1964.

IEMA. Instituto de Energia e Meio Ambiente. 1o Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil. **Energia e ambiente**, 2014. Disponível em: <<http://energiaeambiente.org.br/>>. Acesso em: 4 agosto 2022.

ISS - INSTITUTO DE SAÚDE E SUSTENTABILIDADE. Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil. **Saúde e Sustentabilidade**, 2014. Disponível em: <<https://www.saudeesustentabilidade.org.br/publicacao/pesquisamonitoramento-da-qualidade-do-ar-no-brasil/>>. Acesso em: 4 agosto 2022.

JURAS, I. D. A. G. M. Os impactos da indústria no meio ambiente. In: _____ **Políticas setoriais e meio ambiente.** São Paulo: [s.n.], 2015. p. p. 48.

KAGEYAMA, P. Y.; SANTOS, J. D. Aspectos da política ambiental nos governos Lula. **Revista FAAC**, Bauru, v. 1, n. 2, p. 179-192, outubro 2011.

LINHARES, A. C. S. **Documento técnico contendo proposta final de instrumento metodológico para identificação de áreas de Atenção Ambiental Atmosférica de interesse para a Saúde**. Produto Opas. Mimeo. Brasília, p. 44. 2006.

MENICUCCI, T. M. G. A Política de Saúde no Governo Lula. **Saúde Sociedade**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 522-532, 2011.

MOREIRA, K. S. E. A. A evolução da legislação ambiental no contexto histórico brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e14010212087-e14010212087, 2021.

MUNDO EDUCAÇÃO. mundoeducacao.uol.com.br. **uol.com.br**, 2022. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/historiadobrasil/primeiro-governofernando-henrique-cardoso.htm>>. Acesso em: 28 julho 2022.

OLIVEIRA, C. M.; CRUZ, M. M. Sistema de Vigilância em Saúde no Brasil: avanços e desafios. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 104, p. 255- 267, jan-mar 2015.

OPAS. DC: OPAS. Seminário Latino Americano de Contaminación Del Aire, Washington, p. 2-3, 1970.

OPAS. **Seminário Latino Americano de Contaminación del Aire**. DC: OPAS. Washington, p. 2-3. 1970.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Biblioteca – Presidência da República. 2021. Disponível em:<<http://www.biblioteca.presidencia.gov.br/presidencia/presidencia/expresidentes/jb-figueiredo>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

RIBEIRO, R. A. A energia na política externa Brasileira.pdf Dossiê: Regionalismos – SIMPORI 2014. **NEIBA**, v. IV, n. 1, agosto 2015.

SANTANA, C. O. **A dissonância entre doméstico e o externo: A Política Ambiental**. São Paulo: Universidade de São Paulo, v. Tese de Doutorado, 2021.

SILVA, J. et al. Política de Saúde e desmonte do SUS no Governo Temer Brasília v. 23, n. 48, janeiro a junho de 2021. **SER Social ALIMENTAÇÃO, ABASTECIMENTO E CRISE**, Brasília, v. 23, n. 48, jan/jun 2021.

SIMONI, W. F. D.; AL, E. O estado da qualidade do ar no Brasil. **Working Paper - WRI BRASIL**, São Paulo, p. 1-32, jan 2021. ISSN <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes>.

VILLARDI, J. E. A. Vigilância em saúde ambiental de populações expostas à poluição atmosférica no Brasil – um modelo em construção. **Cadernos de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, p. 19(4): 467-72, 2011.

VILLARDI, J. W. R. **“A Vigilância em Saúde Ambiental no Brasil - Uma reflexão sobre seu modelo de atuação: necessidades e perspectivas”**. Rio de Janeiro: Fiocruz/ENSP, v. Tese de Doutorado, 2015.

VORMITTAG, E. M. P. A. E. A. Análise do monitoramento da qualidade do ar no Brasil. **Estudos Avançados** 35 (102), 2021. ISSN DOI: 10.1590/s0103- 4014.2021.35102.002.
WHO. **World Health Organization Air quality guidelines: Global Update 2005**. [S.l.]. 2006. (https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/).

WHO. **Global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary**. © World Health Organization. [S.l.]. 2021.

ZIELER S, T. M. C. A. R. K. J. Chemical quality of maternal drinking water and congenital heart disease. **Int J Epidemiol**, 1988. 589-94.

ARTIGO II

Impactos na saúde de bombeiros e brigadistas expostos a poluentes da queima de biomassa no Pantanal: protocolo do estudo

Health impacts on firefighters and brigadiers exposed to biomass burning pollutants in the Pantanal: study protocol

Impactos en la salud de bomberos y brigadistas expuestos a contaminantes de la quema de biomasa en el Pantanal: protocolo del estudio

Carla Simone Girotto de Almeida Pina

Eliane Ignotti

Alcione Lescano de Souza Junior

Sofia Caumo

Ana Schramm

Sandra Hacon

[Preparado de acordo com as normas de publicação da Revista Ambiente & Sociedade (Versão on-line ISSN: 1809-4422). Conceito A2 para Ciências Ambientais segundo Qualis Capes (2017-2020). Situação da submissão: submetido em 18 de setembro de 2025 (Em andamento)].

Resumo

Os incêndios florestais no Brasil são problemas socioeconômicos, ambientais e culturais, especialmente na Amazônia, Cerrado e Pantanal. Em 2020, o país registrou o maior número de focos de queimadas, com recordes no Pantanal. Ondas de calor, secas e incêndios florestais são eventos climáticos extremos que representam riscos à saúde, especialmente para os combatentes do fogo. Logo, mudanças na saúde de brigadistas e bombeiros podem ocorrer devido ao trabalho intenso e à exposição a altas concentrações de poluentes durante o combate a incêndios florestais. O objetivo do estudo é apresentar o protocolo elaborado como ferramenta metodológica para conhecer os efeitos à saúde decorrentes da exposição aguda aos poluentes de incêndios florestais em brigadistas e bombeiros militares que atuam no controle do fogo em incêndios florestais no Pantanal. Segue, como um estudo epidemiológico do tipo exploratório realizado por meio de inquérito, exames de imagem e análises clínicas, antes e durante o período de estiagem. A área de estudo compreende o Pantanal Mato-grossense e seu entorno. Portanto, como resultado espera-se com o protocolo sugerido que o presente estudo detecte modificações no estado de saúde dos brigadistas e bombeiros militares que atuam no Pantanal brasileiro.

Palavras-chave: Mudanças climáticas, saúde ocupacional, incêndios florestais, seca extrema, poluição do ar

Abstract

Wildfires in Brazil are socioeconomic, environmental, and cultural issues, particularly in the Amazon, Cerrado, and Pantanal biomes. In 2020, the country recorded the highest number of fire outbreaks, with record levels in the Pantanal. Heatwaves, droughts, and wildfires are extreme climatic events that pose health risks, especially for fire combatants. Thus, health changes in firefighters and brigadiers may occur due to intense work and exposure to high concentrations of pollutants while combating wildfires. The study's objective is to present a protocol developed as a methodological tool to understand the health effects from acute exposure to wildfire pollutants in brigadiers and military firefighters who fight wildfires in the Pantanal. This is an exploratory epidemiological study conducted through surveys, imaging tests, and clinical analyses, before and during the dry season. The study area includes the Pantanal region of Mato Grosso and its surroundings. As a result, the proposed protocol is expected to detect changes in the health status of brigadiers and military firefighters working in the Brazilian Pantanal.

Keywords: Climate change, occupational health, wildfires, extreme drought, air pollution

Resumen

Los incendios forestales en Brasil representan problemas socioeconómicos, ambientales y culturales, especialmente en la Amazonía, el Cerrado y el Pantanal. En 2020, el país registró un número récord de focos de incendio, principalmente en el Pantanal. Las olas de calor, sequías e incendios forestales son eventos climáticos extremos que afectan la salud, especialmente de los brigadistas y bomberos. Estos pueden sufrir alteraciones en su salud debido a la exposición prolongada a contaminantes durante el combate a los

incendios. El objetivo de este estudio es presentar un protocolo metodológico para evaluar los efectos de la exposición aguda a contaminantes en brigadistas y bomberos militares que controlan los incendios en el Pantanal. Se realizó un estudio epidemiológico exploratorio mediante encuestas, exámenes de imagen y análisis clínicos antes y durante la sequía. La investigación se llevó a cabo en el Pantanal de Mato Grosso y sus alrededores. Se espera que el protocolo detecte alteraciones en la salud de los brigadistas y bomberos de esta región.

Palabras clave: Cambio climático, salud ocupacional, incendios forestales, sequía extrema, contaminación atmosférica

A contextualização

Incêndios florestais são ocorrências de fogo descontrolado que afetam a vegetação, causando danos ao meio ambiente, à saúde da população e dos trabalhadores. No Brasil, representam um problema socioeconômico, ambiental, cultural e político, com grande impacto nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal¹. De janeiro a dezembro de 2020, os incêndios florestais no Brasil alcançaram números recordes, com aproximadamente, 312.140 km² de área do território que sofreram com os incêndios florestais e mais de 222 mil focos de calor foram identificados por meio de imagens de satélites².

O Brasil apresentou o maior número de focos de queimadas em 2020, observando-se 194% de aumento dos focos em relação a 2019³. No mesmo ano, o Pantanal registrou mais queimadas que a Amazônia, e em 13 dias de setembro, foram detectados 4.611 focos de incêndio, o maior número em 22 anos para o período⁴. As queimadas ocorrem de agosto a outubro, com pico em setembro, e eventos climáticos extremos aumentam os riscos à saúde, subsistência e ecossistemas, com previsão de agravamento^{5;6}. Condições como seca extrema, calor, ventos fortes e baixa umidade pioram a situação, afetando fauna, flora e vida humana⁷.

O incêndio no Pantanal do Mato Grosso

O Pantanal no Brasil é o bioma com maior extensão, ocupando 1,76% da área total do território brasileiro, considerado uma das maiores extensões úmidas do planeta⁸.

Em 2020, mais de 2 milhões de hectares no Pantanal foram queimados, afetando unidades de conservação, matando cerca de 17 milhões de vertebrados e destruindo habitats. A perda de vegetação comprometeu a cadeia alimentar, equivalente a uma década de conservação⁹. A temperatura do ar em incêndios florestais varia de 85°C a 840°C, enquanto no solo, a 1 cm de profundidade, pode alcançar de 29°C a 55°C, causando extinção de várias espécies¹⁰.

Na fumaça são encontradas partículas sólidas ultrafinas, finas e grossas, vapores; gases tóxicos; metais tóxicos; resíduos de pesticidas e dioxinas; hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, black carbono, e compostos orgânicos com alta volatilidade¹¹. Na estação seca, os incêndios aumentam a emissão de material particulado (MP), afetando a saúde local e global, pois a fumaça se espalha por grandes distâncias, impactando clima e população em outras regiões¹².

O desastre socioambiental no Pantanal em 2020 impactou diversos grupos, destacando-se bombeiros e brigadistas, que enfrentaram poluentes, calor extremo, baixa umidade e esgotamento físico em áreas de difícil acesso durante o combate aos incêndios.

A saúde dos profissionais que atuam no combate aos incêndios florestais

Para efeitos diretos e agudos à saúde, a morte é considerada o desfecho mais grave e pode ocorrer por queimaduras, estresse térmico e exposição a altas concentrações de poluentes¹³. O estresse térmico, intensificado pelas roupas que retêm calor e pelo esforço prolongado, pode causar desidratação, hiponatremia, câimbras, tonturas, confusão mental e colapso vital, afetando os sistemas cardiovascular, respiratório e renal¹⁴.

A proximidade da emissão dos poluentes aumenta os riscos à saúde do grupo de combatentes, expondo-os ao contato com partículas multipoluentes¹⁵, há também a intensa carga de trabalho por dias e horas em locais de difícil acesso, a utilização de equipamentos de proteção respiratória inadequados para filtragem de material particulado e gases tóxicos¹⁶. Contudo, atributos biológicos como idade, hábitos de vida, doenças pré-existentes e diferentes processos e vínculos de trabalho podem impactar a resiliência biológica e a vulnerabilidade desses efeitos¹⁷.

No Brasil, no que tange à mão de obra, os incêndios florestais são combatidos por bombeiros militares e brigadistas. Estes últimos são contratados temporariamente no período de incêndios florestais, por órgão federal o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), responsável pelo Sistema Nacional de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais - PREVFOGO.

Apenas 16% dos municípios brasileiros possuem unidades do Corpo de Bombeiros Militar - a legislação nacional não estabelece o número mínimo de profissionais bombeiros. As regiões Norte e Centro-oeste que apresentam os menores percentuais de cobertura de quartéis de bombeiros e as maiores áreas impactadas pelos incêndios nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal¹⁸. Ainda, existe a ausência e a dificuldade no monitoramento das condições de saúde dos trabalhadores envolvidos no combate a esses incêndios¹⁹.

Em 2022 foi solicitado pelo Ministério da Saúde um estudo para caracterizar e identificar os efeitos à saúde decorrente da exposição aguda e crônica aos poluentes de incêndios florestais em brigadistas e bombeiros militares que estiveram expostos nos

incêndios do Pantanal Mato-grossense e áreas de entorno. Dentre os pontos imperativos, destaca-se: apresentar o protocolo que será aplicado, para conhecer os impactos sobre a saúde dos brigadistas e bombeiros que atuam no controle dos incêndios florestais.

Justificativa para o Protocolo

O estudo foi motivado pela tragédia ambiental com uma grande área de biomassa queimada pelos incêndios florestais de 2020, cerca de 30% do bioma Pantanal, cujo combate e controle envolveram várias instituições e sociedade civil. Verificou-se desconhecimento sobre alterações bioquímicas, clínicas e comportamentais em brigadistas e bombeiros após combater queimadas e incêndios florestais no Brasil. Os profissionais que combatem o fogo enfrentam exposição direta a altas temperaturas e múltiplos contaminantes que prejudicam a saúde.

Assim, construiu-se um protocolo para auxiliar nas avaliações das condições de exposição e trabalho, como também seu estado de saúde, após a exposição à fumaça e elevadas temperaturas decorrente dos incêndios florestais no Pantanal brasileiro. Logo, conhecer os impactos dos incêndios florestais na saúde de brigadistas e bombeiros ajudará a propor políticas públicas para proteger esses trabalhadores, especialmente diante dos incêndios e emergências climáticas no Pantanal, Amazônia e Cerrado. Esta iniciativa se justifica pela ausência de estudos sobre os efeitos à saúde decorrentes da exposição ocupacional entre bombeiros militares e brigadistas no bioma Pantanal e entorno.

Método

Trata-se de estudo epidemiológico exploratório, para o qual o protocolo ora apresentado foi direcionado aos fatores de risco para melhor caracterizar os efeitos da exposição aos poluentes atmosféricos à saúde de brigadistas e bombeiros militares, em condições de combate aos incêndios florestais.

O grupo estudado é formado por profissionais que atenderam aos seguintes critérios: pertencer ao corpo de bombeiros de Cuiabá e concordar em se identificar como voluntário para o trabalho na Temporada de Incêndios Florestais (TIF) de 2023 no caso de bombeiros e/ou ser brigadista do PrevFogo/IBAMA, que já atuavam no controle e combate ao fogo nos incêndios e queimadas no Pantanal do estado de Mato Grosso e entorno. Para compor o grupo dos bombeiros militares foram selecionados os 1º. e 2º.

Batalhões com 188 e 110 oficiais bombeiros. Para o grupo de brigadistas foi selecionada a Brigada do PrevFogo/IBAMA localizada no assentamento Limoeiro no município de Cáceres com 29 membros. As TIFs são organizadas em grupos de 5 a 8 profissionais que ficam em campo durante 8 dias ou mais, a depender da proporção do incêndio, fazem o combate de 8 a 12 horas diárias.

Para o desenvolvimento do estudo, reuniões preparatórias foram realizadas com todas as instituições envolvidas e a logística levou em consideração as características, distâncias e organização das equipes de combate ao fogo, bem como, a estrutura de avaliação de saúde local (Figura 1).

Figura 1. Mapa com a localização dos municípios inseridos no estudo pertencentes ao Pantanal e entorno



O estudo foi planejado em duas fases, sendo a primeira no início do período de estiagem/final das chuvas, antes do início da (TIF) e a segunda no período da seca no qual incidem as queimadas e incêndios florestais, de modo que todos os exames realizados tivessem como medida de comparação o período de início da estiagem.

Na fase 1 realizada nos meses de maio e junho ocorreu a caracterização da população em estudo com a aplicação do questionário (brigadistas e bombeiros), com dados sociodemográficos.

No momento da entrevista foram verificados os sinais vitais e dados antropométricos, bem como, agendados os exames de espirometria, raio X do tórax, eletrocardiograma, e coletas de material para os exames de sangue (hemograma completo, glicose, lipidograma, homocisteína, PCR, ureia, creatinina, sódio, potássio, cloro, magnésio, transaminase oxalacética TGO, transaminase pirúvica TGP, desidrogenase láctica, creatina, urina 1, citocinas) e urina (urina 1 e hidrocarbonetos).

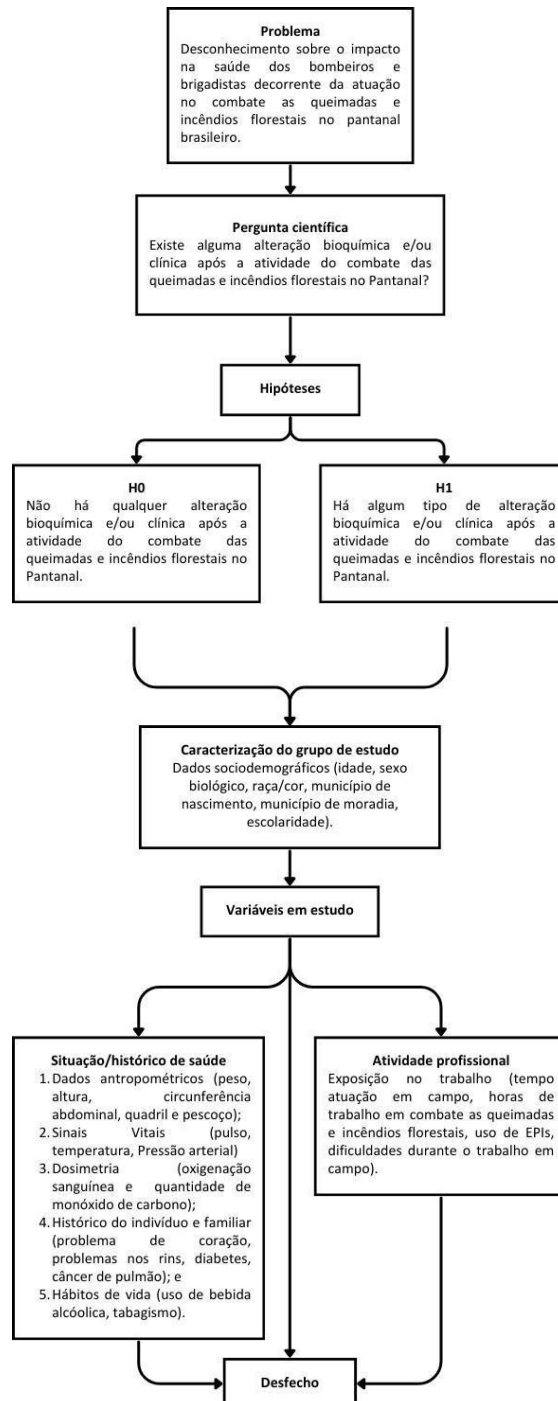
Na avaliação do histórico de saúde, foram incluídas questões sobre: doenças do aparelho circulatório, renal, respiratório, diabetes e câncer; e, hábitos de vida do indivíduo, que incluem alimentares, o consumo de bebida alcoólica, tabagismo e prática de atividade física. Ainda sobre a saúde, algumas questões relacionadas a sintomas respiratórios, como: chiado no peito após exposição, espirros, coceira ou ardência no nariz, coriza, dificuldade para respirar, tosse seca à noite, catarro no peito, roncos, rouquidão, dores de garganta, respiração pela boca obstrução. Também sintomas referidos após o campo, tais como: coração acelerado, dor no peito, taquicardia, ardência nos olhos, desidratação, sensação de desmaio, dor de cabeça e sensação de depressão e tristeza. Algumas questões referentes aos hábitos alimentares incluíram a alimentação básica e a utilização de fogão à lenha.

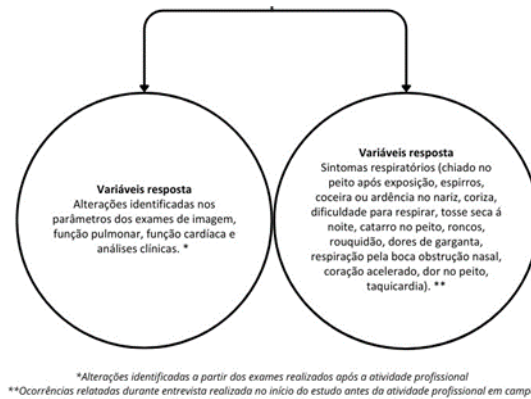
Quanto às características da atuação profissional durante os períodos de combate ao fogo, foram questionados quanto a exposição na atividade de trabalho em campo, tempo atuação em campo, horas de trabalho em combate aos incêndios florestais, uso de Equipamento Proteção Individual (EPIs) e outras dificuldades durante no trabalho em campo.

A fase 2 realizada nos meses de setembro e outubro, no período em que incidem as queimadas e incêndios florestais, e após os ciclos de TIFs. Nesta etapa participam os bombeiros que se identificaram como voluntários na fase 1 para as TIFs e que atuaram no combate ao fogo durante pelo menos um ciclo, e todos os brigadistas do Prevfogo. Neste período os brigadistas já estão contratados para atuarem na prevenção e combate aos incêndios florestais e queimadas. Repete-se aferição dos sinais vitais acrescido da monoximetria, dados antropométricos e todos os exames, imediatamente após a chegada das equipes de TIF para troca de grupos. A Figura 2 apresenta o modelo lógico deste estudo, por meio do problema definido nesta pesquisa, as variáveis em estudo, bem como, um conjunto de possíveis desfechos a serem verificados por meio dos resultados dos exames realizados, como: alterações identificadas nos parâmetros dos

exames de imagem, função pulmonar, função cardíaca e análises clínicas* e sintomas respiratórios**.

Figura 2: Modelo Lógico do Estudo





Sinais vitais, dados antropométricos e exames de imagem, função pulmonar e cardíaca

No momento da entrevista foi aferida a pressão arterial com aparelho digital de pulso. Para verificar a estatura foi utilizada trena antropométrica alinhada estendida em uma parede plana sem rodapé, com solo plano, com ângulo de 90° e com a ajuda de um dispositivo de alinhamento horizontal posicionando-o sobre o ponto mais alto da cabeça do avaliado junto a trena métrica, possibilitando a leitura. Para o peso utilizou-se balança digital com unidade de medida em kg com precisão de 100g, com capacidade de medição até 150 kg.

A circunferência abdominal foi medida com fita métrica graduada em centímetros no ponto médio entre a crista ilíaca e a face externa da última costela na fase expiratória. A circunferência do quadril foi verificada com a mesma fita métrica com o avaliado em pé e com pernas afastadas na maior circunferência ao redor dos glúteos, acima da prega glútea, ou seja, no ponto mais largo ao redor dos trocânteres. A circunferência do pescoço foi medida com a mesma fita métrica graduada em centímetros passando pelo “pomo do adão” ou cartilagem tireoide.

A saturação foi verificada com oxímetro digital utilizando a polpa do dedo indicador da mão esquerda do avaliado e a temperatura foi aferida com termômetro digital na região da axila. As equipes quando enviadas ao campo para as TIF levaram consigo aparelho de pressão, termômetro, oxímetro, monoxímetro e uma planilha para que estes dados fossem anotados diariamente, no período da manhã antes do início das atividades e ao final da jornada de trabalho. As planilhas eram recolhidas a cada troca de equipes e digitadas em uma planilha específica.

Os exames da Espirometria (função pulmonar), Eletrocardiograma e Raio-X de tórax que foram realizados por clínica especializada contratada, agendados em grupos de 10 pessoas, preferencialmente até cinco dias após a chegada do ciclo da TIF.

Avaliação clínica, bioquímica do sangue e urina

Para a avaliação clínica foi contratado um profissional médico especialista em pneumologia, no qual avaliou os resultados de todos os exames da fase 1 e fase 2, as consultas foram agendadas assim que as equipes retornaram do campo, por meio de ligação telefônica e mensagem de texto via aplicativo *Whatsapp*.

Para avaliação bioquímica do sangue e urina foi contratado um laboratório de análises clínicas em Cuiabá/MT, e as citocinas no sangue e os metabólitos de hidrocarbonetos na urina foram analisadas pelo Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH/Fiocruz) e pelo Laboratório de Estudos Marinhos e Ambientais (PUC-Rio), respectivamente. A Clínica Asstramed foi contratada para a realização dos exames de Espirometria, Raio X de tórax e Eletrocardiograma. Os participantes tiveram acesso aos protocolos para visualização dos resultados de exames laboratoriais.

O estudo contou com a cooperação técnica das Universidades Federal do Mato Grosso, da Universidade do Estado do Mato Grosso, campus de Cáceres, da PUC – Rio, e dos laboratórios do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH/Fiocruz).

Gerenciamento e análise de dados

Os resultados dos exames de análises clínicas, de imagem, sinais vitais e dados antropométricos foram analisados por meio de comparação de proporções, análise de variância e testes para verificação de associação.

Por se tratar de estudo exploratório, o principal enfoque foi voltado para identificação de categorias de maior risco e/ou vulnerabilidades entre os dois grupos estudados durante as duas fases do estudo.

O presente estudo teve a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP), sob o número CAAE: 39891620.0.0000.5240 e seguiu as normas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde do Brasil de acordo com as resoluções CNS

466/2012 e CNS 510/2016 e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que foi lido e assinado pelos participantes voluntários para a pesquisa.

Discussão

No período da seca em que as queimadas e os incêndios florestais são mais frequentes, a qualidade do ar e seus efeitos na saúde têm se tornado uma preocupação em parte do território brasileiro. No Brasil, há mais de uma década, estudos epidemiológicos mostram os riscos à saúde decorrentes da exposição a poluentes atmosféricos emitidos por queima de biomassa²⁰.

Os estudos sobre os riscos à saúde de bombeiros e brigadistas no Brasil não abordam o combate a queimadas florestais, embora a composição dos poluentes varie conforme a fonte de emissão. No entanto, o desmatamento crescente na Amazônia nos últimos 24 anos aumentou o material combustível, resultando em temporadas de incêndios mais severas na estação seca e períodos prolongados de má qualidade do ar, com concentrações duas vezes acima do limite seguro²¹. Soma-se a isso, diferenças entre os biomas a exemplo do Amazônico e Pantanal, cujas características da vegetação, relevo, acúmulo de matéria orgânica, entre outros fatores, implicam em diferenças na forma de combate ao fogo, e possivelmente, nos riscos dessa atividade para os bombeiros e brigadistas.

O trabalhador que desempenha atividades ao ar livre está exposto as temperaturas extremas que estão entre os determinantes ambientais que mais prejudicam a saúde, que, combinada à baixa umidade e intensa radiação solar, podem levar a exaustão, câimbras, fadiga, dor de cabeça, diminuição do grau de concentração, da produtividade, da capacidade de trabalho, e até a morte²². Para aqueles que estão mais próximos às áreas de incêndios florestais os riscos para saúde são maiores, em razão da maior concentração de poluentes e gases emitidos pelas fontes, cujos relatos de sintomas e complicações como tosse, irritação da garganta e olhos, além de asma, conjuntivite, infecções do sistema respiratório, bronquite, alergias na pele e alterações cardiovasculares²³.

Os sinais vitais indicam o estado de saúde e podem predizer diagnósticos²⁴, a bioquímica estuda estruturas e alterações intracelulares, e análises laboratoriais identificam elementos que indicam mudanças no metabolismo. A atividade de brigadistas e bombeiros envolve esforço físico e emocional intenso, sobrecarregando o sistema cardiovascular e resultando em alta taxa de mortalidade em serviço²⁵.

Para avaliar o estado geral de saúde dos brigadistas e bombeiros, alguns exames de parâmetros hematológicos foram inseridos no estudo. O hemograma é amplamente recomendado para avaliação da condição de saúde, pelo baixo custo e por permitir avaliar o estado geral do indivíduo, e os componentes celulares do sangue por meio da análise do eritrograma (série vermelha), leucograma (série branca) e da plaquetometria²⁶.

Durante os incêndios florestais a exposição à fumaça a curto prazo, resulta em irritação nos olhos, tosse, depressão do sistema imune e declínios na função pulmonar²⁷. No entanto, se a exposição acontecer por vários dias pode reduzir a capacidade de remover partículas das vias aéreas por meio da tosse que pode levar a bronquite, e a longo prazo, os riscos de mortalidade por câncer de pulmão aumentam de 8% até 43%¹³.

A espirometria, teste que avalia a função respiratória após expiração forçada, é recomendada para detectar distúrbios precoces, comparando resultados com a média esperada para o sexo, altura e peso, ajudando a diferenciar asma de DPOC (Doença pulmonar obstrutiva crônica)²⁸. Neste estudo a espirometria é um “*baseline*” de função pulmonar, que quando repetida após o trabalho em campo possibilita a verificação de alterações em decorrência da exposição, uma vez que a redução da função pulmonar está ligada ao combate a incêndios florestais. Estudos sobre poluição atmosférica mostraram redução da função pulmonar, medida por espirometria, em ambientes com alta concentração de poluentes, tanto *indoor* quanto *outdoor*²⁹.

O Raio-X de tórax é fundamental para o diagnóstico diferencial de doenças respiratórias, como pneumopatias e bronquiectasia, pode revelar infiltrados, cavitações, linfonodos, aumento da área cardíaca e dilatação ou espessamento brônquico. Evidências científicas agregam a exposição a material particulado ao comprometimento do coração, dos vasos sanguíneos e da circulação sanguínea, pois a partir dos pulmões, a fração mais fina do MP é capaz de penetrar na circulação e atingir outros sistemas do organismo^{27;28}.

No mundo, as doenças cardiovasculares (DCV) estão dentre as principais causas de mortes, em 2017, cerca de 17,8 milhões de pessoas foram a óbito por DCV³⁰. No Brasil, aproximadamente 20% de todas as mortes brasileiras em indivíduos acima de 30 anos de idade são causadas pelas DCV³¹. De modo que pode ser explicado por uma série de alterações fisiopatológicas que ocorre no sistema cardiovascular, envolvendo inflamação, coagulação e ritmo cardíaco devido a poluição atmosférica³². Logo, o Eletrocardiograma (ECG) foi utilizado neste estudo por ser de simples execução, de

grande utilidade nos diagnósticos das doenças cardiovasculares, especialmente as agudas, como as arritmias e o infarto agudo do miocárdio, e por ser considerada uma ferramenta diagnóstica necessária à Cardiologia. Por meio do ECG é possível avaliar o padrão dos sinais elétricos cardíacos e determinar sua regularidade – irregularidade, conexas à presença de algum tipo de alteração na condição da saúde³³.

Estudo com bombeiros norte-americanos mostra que entre 45 e 50% das mortes em serviço são causadas por morte súbita cardíaca³⁴. Um estudo realizado com bombeiros do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) constatou uma expectativa de sobrevida média de 5,9 anos a menos do que a população masculina da mesma região, o que evidencia um vínculo entre a atividade profissional de bombeiros e o risco de morte prematura. Há carência de dados no Brasil que descrevam os fatores que mais causam morte de bombeiros em serviço, mas é válido estimar que, assim como os bombeiros norte-americanos, expressiva parcela das mortes de bombeiros esteja relacionada a sobrecarga ou mecanismos fisiopatológicos associados ao aparelho cardiovascular³⁵.

Sabe-se que o sistema nervoso autônomo (SNA) exerce um papel importante na regulação dos processos fisiológicos, em condições normais e patológicas. Logo, a avaliação da Frequência Cardíaca (FC) é uma medida simples e não invasiva dos impulsos autonômicos, representa um indicador sensível e antecipado de comprometimentos na saúde³⁶. Com isso, pequenas alterações cardíacas podem ser detectadas por meio do SNA, uma vez que o SNA influencia no controle do sistema cardiovascular, que pode ser alterado pelos efeitos da poluição atmosférica, o que é abonado no estudo de Base et al. (2020) que observou alterações nos valores da FC em indivíduos expostos a poluentes atmosféricos³⁷.

Altos níveis de poluentes podem prejudicar a saúde, causando alterações na coagulação, redução da variabilidade da frequência cardíaca e aumento da pressão arterial³⁸. A aferição da pressão arterial confere a pressão sistólica e diastólica para verificar se os níveis estão dentro dos parâmetros normais ou indicam hipertensão. A pressão arterial elevada é uma condição multifatorial, frequentemente associada a alterações no coração, rins e vasos, diagnosticada através da aferição da pressão arterial³⁹. Profissionais que combatem incêndios florestais enfrentam altas temperaturas, o que pode causar desidratação e riscos cardiovasculares, especialmente em indivíduos com sobrepeso. A combinação de calor e esforço intenso pode levar à hipertensão por

aumento da rigidez arterial⁴⁰. Poucos estudos relacionam o aumento da pressão arterial à poluição atmosférica.

O estresse mental pode desencadear episódios cardiovasculares como infarto agudo do miocárdio, arritmias malignas, doenças cerebrovasculares e morte súbita, e fatos estressantes no cotidiano das pessoas em diversas situações como incêndios e desastres, mostraram ser fatores preeminentes no desenvolvimento da hipertensão arterial⁴¹. Em situações de estresse, o corpo direciona suas reservas energéticas para os órgãos conforme necessário, uma adaptação eficiente para enfrentar o estresse. Caso contrário, se for de forma contínua e crônica o dano poderá afetar o sistema cardiovascular, metabolismo glicídico e lipídico. O estresse térmico pode causar impactos como elevação do ritmo cardíaco, aumento da sudorese, desidratação, convulsão, tontura, aumento do tempo de reação e insolação⁴².

Os incêndios florestais produzem partículas inaláveis provenientes do carbono (como o monóxido) e seus precursores, que em reação com o peróxido de oxigênio formam o radical hidroxilo que induzem processos inflamatórios⁴³ e contribuem para a diminuição da função pulmonar. Neste contexto tem se descrito a exposição a hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio o que induz ao aumento da inflamação sistêmica, na qual a exposição cumulativa pode implicar também na diminuição da função pulmonar⁴⁴, mesmo com a utilização de equipamento de proteção respiratória pelo bombeiro e/ou brigadista.

As agressões provocadas pelos poluentes aos diversos tecidos do corpo, assim como, situações de estresse e esforços físicos exagerados podem ativar o sistema imunológico provocando liberação aguda e transitória de citocinas pro-inflamatórias⁴⁵. O TNF- α e a IL-1 são as primeiras citocinas liberadas após a agressão física iniciando o processo inflamatório, posteriormente são liberadas outras citocinas como a IFN- γ , IL-3 e GM-CSF que ampliam a resposta contra agentes agressores⁴⁶. Citocinas com IL-4, IL-10 e TGF- β arrefecem o processo inflamatório sinalizando para o processo de reparação tecidual e recuperação. Embora, a determinação dos valores normais de citocinas não foi ainda estabelecida devido à alta variabilidade nas concentrações encontradas nos tecidos e fluídos biológicos de indivíduos saudáveis, muitas condições patológicas aumentam as concentrações de citocinas pró-inflamatórias no sangue podendo indicar inflamação subclínica ou agravamento da doença⁴⁷.

Se estas situações de estresse e agressões teciduais causadas por poluentes se tornam rotineiras, a transcrição gênica das citocinas pró-inflamatórias pode aumentar,

elevando suas concentrações séricas e se mantendo em níveis alterados o que indica uma condição crônica, a exemplo das síndromes metabólicas, síndrome da fadiga crônica, condições cardiovasculares e outras doenças⁴⁸.

Portanto, na ocorrência de alterações metabólicas importantes, na qual acontece a liberação de citocinas pró-inflamatórias, favorecem a instalação de fissuras no interior das artérias, que causa a formação de placa de ateroma levando a aterosclerose e perda da elasticidade das artérias, provocando o processo de arteriosclerose⁴⁷. Estudos disponíveis na literatura concluem que a exposição a níveis elevados de MP_{2,5} está relacionada a inflamação sistêmica, progressão de placas ateromatosas e aumento do potencial trombogênico⁴⁸. Em estudo de caso-controle que avaliou o estreitamento intimal da carótida ficou evidenciado que a progressão de ateromas está associada à exposição ao MP_{2,5}⁴⁹. Ranzani *et al.* (2020) em 2019 associou o aumento na espessura da carótida em indianos como fator de risco para infarto do miocárdio as altas concentrações de exposição ao material particulado fino. Em seguida, em 2020, Ranzani observou que a baixa densidade óssea causadora da osteoporose era devido à alta exposição ao MP_{2,5} possivelmente pelo estresse oxidativo e inflamações causadas pelos poluentes⁵⁰.

A exposição ao material particulado fino provoca efeitos agudos, como doença isquêmica do miocárdio, arritmias e mortes, além de efeitos crônicos, como doenças cerebrovasculares e cardíacas. Está associada ao aumento da viscosidade sanguínea, marcadores inflamatórios (proteína C reativa, fibrinogênio), arteriosclerose, alterações na coagulação, hipertensão e morte súbita³⁸. A Proteína C reativa ainda que não seja um exame específico para a relação de efeito e exposição a poluição atmosférica, representa marcador padrão-ouro, o qual aparece no soro durante a evolução de um processo inflamatório, especialmente nos efeitos agudos, é aplicado para predição de doença cardiovascular, no entanto alguns pesquisadores utilizam a PCR como marcador inflamatório em estudos de poluição atmosférica^{51;52}.

Os impactos do calor extremo e da poluição do ar em trabalhadores externos, como brigadistas e bombeiros, são pouco explorados na ciência. Contudo, estudos indicam que as ondas de calor aumentam significativamente a mortalidade na população geral. Enfrentar as mudanças climáticas é um desafio, e se torna indispensável implementar ações de adaptação, mitigação ou neutralização no ambiente de trabalho, como ocorre com outros riscos ocupacionais⁵².

Resultados esperados

Considerando a proposta de protocolo sugerido no presente trabalho, espera-se detectar modificações no estado de saúde dos brigadistas e bombeiros militares, por meio dos resultados dos exames realizados, associando aos sintomas respiratórios referidos no questionário, uso ou não dos equipamentos de proteção individual (EPI) e condições de trabalho relatados nas entrevistas.

Recomendações

A divulgação dos resultados e lições aprendidas deste processo serão apresentadas, num primeiro momento, a todos os envolvidos na pesquisa, e posteriormente, serão apresentadas por meio de publicação em revistas de acesso aberto, bem como de relatórios, resumos, notas técnicas e apresentações de conferências e em congressos. Espera-se que os dados orientem ações dos Ministérios da Saúde e Meio Ambiente, além de servir para quem busca aplicar abordagem semelhante. Os resultados da pesquisa são valiosos para a vigilância da saúde do trabalhador e para decisões políticas sobre recursos destinados ao monitoramento da saúde de bombeiros e brigadistas, incluindo EPIs, e apoio em campo com alimentação, hidratação e repouso.

Referências Bibliográficas

1. Lucas FMF, Kovalsyki B, Tetto AF. Incêndios florestais: a realidade sobre o fogo que consome o Brasil. *Campo e Negócios*, ano 8, n. 51, – nov./dez. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/345255087_INCENDIOS_FLORES_TAIS_A_REALIDADE_SOBRE_O_FOGO_QUE_CONSOME_O_BRASIL Acesso em: 01 de janeiro de 2024
2. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais. Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas>. Acesso em: 04 de janeiro de 2024
3. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). Impactos de Extremos de Secas e Fogo no Bioma Pantanal: outubro/2020. 2020. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/impactosde-extremos-de-secas-e-fogo-no-bioma-pantanal-setembro2020/> Acesso em: 01 de janeiro de 2024
4. <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2020/09/15/setembro>
5. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Relatório Especial Aquecimento Global de 1,5°C. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portugueseversion.pdf>. Acesso em: 09 de agosto de 2022
6. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Situação da seca observada nas regiões norte e nordeste do Brasil em 2016. https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/trabalho_tecnico_02-2017.pdf Acesso em: 03 de dezembro de 2023
7. Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). 2021 Nota Técnica 01 – *Incêndios Florestais no Pantanal 2020*
8. EMBRAPA. [webambiente/pantanal.txt](https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br/webambiente/wiki/doku.php?id=webambiente:pantanal). Última modificação: 01/04/2022 (edição externa) <https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br/webambiente/wiki/doku.php?id=webambiente:pantanal> Acesso em: 02 de janeiro de 2024
9. Tomas, WM. Distance sampling surveys reveal 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal, Brazil. *Scientific Reports*, 2021, 11.1: 23547
10. Ubaid, FK (2014). **Efeitos do fogo sobre comunidades de aves no Pantanal Mato-Grossense**
11. Caumo S, Lázaro WL, Sobreira Oliveira Jr, E Beringui K, Gioda A, Massone CG, ... & Hacon, S. (2022). Human risk assessment of ash soil after 2020 wildfires in Pantanal biome (Brazil). *Air Quality, Atmosphere & Health*, 15(12), 2239-2254
12. Gioda A, Mateus VL, Hacon SS, Ignotti E, Gomes RGS, Pedreira MFS, Godoy JM, Dallacort R, Loureiro ALM, Morais F, Artaxo P. Avaliando a influência da queima de biomassa decadal na composição do material particulado na Amazônia suequatorial: revisão de literatura, sensoriamento remoto, especiação química e aplicação de aprendizado da máquina. *Forestry Science Na Acad. Bras. Ciênc.* 95 (suppl 2)2023
13. Navarro, K. Wildland firefighter smoke exposure and risk of lung cancer and cardiovascular disease mortality. *Environmental Research*, v. 173, p. 462-468,

2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30981117/>. Acesso em: 11 mar. 2024
14. Alho Cleber JR, Mamede SB, Benites M, Andrade BS, Sepúlveda JJO. Ameaças à biodiversidade do pantanal brasileiro pelo uso e ocupação da terra. *Ambient. Soc.*, 2019; 22: e01891
 15. Barcellos C, Hacon SS. Um grau e meio. E daí? *Cad. Saúde Pública*, 2016; 32:3 e00212315
 16. Martin DRFS. 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, 2020
 17. Freitas CM, Silva DRX, Sena ARM, Silva EL, Sales LBF, Carvalho ML. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. *Ciênc. saúde coletiva*, 2014; 19:3645-3656
 18. Morello T, Martino S, Duarte AF, Anderson L, Davis KJ, Silva S et al. *Fire, Tractors, and Health in the Amazon: A Cost-Benefit Analysis of Fire Policy*, 2019; 95:409-434
 19. 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* on line. 2016, volume 1, p.1-15
 20. Ignotti E, Valente JG, Longo KM, Freitas SR, Hacon SS, Artaxo P. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. *Revista Saúde Pública*, v. 44, n. 1, p. 121-130, 2010b
 21. Oliveira IND, Oliveira BFAD, Silveira IHD, Machado LMG, Villardi JWR, & Ignotti, E. (2023). Poluição do ar por queimadas florestais como risco ambiental para milhões de habitantes da Amazônia brasileira: um indicador de exposição para a saúde humana. *Cadernos de Saúde Pública*, 39, e00131422
 22. Bitencourt DP, Maia PA, Ruas AC, Cunha IA. Trabalho a céu aberto: passado, presente e futuro sobre exposição ocupacional ao calor. *Rev bras saúde ocup* [Internet]. 2023;48:edcinq13. Available from: <https://doi.org/10.1590/2317-6369/36022pt2023v48edcinq13> Acesso: 22 de fevereiro de 2024
 23. Guarnieri M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. *Lancet*. 2014;383(9928):1581-1592. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60617-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60617-6)
 24. Malachias MVB. VII Diretrizes brasileiras de hipertensão. *Arq Bras Cardiol*. Sociedade Brasileira de Cardiologia. 2016. Disponível em: http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2016/05_HIPERTENSAO_ARTERIAL.pdf Acesso: em 06 de outubro de 2024
 25. Smith DL, DeBlois JP, Kales SN, Horn GP. Cardiovascular strain of firefighting and the risk of sudden cardiac events. *Exerc Sport Sci Rev*. 2016;44(3):90-7
 26. Associação Médica Brasileira (AMB). Brasil: São Paulo, 2011. Base de dados Disponível em: <http://www.amb.org.br> Acesso em: 06 de outubro de 2024
 27. Zhao J, Li M, Wang Z, Chen J, Zhao J, Xu Y ... & Xie J. (2019). Papel do PM 2,5 no desenvolvimento e progressão da DPOC e seus mecanismos. *Pesquisa respiratória*, 20, 1-13
 28. Azambuja RL, Lopes AJ Orientações para os testes de função pulmonar: espirometria. *Pulmão RJ* 2018;27(1):5-10
 29. Moshhammer H; Hutter HP; Neuberger M. Gas cooking and reduced lung function in school children. *Atmospheric Environment*, v. 40, n.18, p. 3349-3354, 2006
 30. GBD 2017 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories,

- 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018;392(10159):1736-88. Erratum in: *Lancet*. 2019;393(10190):e44. Erratum in: *Lancet*. 2018;392(10160):2170
31. Mansur AP, Favarato D. Trends in mortality rate from cardiovascular disease in Brazil, 1980-2012. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(1):20-5
 32. Nogueira JB. Air pollution and cardiovascular disease. *Rev Port Cardiol*. 2009;28(6):715-33. Review
 33. Patuwo TP, Wagner GS, Ajjola OA. Comparison of Teaching Basic Electrocardiographic Concepts with and without ECGSIM, an Interactive Program for Electrocardiography. *Computers in Cardiology* 2007; 34:61-64. 2
 34. Smith D L. (2019) "The relation of emergency duties to cardiac death among US firefighters". *The American Journal of Cardiololy* 123 (5): 736-41
 35. Martin DRFS. (2024). Efeitos de uma intervenção multiprofissional de promoção do estilo de vida saudável no risco cardiometabólico, em Bombeiros Militares do Distrito Federal
 36. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med*. 2003;33(12):889-919
 37. Base LH, Oliveira JRDC, Maia LCP, Antão JYFDL, Ferreira Filho C, & Ferreira, C. (2020). Efeito da poluição atmosférica na modulação autonômica da frequência cardíaca em indivíduos com excesso de peso. *Einstein (São Paulo)*, 18, eAO5100
 38. Colombini MP. (2008). Poluição atmosférica e seu impacto no sistema cardiovascular. *Einstein (São Paulo)*, 221-226. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-510280> Acesso em: 29 de outubro de 2024
 39. Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Nefrologia. *VII Diretrizes Brasileiras de Hipertensão*. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(Supl.3):1-83
 40. 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 online*, 39 2016, v. 1, p. 27, jan. 2016. Disponível em: <https://www.rpsso.pt/principaisriscos-e-fatores-de-risco-ocupacionais-associados-aos-bombeiros-eventuaisdoencas-profissionais-e-medidas-de-protecao-recomendadas/> Acesso em: 05 de outubro de 2024
 41. Antonio Claudio LN, Rodrigues RTC, Teixeira C. Estresse mental e hipertensão arterial sistêmica. *Rev Bras Hipertensão* 2007, vol. 14(2):94-97
 42. Bitencourt DP, Ruas AC; Maia PA. Análise da contribuição das variáveis meteorológicas no estresse térmico associada à morte de cortadores de cana-de-açúcar. *Caderno de Saúde Pública*, v. 28, n.1, p. 65-74, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2012000100007 Acesso em: 05 de outubro de 2024
 43. Gaughan D, Siegel P, Hughes M, Chiung-Yu C, Brandon F, Corey R. Arterial stiffness, oxidative stress and smoke exposure in wildland firefighters. *American Journal of Industrial Medicine*. 2014, 57, 748- 756
 44. Adetona O, Hall D, Naeher L. Lung function changes in world land firefighters working at prescribed burns. *Inhalation Toxicology*. 2011, 23 (13), 835-841
 45. Cavaillon, JM (2001). Pro-versus anti-inflammatory cytokines: myth or reality. *Cellular And Molecular Biology-Paris-Wegmann-*, 47(4), 695-702

46. Monastero RN, & Pentyala, S. (2017). Cytokines as biomarkers and their respective clinical cutoff levels. *International journal of inflammation*, 2017(1), 4309485
47. Eik Filho, W. Blood levels of pro-inflammatory and anti-inflammatory cytokines during na oral glucose tolerance test in patients with symptoms suggesting reactive hypoglycemia. *Braz J Med Biol Res*, v.49, n.8, p.1-5. 2016 DOI: 10.1590/1414-431X20165195
48. Rao X, Zhong J, Brook RD, Rajagopalan S. Effect of Particulate Matter Air Pollution on Cardiovascular Oxidative Stress Pathways. *Antioxid Redox Signal*. 2018;28(9):797-818. <https://doi.org/10.1089/ars.2017.7394>
49. Künzli N, Jerrett M, Mack WJ, Beckerman B, LaBree L, Gilliland F. Ambient air pollution and atherosclerosis in Los Angeles. *Environ Health Perspect*. 2004; 113: 201-6
50. Ranzani OT. Association of Ambient and Household Air Pollution With Bone Mineral Content Among Adults in Peri-urban South India. *JAMA Network Open*, v. 3, n. 1, p. e1918504-e1918504, 2020. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.18504
51. Haidari M. Evaluation of C-reactive protein, a sensitive marker of inflammation, as a risk factor for stable coronary artery disease. *Clin Biochem*, v. 34, n. 4, p. 309-315, 2001
52. Rudež G, Janssen NA, Kilinc E, Leebeek FW, Gerlofs-Nijland ME, Spronk HM, ... & de Maat, MP (2009). Efeitos da poluição do ar ambiente na hemostasia e inflamação. *Perspectivas de saúde ambiental*, 117 (6), 995-10

ARTIGO III

Narrativa sobre a vivência de brigadistas no combate aos incêndios florestais no Pantanal Brasileiro: o terceiro olhar.

Narrative on the experiences of firefighting brigadiers in combating wildfires in the Brazilian Pantanal: the third perspective.

Carla Simone Giroto de Almeida Pina

Sandra Hacon

Darwin Renne Florêncio Cardoso

Eliane Ignotti

[Preparado de acordo com as normas de publicação da Revista Brasileira de Saúde Ocupacional (Online ISSN 2317-6369). Conceito B1 para Ciências Ambientais segundo Qualis Capes (2017-2020). Situação da submissão: submetido em 26 de junho 2025 (Em andamento)].

Resumo

A origem deste estudo se deu no XII Congresso Internacional “*Wild Fire*” realizado no Brasil em 2019, que evidenciou importantes lacunas científicas sobre os efeitos a saúde de bombeiros e brigadistas, decorrentes da exposição aos poluentes emitidos pela queima de biomassa. Durante o referido congresso observou-se e discutiu-se a carência de estudos no Brasil sobre as consequências da exposição ao calor extremo e fumaça nos profissionais que atuam na linha de frente no combate ao fogo no bioma Pantanal e Amazonia. O número de focos de queimadas durante o período de seca nesses biomas é muito representativo para a saúde humana e silvestre. Em 2020 a seca intensa, acarretou um aumento de 194% em relação as queimadas de 2019. Em 2022, a Coordenação de Vigilância em Saúde Ambiental do Ministério da Saúde apoiou um estudo para caracterizar e identificar os efeitos à saúde decorrentes da exposição aguda e crônica aos poluentes de incêndios florestais em brigadistas e bombeiros militares, no Pantanal Mato-grossense. O presente estudo aborda as narrativas de brigadistas no enfrentamento ao fogo por meio das suas histórias, memórias e vivências, durante os incêndios florestais no Pantanal em 2023. Essas narrativas elucidam como esses trabalhadores constroem suas experiências sobre a cultura de segurança e a percepção dos riscos. Logo, compreender o que acontece no cotidiano dos brigadistas durante e após o combate aos incêndios no Pantanal se torna imprescindível para auxiliar os órgãos competentes na construção de uma política pública, que contemple a percepção de risco a saúde humana, e a importância do bem-estar e condições de segurança dos trabalhadores.

Palavras-chave: Combate ao fogo, exposição a fumaça, saúde ocupacional, efeitos na saúde, percepção de risco e segurança do trabalhador.

Abstract

The origin of this study dates back to the 12th International “*Wild Fire*” Congress held in Brazil in 2019, which highlighted significant scientific gaps regarding the health effects on firefighters and brigadiers due to exposure to pollutants emitted by biomass burning. During the congress, the lack of studies in Brazil on the consequences of exposure to extreme heat and smoke among frontline fire combat professionals in the Pantanal and Amazon biomes was observed and discussed. The number of wildfire outbreaks during the dry season in these biomes is highly significant for both human and wildlife health. In 2020, severe drought led to a 194% increase in wildfires compared to 2019. In 2022, the Environmental Health Surveillance Coordination of the Brazilian Ministry of Health supported a study to characterize and identify the health effects resulting from acute and chronic exposure to forest fire pollutants among brigadiers and military firefighters in the Pantanal region of Mato Grosso. The present study focuses on the narratives of brigadiers confronting fire, shared through their stories, memories, and lived experiences during the 2023 wildfires in the Pantanal. These narratives shed light on how these workers construct their experiences regarding safety culture and risk perception. Therefore, understanding what occurs in the daily lives of brigadiers during and after wildfire combat in the Pantanal is essential to assist authorities in developing public policies that address human health risk perception and emphasize the importance of worker well-being and safety conditions.

Keywords: Firefighting, smoke exposure, occupational health, health effects, risk perception, worker safety.

A contextualização

A origem deste estudo se deu no XII Congresso Internacional “*Wild Fire*” realizado no Brasil em 2019 (<https://www.cbm.df.gov.br/5950-congresso-internacional-wild-fire-2019>), que evidenciou importantes lacunas científicas sobre os efeitos na saúde de bombeiros e brigadistas, decorrentes da exposição aos poluentes emitidos pela queima de biomassa. Embora a qualidade do ar e as estratégias de combate ao fogo integrem a agenda socioambiental de eventos científicos de relevância internacional, foi possível constatar, à época, a escassez de estudos no Brasil sobre os impactos da exposição aguda e crônica ao calor extremo e fumaça emitida pela queima de biomassa entre profissionais que atuam diretamente na linha de frente do combate a incêndios em áreas de floresta tropical, como o bioma Pantanal. Somente naquele ano, o Pantanal registrou 17.577 focos de calor até o final do mês de setembro, maior número desde 1998 no mesmo período (INPE, 2020).

O número de focos de queimadas no bioma Amazônico e Pantanal apresenta oscilações durante os anos, contudo, em 2020 a quantidade de queimadas no Pantanal superou o bioma Amazônico. De acordo com dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) o Brasil apresentou o maior número de focos de queimadas em 2020, comparando com outros países do mundo, apresentando um aumento de 194% em relação a 2019 (CEMADEN, 2020).

Dependendo das características do Bioma, a paisagem conserva a saúde ecológica da terra por meio do ciclo natural do fogo, mas os efeitos adversos à saúde humana associados à exposição das emissões pelos incêndios florestais e queimadas produzem impactos significativos na saúde pública (Wayne, 2018). Apesar dos incêndios florestais serem evitáveis, nos períodos de seca, eles se concentram nos meses de maio a outubro, com variações decorrentes das mudanças climáticas, afetando principalmente os biomas da região conhecida como “Arco do Fogo”, no qual estão a Amazônia, o Cerrado e o Pantanal (Brasil, 2024). No Mato Grosso estão presentes os três biomas, com importante biodiversidade e nascentes de rios que formam e abastecem as bacias hidrográficas do Amazonas, do Pantanal e do Tocantins (Soares, et. al., 2025).

De acordo com o relatório *The Limits of Livability do Global Climate and Health Alliance* (2021) os incêndios florestais afetam populações por meio de episódios de qualidade do ar extremamente críticos, causando cerca de 339.000 mortes prematuras por ano em todo o mundo. Anderson et al. (2019) enfatizam que o aumento no número de desastres associados a incêndios florestais no mundo está relacionado ao aumento

da ocorrência de secas extremas, e estudos demonstram que esse risco é evidente em países como o Brasil. Eventos climáticos extremos, que incluem as ondas de calor, secas e incêndios florestais, impactam à saúde humana, meios de subsistência, bens e ecossistemas e a economia local e regional (IPCC, 2019; Barros, 2016).

As queimadas no Pantanal estão cada vez mais persistentes e letais, e já queimaram milhares de hectares em um curto período, trazendo impactos consideráveis à saúde humana e silvestre, à economia e à biodiversidade (ICV, 2020). O trabalho de combate aos incêndios florestais é considerado desgastante em função das altas temperaturas, além da sobrecarga e situações de riscos à saúde, inerente a atividade. Levando-se em conta as condições de trabalho, quando não adequadas, os problemas e os riscos podem ser agravados, o que irá refletir nos níveis de segurança e bem-estar dos brigadistas (Brasil, 2024). Ainda que o trabalho realizado por brigadistas seja essencial para o meio ambiente, as ações de atenção à saúde e a segurança desses trabalhadores nem sempre são incorporadas às medidas de enfrentamento do problema dos incêndios florestais no Brasil.

Em 2022, a Coordenação de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM/DSAST/SVSA/MS) do Ministério da Saúde financiou um estudo voltado à caracterização e identificação dos impactos à saúde resultantes da exposição aguda e crônica aos poluentes de incêndios florestais em brigadistas e bombeiros militares, especificamente, no Pantanal Mato-grossense. Este artigo tem por objetivo descrever o relato de vivências, memórias e experiências dos brigadistas que vêm atuando no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-grossense e em seu entorno.

Por que avaliar a experiência, memória e vivência dos brigadistas que atuam no Pantanal?

O brigadista florestal é o trabalhador que atua como protagonista nas ações de prevenção e combate aos incêndios florestais, no Brasil. A maioria desses profissionais é do sexo masculino, totalizando 67,5%, com nível de escolaridade até o ensino médio completo ou não (90%) (Queiroz *et al.*, 2021). Essas características também são apresentadas em estudos internacionais, que apontam uma predominância de trabalhadores do sexo masculino, geralmente na faixa etária de 31 a 44 anos (Vilas Boas, 2019; Estes; Marsh; Castilho, 2011).

Para desempenhar atividades na prevenção e no combate a incêndios florestais e prestar os primeiros socorros, dentro de uma área preestabelecida, existem as

brigadas de incêndios florestais que são formadas por grupos organizados de trabalhadores, contratados pelo governo federal (IBAMA) ou governos locais e/ou pelo setor privado, no caso das fazendas, ou ainda voluntários. Estes trabalhadores contratados pelos governos estaduais e federais, atuam ainda em ações de educação ambiental, gestão territorial e monitoramento dos incêndios florestais sob o comando do coordenador estadual do Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo) em áreas federais. No caso de unidades de conservação sob o comando do chefe de unidade e do gerente do fogo (ICMbio, 2021).

A atuação e distribuição dos brigadistas variam conforme os métodos de combate ao fogo adotados, que podem ser diversos e envolvem técnicas e ferramentas igualmente diversas. Assim, os fatores e as situações de riscos à saúde se diferenciam em cada um dos processos de trabalho (ICMbio, 2010; Corpo de Bombeiros Militar de Goiás, 2017). Para compreendermos esses riscos, é necessário entender a dinâmica das queimadas e os fatores que influenciam sua ocorrência.

A origem das queimadas no ambiente rural do Brasil está associada com o meio de produção, no qual tem o fogo como solução econômica e rápida para geração de renda na agricultura e pecuária, com isso o aumento das queimadas no bioma está diretamente ligado ao processo de desmatamento e manejo de áreas agrícolas e pecuárias culturalmente praticadas, como mencionado (De Avila, 2019; May, 2019, Fuchs, 2020). Além da frequência e extensão territorial dos incêndios florestais nos biomas brasileiros, a composição físico-química da fumaça e dos gases tóxicos é motivo de preocupação, considerando seus efeitos nocivos sobre a saúde daqueles diretamente expostos, conforme detalhado a seguir. Na fumaça são encontradas partículas sólidas ultrafinas, finas e grossas, vapores; gases tóxicos como CO, CO₂, metano, black carbono, SO₂, formaldeído; metais pesados; resíduos de pesticidas e dioxinas; hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e compostos orgânicos com alta volatilidade (Caumo *et al.*, 2022).

Esta composição depende do tipo de combustível desencadeador da queima; teor de umidade; temperatura; e condições de vento (Caumo *et al.*, 2022, Freitas *et al.*, 2014), que são diferentes entre biomas, aumentando a inflamabilidade e o nível de exposição. As partículas de aerossol influenciam a saúde de acordo com o tamanho do diâmetro da partícula e variabilidade de composição química. A origem do material particulado (MP) parte das atividades industriais, do tráfego de automóveis, de processos de combustão

de materiais de construção, de fontes naturais como a queima de biomassa (incêndios) (APA, 2024; Tofful *et al.*, 2021).

Na estação seca os incêndios florestais têm efeitos adversos sobre a saúde humana, uma vez que aumentam a emissão de MP, aumentando a degradação da qualidade do ar para outras regiões devido a ação do vento associada a circulação atmosférica, o que aumenta o número de hospitalizações e mortes, tendo como a principal causa a poluição gerada pelos incêndios (Butt *et al.*, 2020; Rocha & Sant'anna, 2022; Urrutia_Pereira *et al.*, 2021; Barcellos & Hacon, 2016). O desastre socioambiental da magnitude do que ocorreu no Pantanal em 2020 e vem se repetindo ano após ano, afetou significativamente diferentes grupos sociais. Neste cenário, destaca-se especialmente a situação daqueles que atuam diretamente na linha de frente do combate aos incêndios, enfrentando temperaturas extremas e condições adversas. Durante a queima, a temperatura do ar pode variar de 85°C a 840°C e a do solo de 29° C a 55° C a 1 cm de profundidade (Frizzo *et al.*, 2011).

O combate aos incêndios florestais é um trabalho muito desgastante, em função principalmente da proporção a que o fogo pode chegar somada a toda a sobrecarga e a situações de riscos à saúde, próprias dessa atividade (BRASIL, 2024). Quando as condições de trabalho não são adequadas, esses problemas são agravados, refletindo-se na saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores, principalmente dos brigadistas florestais. Os incêndios no Pantanal geralmente ocorrem em áreas de difícil acesso e mobilidade, o que intensifica os desafios enfrentados pelas equipes de combate ao fogo. O grupo de controle do fogo inclui bombeiros, brigadistas e civis, a guarda nacional em emergências, além daqueles que dependem economicamente de recursos e serviços ecossistêmicos degradados como trabalhadores rurais, profissionais do setor de turismo da região, populações indígenas e tradicionais. Com exceção dos brigadistas e bombeiros, a maioria desses trabalhadores não possui formação ou experiência no controle de incêndios florestais, o que os torna ainda mais vulneráveis aos efeitos da exposição à fumaça, ao calor intenso, ao esgotamento físico, aos problemas mentais, entre outros. Ainda podem causar uma série de efeitos psicofisiológicos em brigadistas e bombeiros, decorrentes tanto do esforço físico, como do intenso estresse enfrentado em situações extremas.

A exposição ao fogo e as altas temperaturas desencadeiam uma série de efeitos como a desidratação, exaustão pelo calor, câimbras podendo chegar a insolação e a morte. Mas, dificilmente esses trabalhadores reclamam dessa situação de degradação

humana, e de seus direitos a saúde e a dignidade humana. Percebem o risco a saúde física, como a exposição a fumaça, impactos da inalação e da respiração, redução da capacidade pulmonar, intoxicação por monóxido de carbono, além de queimaduras nos pés, braços, pernas que podem ser graves, e mesmo assim continuam todo compromisso com o trabalho.

A proximidade da emissão dos poluentes aumenta a vulnerabilidade do grupo de combatentes, expondo-os ao contato com partículas multipoluentes e em maior concentração que a população em geral (Freitas *et al.*, 2014). Além dos riscos associados à exposição à poluição, a intensa carga de trabalho por dias e horas em locais de difícil acesso, a utilização de equipamentos de proteção respiratória inadequados para filtragem de material particulado e gases tóxicos, a ineficiência do dispositivo de proteção quando combate à queimada, em função do aumento da demanda fisiológica em relação ao calor e ao esforço físico, maior esforço de comunicação e aumento da necessidade de conservação e renovação do ar (Freitas *et al.*, 2014; INMET, 2017). Não obstante, atributos biológicos como idade, hábitos de vida, doenças pré-existentes e diferentes processos e vínculos de trabalho podem acentuar a perda de resiliência biológica e a vulnerabilidade desses efeitos, podendo comprometer o sistema imunológico (Freitas *et al.*, 2014; Cheung, 2016).

Diante desse cenário de trabalhadores humildes, os brigadistas, que parecem não perceber os efeitos das desigualdades em cascata, pelo aumento da intensidade e gravidade de eventos extremos das mudanças climáticas, como incêndios florestais, ondas de calor e tempestades tropicais, os quais eles estão expostos, e se torna cada vez mais desafiador estar exposto a atividades laborais que comprometem a vida desses trabalhadores.

Para tanto, documentar o que acontece no cotidiano dos brigadistas antes, durante e após o combate aos incêndios, seja no Pantanal, floresta Amazônica, Mata Atlântica ou qualquer outro bioma, se torna imprescindível reconhecer a segurança desses trabalhadores. A literatura nacional, embora ainda escassa, revela elevada frequência de doenças e agravos a saúde relacionados aos processos de trabalho dos brigadistas florestais, como os acidentes de trabalho, cansaço físico, dor lombar, tosse persistente, hipertensão arterial, diabetes, úlcera, problemas renais e de próstata (Queiroz *et al.*, 2021; Fiedler; Rodrigues; Medeiros, 2004). Porém as evidências mais robustas relacionadas aos efeitos à saúde desses trabalhadores são oriundas da literatura internacional, que corrobora com as evidências testemunhadas nesse estudo,

em especial, estresse pós-traumático e depressão (Niosh, 2007; 2016; Adetona et al., 2016; Groot et al., 2019; Rice et al., 2021; Vilas Boas; Coelho, 2019; Pinkerton et al., 2020).

Proposta inicial

O grupo de pesquisadores pertencentes a instituições públicas de ensino e pesquisa como a Universidade do Estado do Mato Grosso – UNEMAT e a Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz, estruturou um projeto de extensão e pesquisa apoiado financeiramente pelo Ministério da Saúde (MS) TED 50, tendo como motivação a tragédia ambiental que ocorreu no Pantanal no ano 2000, quando 30% do bioma foi perdido com os incêndios florestais, O objetivo do estudo foi: Pesquisar os efeitos à saúde decorrentes da exposição aguda e crônica aos poluentes de incêndios florestais em grupos vulneráveis como brigadistas e bombeiros atuantes na mitigação dos incêndios do Pantanal Mato-grossense. Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP), sob o número CAAE: 39891620.0.0000.5240 e seguiu as normas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde do Brasil de acordo com as resoluções CNS 466/2012 e CNS 510/2016 e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que foi lido e assinado pelos participantes voluntários para a pesquisa.

Local do Estudo

O Pantanal no Brasil é o bioma com maior extensão, ocupando 1,8% da área total do território, considerado uma das maiores extensões úmidas do planeta, sofre influência direta de três biomas importantes: Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica (Brasil, 2024). O estudo foi realizado no Pantanal Mato-grossense e seu entorno, englobando os municípios de Cuiabá, Barão de Melgaço, Chapada dos Guimarães, Livramento, Poconé, Santo Antônio do Leverger, em função da facilidade de acesso e logística para a coleta e realização dos exames (Figura 1).

Figura 1. Mapa com a localização da Brigada do Prevfogo e dos municípios inseridos no estudo pertencentes ao Pantanal e entorno.



Amostra

A participação no estudo foi voltada para os brigadistas florestais (MS) e os profissionais do corpo de bombeiros que atuavam ou atuam no combate aos incêndios florestais. Nos municípios de Cuiabá e Barão de Melgaço, Chapada dos Guimarães, Livramento, Poconé, Santo Antônio do Leverger. Os principais critérios para a participação no estudo foram: ser brigadista do PrevFogo e atuar no controle e combate ao fogo em incêndios e queimadas no Pantanal no estado do Mato Grosso e em seu

entorno. A amostra da pesquisa teve a participação voluntária de 29 brigadistas, e como critério de exclusão, estabeleceu-se a não participação daqueles que estiveram ausentes, ou seja, não atuaram em nenhum ciclo da Temporada de Incêndios Florestais (TIF) durante o desenvolvimento da pesquisa em 2023.

O convencimento

Para o desenvolvimento do projeto de pesquisa, foi necessária a anuência dos órgãos envolvidos, uma vez que a população a ser estudada incluía indivíduos vinculados a instituições públicas, no caso dos Brigadistas, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e suas chefias regionais. Essa etapa inicial foi marcada por desafios relacionados ao convencimento das instituições, considerando a sensibilidade do tema e o perfil dos envolvidos, ficando acordado que o estudo seria conduzido exatamente onde ocorreu o maior desastre dos últimos 100 anos no bioma Pantanal.

Para viabilizar o projeto, ofícios foram encaminhados para às instituições responsáveis (IBAMA e ICMBio), solicitando reuniões presenciais com os coordenadores dos grupos de trabalhos (Brigada). Para que apresentássemos a proposta do estudo e sua importância, pois no Brasil seria o primeiro a ser realizado com indivíduos que atuam em incêndios florestais, especificamente no Pantanal. Após insistentes tentativas por meio de ofícios, telefonemas e mensagens via *WhatsApp*, conseguimos a autorização para realizar um primeiro contato com os brigadistas. Ainda assim, não tínhamos a garantia de participação deles., pois se trata de um ato voluntário participar da pesquisa.

O campo (o início) e as instituições participantes

O projeto previa reuniões para conhecer o grupo de indivíduos a serem estudados, explicar a importância da pesquisa e como aconteceriam as etapas de coleta de dados. Iniciamos o campo com a primeira visita na Brigada com sede no município de Cáceres, município localizado a 220 km da capital Cuiabá, a sede da brigada está localizada aproximadamente 95 km da sede do município, no Assentamento Limoeiro. No Assentamento Limoeiro está a única Brigada do PrevFogo em Mato Grosso, os brigadistas do Prevfogo atuam em áreas de responsabilidade do ICMBio, em comunidades rurais e indígenas, composto por um grupo de profissionais contratados.

O trajeto até o Assentamento é composto por um trecho de asfalto (55km) e outro de estrada de terra (40km), o que na época das chuvas fica quase impossível acesso

com carro de passeio. Conseguimos o transporte por meio da parceria com a Universidade do Estado do Mato Grosso (Unemat). Saímos do município às 6:00 horas da manhã, para iniciar as atividades às 9:00h, numa casa com poucos recursos, local onde funciona como sede da Brigada, realizamos uma conversa informal, na qual todos os presentes se apresentaram dizendo o nome, idade, estado civil, o tempo de trabalho como brigadista e a sua percepção sobre o trabalho realizado.

Este primeiro contato aconteceu depois de finalizado o Processo Seletivo dos brigadistas que iriam atuar em 2023, esta espera atrasou o início dos nossos trabalhos, pois para compor o quadro de brigadistas, o indivíduo passa por uma seleção, que tem como critérios: aptidão física, manuseio das ferramentas, trabalho em grupo e tempo de trabalho, este processo acontece uma vez ao ano, sempre no primeiro semestre, ele é obrigatório para todos (brigadista, chefe de brigada e esquadrão).

O contrato de trabalho é feito por um período de seis meses, sem nenhum vínculo empregatício, assim, os brigadistas não recebem benefícios como férias, 13º salário, e não há garantias de recontrato no ano seguinte. Também, não fazem nenhum exame de saúde para realizar atividades extremamente estressantes, com impactos para a saúde física e mental. Não existe nenhum tipo de assistência médica, caso aconteça algum incidente durante o trabalho de combate aos incêndios, eles precisam procurar por uma unidade de saúde pública ou privada. Para ficarem aptos ao trabalho os brigadistas selecionados recebem um treinamento diferente da corporação dos bombeiros que são servidores públicos e têm seus direitos trabalhistas garantidos. Pela apuração, compreendeu-se que a capacitação conta com menos recursos técnicos e menos horas, ou seja, são negligenciados como mão de obra que exige menor dispêndio do erário, porém expostos à frente da atividade pesada do combate às chamas.

Conforme o ICMbio (2021), anualmente são contratados cerca de 1.600 brigadistas por meio de processo seletivo público para todo o Brasil, nos períodos mais tendentes à ocorrência de incêndios florestais e queimadas. Do mesmo modo que o Centro Nacional de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais – PrevFogo contrata cerca de 1.700 brigadistas temporários. Estas contratações respondem à necessidade temporária de excepcional interesse público, e não contam com a garantia de direitos trabalhistas e previdenciários, ainda que estejam expostos anualmente por alguns meses sucessivos, aos riscos ocupacionais e ambientais (Brasil, 2024).

O estudo em campo teve seu início no primeiro semestre de 2023 e encerrando com as análises dos dados no final de 2024, com duração aproximada de 24 meses.

A coleta de dados

Para a coleta de dados foram realizadas reuniões para acordo de corresponsabilidade na pesquisa, leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e neste momento realizada a comunicação dos dias de coleta e horário para cada um dos locais. A primeira etapa consistiu na realização de todos os exames (Espirometria, Raio X do tórax, Eletrocardiograma, exames de sangue e urina) no período das chuvas, antes do início das queimadas, contou com uma entrevista individual por meio de um questionário pré-estabelecido, no qual contemplou anamnese completa com histórico de atividade profissional, hábitos de vida e comorbidades, a verificação dos dados antropométricos e vitais (circunferência do pescoço, abdominal e quadril, peso, estatura, pressão arterial, frequência cardíaca, saturação, temperatura). Para a realização dos exames, os brigadistas foram levados de Cáceres para Cuiabá com a cooperação da UNEMAT cedendo o transporte, pois as clínicas especializadas se concentravam na capital.

A segunda etapa do estudo consistiu na realização de todos os exames da primeira etapa, no retorno do ciclo da TIF, no mesmo dia ou caso retornassem a noite, no dia seguinte. Os exames laboratoriais foram coletados seguindo as mesmas regras da primeira etapa com exceção do jejum. As planilhas com as anotações diárias em campo foram recolhidas a cada troca de equipes. Todos os resultados dos exames laboratoriais, de imagem e dados antropométricos foram digitados numa planilha específica e analisados.

A vivência

Apesar de todo o conhecimento adquirido com as reuniões, relatos das experiências, leituras de artigos científicos a respeito dos potenciais riscos, verificou-se que durante o processo de trabalho no combate a incêndios florestais, as ações para minimizar os riscos à saúde ainda são insuficientes. Embora escassa, a literatura científica produzida no Brasil, nos mostra alguns agravos e doenças relacionadas ao trabalho de brigadistas florestais e bombeiros militares, que são expostos a fatores nocivos durante todo o combate ao fogo, como condições de privação de sono, jornadas exaustivas de trabalho, dificuldades para obtenção de água potável e por vezes até de alimentos (Martin et al, 2020). Observamos e ouvimos relatos sobre as mesmas dificuldades apresentadas na literatura, vindas de falas impactantes e por vezes emocionadas.

De acordo com Oliveira & Oliveira (2020) estudos revelam condições de trabalho intensas, poucas pausas durante as ocorrências, sobrecarga de trabalho devido ao número elevado de focos de calor, escalas limitadas, privação de alimentação adequada e hidratação, chegando a jornadas de trabalho de até 24 horas sem interrupção, o que corrobora com o observado. Os brigadistas enfrentam horas de trabalho exaustivas de 10 a 12 horas por dia, de 8 a 15 dias em linhas de fogo vivenciando apuros e inseguranças. Muitos já estão neste trabalho há mais de vinte anos, enquanto outros foram recém-contratados, e ainda não vivenciaram o que é de fato enfrentar o combate ao fogo de perto.

Um estudo realizado na Serra da Canastra constatou que o alojamento não estava em boas condições, não ficava bem localizado estrategicamente e isso implicava no comprometimento do bom funcionamento da brigada, fazendo com que os brigadistas não se sentissem à vontade na hora de descanso, causando problemas na atuação durante o combate (Magalhães *et al.*, 2011). Na maioria dos locais no Pantanal não há alojamento adequado, as vezes os brigadistas ficam em barracas no meio da vegetação que está em chamas. No caso das mulheres brigadistas não há alojamento separado dos homens; no campo não há sinal de celular, apenas rádios amadores nas aldeias e/ou fazendas. Nem sempre o horário de descanso acontece no período noturno, podendo incidir no horário mais quente do dia, com isso não descansam e as vezes nem dormem.

Existem áreas cujos brigadistas são levados de helicóptero, pois não há como chegar de carro e/ou barco. Um dos relatos feitos durante a conversa, que nos marcou, foi um em que estavam numa linha de fogo há mais de 15 dias, e o fogo mudou de direção, fechando o grupo num círculo sem saída. Eles relataram que sofreram queimaduras e que perderam as botas, que não aguentaram a exposição ao calor e derreteram. Naquele episódio, eles não tinham a quem recorrer, pois não há assistência médica pós-trabalho de campo, e o treinamento de primeiros socorros é insuficiente. Os Brigadistas recebem treinamento antes de iniciarem as atividades, mas não são satisfatórios no que tange aos primeiros socorros, que devem usar caso ocorram acidentes e/ou adoecem durante o combate. Não são oferecidos treinamentos e cursos periódicos, o que ocasiona maiores riscos à saúde (Fieldler; Rodrigues; Medeiros, 2004).

Os riscos são comuns quando se trata de combate ao fogo no Pantanal, uma vez que o fogo se comporta de forma diferente, mesmo não aparecendo na superfície ele fica embaixo da terra, e quando os brigadistas vão se aproximando, sentem os pés

afundarem no fogo, e os sapatos utilizados não suportam a temperatura. Os relatos mais frequentes são em relação ao fogo, sobre locais de pastagens que queimam muito rápido e a dificuldade de intervenção é muito grande, pois o vento muda de direção várias vezes ao dia, formando redemoinhos de fogo, e sem comunicação adequada com a sede e/ou coordenação dos trabalhos, fica complexo o planejamento.

Alguns brigadistas relataram a experiência de combate ao fogo em mata fechada na Amazônia, como o treinamento é para o Pantanal, sentiram muita dificuldade em caminhar até chegar ao local do incêndio devido à alta umidade e o calor, mas que o combate ao fogo não foi difícil. O que é confirmado no estudo de Matthews (2014) e White *et al.* (2016) que mostra, que o elevado teor de umidade no material combustível reduz a capacidade de queima, uma vez que é necessário um alto gasto de energia para evaporar a água e só então, se originar o processo de combustão.

Durante o trabalho no Pantanal, relataram ainda que algumas aldeias os recebem bem outras não, e que nas fazendas locais não é diferente, moradores da região negam água para beber, e que o Prevfogo é tratado com preconceito. Há relatos, ainda que raros, cujos proprietários de terras foram contrários a presença dos brigadistas. A importância do trabalho dos brigadistas é inegável, e de acordo com a Nota Técnica do IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia) do dia 26/09/2024 o ano de 2024 foi marcado pela intensificação das queimadas e incêndios florestais nos biomas brasileiros, com destaque para o Pantanal, onde o uso do fogo está diretamente ligado ao manejo de pastagens. Foi registrado em 2024 no Pantanal, que 1.203.974 hectares foram queimados de janeiro a agosto, sendo a parte maior em Imóveis Rurais Grandes (IRG) que totalizou 74% da área queimada (IPAM, 2024).

As condições da água para consumo não são adequadas, quando acaba a quantidade levada para o campo, eles ingerem água de córregos e rios, o que nem sempre é possível, por vezes utilizam até a água que está sendo utilizada para o combate na bomba costal. Quanto a alimentação, quando o local é próximo da área urbana, recebem marmitas, mas quando são levados de helicóptero ou ficam em áreas distantes, além de levarem todo o material para combate, ainda levam os alimentos para serem feitos nas barracas, quando não há alojamento. Há localidades que doam a alimentação, mas como já relatado anteriormente com a água, com a alimentação não é diferente.

Combater incêndios florestais é notoriamente uma atividade deteriorante, aliada a todo o desgaste físico; contudo, se as condições de trabalho forem precárias, haverá comprometimento da segurança, dos níveis de saúde, bem-estar e satisfação do

trabalhador (Fiedler *et al.*, 2006). De acordo com o recomendado, os brigadistas realizam mais do que o dobro de atividade física moderada ou vigorosa da recomendação mínima para a saúde, que são 150 minutos semanais, apresentando uma sobrecarga cardiovascular elevada com mais de 50 minutos por dia (Martin, *et al.*, 2020).

O que observamos durante o desenvolvimento da pesquisa, foi que os brigadistas que atuam no combate ao fogo no Pantanal, exercem outras funções durante o período que estão sem contrato com o Prev-fogo, a grande maioria trabalha com pequenas roças, são pedreiros, peões de fazenda, tratoristas e nenhum faz uso da prática de atividade física para obter condicionamento físico. Relatam que o trabalho que é feito durante o contrato não se restringe a prevenir e combater fogo, mas que fazem reflorestamento nas áreas queimadas, manutenção dos parques estaduais (arrumam as trilhas, identificam locais perigosos, entre outras funções). Logo, é um trabalho descontinuado uma vez que após os 6 meses os contratos são encerrados, e na maioria das vezes todo o trabalho que é iniciado quanto a manutenção e plantio de árvores, não é finalizado.

Além de todos os riscos inerentes a profissão, equipamentos muitas vezes não adequados e pesados para as situações de combate, presença de animais peçonhentos e outros como jacarés, mosquitos vetores de doenças transmissíveis, exposição direta à poluição do ar e à fumaça. Ainda desenvolvem doenças de pele por transpirarem muito, combinado ao uso dos EPIs, com mais um agravante que no Pantanal ainda enfrentam áreas alagadas. Os brigadistas ainda sentem a pressão e a situação de tensão e estresse (medo da morte e tristeza com o que classificam como cobiça e falta de empatia dos que ateam fogo a natureza) que pode acarretar o desenvolvimento de transtornos mentais comuns, como a ansiedade e depressão, somado a tudo isso a precariedade do vínculo empregatício.

"(Nossa) vida não vale nada, né? Para a pessoa que coloca fogo e que muitas vezes está abrindo uma pastagem, derrubando a floresta para colocar pasto [...] essa pessoa não se importa com ninguém", disse um Chefe de uma Brigada do PrevFogo.

"A situação é extrema. Estamos na pior temporada de fogo [...] os mais velhos também nos dizem que eles nunca viram tanto fogo assim no nosso território. Eles estão preocupados assim como a gente", disse uma brigadista.

"Em vez de recuar, a ordem foi para que eles avançassem em direção a uma estrada. Foi tão perigoso que eles deixaram até os equipamentos para trás", relatou um brigadista.

"Quando a gente voltou no local para ver os equipamentos, estava tudo torrado", disse um brigadista de origem quilombola que atua em incêndios no Pantanal.

Entre o fogo e a resistência: aprendizados da atuação em campo no bioma Pantanal

Como lição aprendida, percebemos a necessidade de promover o reconhecimento do Brigadista Florestal pela sociedade, uma vez que o Corpo de Bombeiros já é uma instituição reconhecida por seu valor e importância na sociedade. Portanto, é fundamental implementar ações educativas que expliquem as atividades exercidas pelos brigadistas florestais durante todo o período do contrato, destacando a relevância desse trabalho, que é tão exigente e vital.

O Pantanal Mato-grossense está se degradando com a intensidade e constância dos incêndios florestais, decorrentes da degradação antropogênica somada aos efeitos das mudanças climáticas (Nobre; Marengo; Soares, 2019). Com isso, a contratação de brigadistas em números cada vez maior será imprescindível para que o trabalho de prevenção e combate ao fogo no Pantanal seja mais efetivo a cada ano. Uma vez que o trabalho na linha de frente é realizado por brigadistas florestais, coordenado e planejado com o apoio do Corpo de Bombeiros Militares. Portanto, estados e municípios terão que estar envolvidos e alinhados no processo de qualificação destes profissionais, sejam eles formalmente contratados como brigadistas ou voluntários.

Conforme constatado, além de enfrentarem todos os riscos inerentes ao trabalho, os brigadistas não têm garantia de recontração nos anos seguintes, com isso todo o trabalho preventivo que é feito pouco antes do início dos incêndios florestais, ou mesmo quando os incêndios não acontecem de maneira tão intensa, é paralisado e não tem continuidade. Uma vez que o contrato se encerra nos meses de novembro/dezembro de cada ano, se iniciando um novo processo seletivo apenas nos meses de maio/junho do próximo ano, fica uma janela de aproximadamente 5 meses no qual não acontece nenhum trabalho de prevenção de incêndios por falta de pessoal capacitado e contratado.

Durante o acompanhamento da pesquisa, observamos que o trabalho desenvolvido pelos brigadistas que atuam no Pantanal, não se resume a combater chamadas e sim, fazer todo o trabalho de reflorestamento dos parques estaduais e nacionais, manutenção das trilhas dentro dos parques, educação ambiental entre os fazendeiros instalados na região do Pantanal, entre outras atividades.

Somado a isso, as questões de saúde são preocupantes no que tange aos equipamentos de proteção individual, levando em consideração a qualidade, manutenção e armazenamento. O período no qual ficam sem trabalho, sem renda para sobrevivência, sem nenhuma assistência médica e/ou previdenciária caso algum incidente tenha ocorrido no período do contrato, faz com que atuem nas pequenas lavouras, criação de gado, construção civil, como diaristas continuando sem nenhum vínculo empregatício, ali mesmo no entorno do Assentamento.

Apesar de estarem sempre dispostos a participar todos os anos do processo seletivo, a saúde mental desses indivíduos não é considerada como um fator de risco durante e após o trabalho de combate ao fogo.

Encerrar este relato é, sobretudo, reafirmar a urgência de políticas públicas permanentes e estruturadas voltadas à valorização e à proteção dos brigadistas florestais. Os aprendizados desta experiência nos permitiram lançar um terceiro olhar — mais atento, sensível e comprometido — sobre a realidade desses trabalhadores, cuja atuação vai muito além do combate direto ao fogo. Eles desempenham um papel essencial na preservação ambiental, na reconstrução dos territórios degradados e na sustentação da vida no Pantanal. Reconhecer essa importância, garantir condições dignas de trabalho, os direitos trabalhistas e continuidade nas ações é investir na resiliência do bioma e na segurança e na saúde de todos os que dele dependem.

Recomendação

A comunicação de risco desempenha um papel crucial em situações de crises e emergências, contribuindo diretamente para mitigar o impacto. No caso dos brigadistas, a comunicação de risco adquire uma dimensão ainda mais relevante, porque é estratégico que eles tenham percepção e a compreensão dos riscos mais iminentes para entender como enfrentá-los e como reagir, principalmente no caso de um risco estar interligado a outros riscos.

Referências

<https://www.cbm.df.gov.br/5950-congresso-internacional-wild-fire-2019>

<https://pagina12.com.br/brasil/2024/09/17/24636-o-drama-dos-brigadistas-na-maior-temporada-de-fogo-em-14-anos-nossa-vida-nao-vale-nada>

<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2020/09/15/setembro>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971733512X>) Acesso em: 30 de agosto de 2024

Adetona, O. et al. Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public. **Inhalation Toxicology**. v. 28, n. 3, p. 95-139, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26915822/>. Acesso em: 11 mar. 2024

Anderson, L. O.; Marchezini, V.; Morello, T. F.; Cunningham, C. A. Modelo conceitual de sistema de alerta e de gestão de riscos associados a incêndios florestais e desafios para políticas públicas no Brasil. *Revista Territorium*, nº 26 (I), p. 45-63. 2019. Disponível em: https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/1647-7723_26-1_4/5166. Em 10/nov/2020 Acesso em: 02 de janeiro de 2024.

APA. 2024. Agência Portuguesa de ambiente. <https://apambiente.pt/ar-e-ruído/particulas-em-suspensao-pm> Acesso em: 01 de dezembro de 2024.

Barcellos C, Hacon SS. **Um grau e meio. E daí?** Cad. Saúde Pública., 2016; 32:3 e00212315.

Barros, H. H. D. Influência das secas severas na ocorrência de incêndios florestais e perdas de carbono no Sul da Amazônia, estudo de caso em terras indígenas / Heberton Henrique Dimas de Barros. --- Manaus: [s.n.], 2016. Disponível em: https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/5166/1/Heberton_Barros.pdf. Último acesso em: 09 de agosto de 2022.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Diretrizes de Vigilância em Saúde do Trabalhador: Brigadista florestal. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. 82p.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Diretrizes de Vigilância em Saúde do Trabalhador: Brigadista florestal. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. 82p.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Pantanal. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/pantanal> Acesso em: 07 de setembro de 2024.

Butt E. W., Conibeal L., Reddington C.L., Darbyshire E., Morgan W.T, Coe H., Artaxo P., Brito J., Knote C., Spracklen D.V. 2020. Grandes impactos na qualidade do ar e na saúde humana devido aos incêndios na floresta amazônica e na vegetação. *Ambiente Res. Commun* 2.

Caumo, S., Lázaro, W. L., Sobreira Oliveira Jr, E., Beringui, K., Gioda, A., Massone, C. G., ... & Hacon, S. (2022). **Human risk assessment of ash soil after 2020 wildfires in Pantanal biome (Brazil)**. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 15(12), 2239-2254.

CEMADEN, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais Impactos de Extremos de Secas e Fogo no Bioma Pantanal: outubro/2020. 2020. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/impactosde-extremos-de-secas-e-fogo-no-bioma-pantanal-setembro2020/> Acesso em: 01 de outubro de 2024.

Cheung SS, Lee JK, Oksa J. Thermal stress, human performance, and physical employment standards. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 2016; 41:S148-64

De Avila, S. R. S. Estudo exploratório sobre dinâmica do desmatamento em assentamentos localizados no território portal da Amazônia. *Retratos de Assentamentos*, v. 22, n. 1, p. 139- 152, 2019

Estes, C.R.; Marsh, S.M.; Castilho, D.N. Surveillance of traumatic firefighter fatalities: na assessment of four systems. **Public Health Reports**, v. 126, n. 4, p. 540-551, Jul./Aug. 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3115213/> Acesso em: 14 de outubro de 2024.

Fiedler NC, Azevedo INC, Rezende AV, Medeiros MB, Ventuoli F. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado Sensus Stricto na Fazenda Água Limpa-Df. *Revista Árvore*, 2004; 28:129-138.

Fiedler, N. C.; Rodrigues, T. O.; Medeiros, M. B. de. Análise das condições de trabalho de brigadistas de combate a incêndios florestais no Distrito Federal. **Floresta**, v. 34, n. 2, 2004.

Fiedler, N. C.; Rodrigues, T. O.; Medeiros, M. B. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal – estudo de caso. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 55-63, 2006.

Freitas CM, Silva DRX, Sena ARM, Silva EL, Sales LBF, Carvalho ML et al. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. *Ciênc. saúde coletiva*, 2014; 19:3645-3656.

Frizzo, T. L., Bonizario, C., Borges, M. P., & Vasconcelos, H. (2011). Uma revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. *Oecologia Australis*, 15(2), 365-379.

Fuchs, V. B. Expansão de fronteira impulsionada pela China na Amazônia: quatro eixos de pressão causados pela crescente demanda pelo comércio de soja. *Civitas-Revista de Ciências Sociais*, v. 20, n. 1, p. 16-31, 2020.

Goiás. **Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. Manual Operacional de Bombeiros**: prevenção e combate a incêndios florestais. Goiânia: CBMGO, 2017. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2015/12/MOB-FLORESTAL.pdf>. Acesso em 12 de outubro de 2024

Groot, E. et al. A systematic review of the health impacts of occupational exposure to wildland fires. **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health**, v. 32, n. 2, p. 121-140, 2019.

ICV. Instituto Centro da Vida. Ferramenta mostra aumento de 530% em queimadas no Pantanal em 2020. Disponível em: <https://www.icv.org.br/noticias/ferramenta-mostra-aumento-de-530-em-queimadas-no-pantanal-em-2020/> Acesso em: 25 de agosto de 2024.

INMET. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. SITUAÇÃO DA SECA OBSERVADA NAS REGIÕES NORTE E NORDESTE DO BRASIL EM 2016. https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/trabalho_tecnico_02-2017.pdf Acesso em: 03 de dezembro de 2024.

INPE. Banco de Dados de queimadas. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Acesso em: outubro de 2024.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. **Manual para formação de Brigadistas de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais**. Brasília, DF: ICMBio, 2010. Disponível em: <https://ava.icmbio.gov.br/mod/data/view.php?d=17&rid=3089> Acesso em: 14 de outubro de 2024

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. **Emergências Ambientais**. Brasília, DF: ICMBio, 2021. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/#/> Acesso em: 14 de outubro de 2024

IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Nota Técnica de 26 de setembro de 2024. <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/m1d00064.pdf> Acesso em: 30 de dezembro de 2024.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Relatório Especial Aquecimento Global de 1,5°C. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portugueseversion.pdf>. Acesso em: 09 de agosto de 2022.

Magalhães, S. R.; LLima, G. S.; Ribeiro, G. A. Avaliação ao combate de incêndios florestais no Parque da Serra da Canastra. *Floresta e Ambiente*, v. 18, n. 1, p. 80-86, 2011

Martin, D. R. F. S. et al. 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, 2020.

Matthews, S. Dead fuel moisture research: 1991-2012. *International Journal of Wildland Fire*, Clayton, v. 23, n. 1, p. 78-92, 2014

May, P. H. Dilema da privatização: efeitos distributivos das mudanças no direito de propriedade sobre recursos extrativistas. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 27, n. 4, p. 367-389, 2019.

Nobre, C. A.; Marengo, J. A.; Soares, W. R. *Climate Change Risks in Brazil*. [s.l.] Springer Nature, 2019

Oliveira, M. A.; Oliveira, S. S. A face humana do herói: análise do processo saúde-doença de bombeiros a partir de comunidades virtuais. **Interface – Comunicação, Saúde,**

Educação, p. e190252, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jicse/a/SgPr4HRvR6xx3V3Hxp3cpJH/?lang=pt>. Acesso em: 11 mar. 2024.

Pinkerton, L. et al. Mortality in a cohort of US firefighters from San Francisco, Chicago and Philadelphia: an update. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 77, n. 2, p. 84-93, 2020. Disponível em: <https://oem.bmj.com/content/77/2/84>. Acesso em: 8 mar. 2024.

Queiroz, M.T.A. et al. Estudo de caso: Análise dos riscos ocupacionais da brigada de incêndio florestal na região metropolitana do vale do aço, Minas Geras, Brasil. **Ibero American Journal of Industrial Engineering**, v. 13, n. 25, p. 71-89, 2021

Rice, M. B. et al. Respiratory Impacts of Wildland Fire Smoke: future Challenges and Policy Opportunities: an official american thoracic society workshop report. *Annals of the American Thoracic Society*, v. 18, n. 6, p. 921-930, 2021

Rocha & Sant'anna A.A. 2022. Ventos de fogo e fumaça: Poluição do ar e saúde na Amazônia brasileira. *Desenvolvimento Mundial*. 151.

Soares, M. R., Machado, J. M. H., Coutinho, K. G. B., Pistorio, B. V., Beserra, L., & Corrêa, M. L. M. (2025). Índice de território saudável e sustentável rural: uma proposta de vigilância em saúde, ambiente e trabalho. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 50, eddsst9.

Tofful, L., Canepari, S., Sargolini, T., Perrino, C. (2021). Indoor air quality in a domestic environment: Combined contribution of indoor and outdoor PM sources. *Building and Environment*, 202. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108050>

Urrutia-Pereira M, Rizzo LV, Chong-Neto HJ & Sole D. 2021. Impacto da exposição à fumaça da queima de biomassa na floresta amazônica na saúde humana. *J Bras Pneumol* 47.

Vilas-Boas, C.J.L. As lesões músculo-esqueléticas numa corporação de bombeiros voluntários. 2019. Dissertação de Mestrado.

Wayne E. Cascio, Wildland fire smoke and human health, *Science of The Total Environment*, Volume 624, 2018, p. 586-595, ISSN 0048-9697

White, B. L. A.; White, L. A. S.; Ribeiro, G. T.; Souza, R. M. Empirical models for describing fire behavior in Brazilian commercial eucalypt plantations. *CERNE*, Lavras, v. 22, n. 4, p. 397-406, 2016.

CAPÍTULO IV

Impactos ocupacionais à saúde de bombeiros e brigadistas que atuaram nos incêndios florestais do Pantanal em 2023

Resumo

O combate aos incêndios florestais é um processo de trabalho árduo que ocorre por várias horas ou dias, em que brigadistas florestais percorrem muitos quilômetros com o peso dos equipamentos e ferramentas, enfrentando temperaturas elevadas, fumaça, terrenos irregulares, presença de animais e restrição de alimentos e água. O esforço físico, a exposição à fumaça e o calor extremo são fatores de risco à saúde. O objetivo deste estudo foi comparar as características dos grupos de bombeiros e brigadistas, as condições de trabalho, os resultados dos exames de imagem, capacidade pulmonar e coração, bem como analisar variações de marcadores inflamatórios e de estresse oxidativo presentes em sangue e urina nos períodos anterior e durante os incêndios florestais como potenciais indicadores de impacto à saúde decorrentes da exposição à fumaça, ao calor, bem como, ao esforço físico no combate ao fogo. Como metodologia utilizou-se de um estudo epidemiológico exploratório cujo protocolo de estudo foi direcionado aos fatores de risco para caracterizar os efeitos da exposição aos poluentes gerados pelos incêndios florestais à saúde de brigadistas e bombeiros militares. O grupo estudado é formado por profissionais que atenderam os seguintes critérios: pertencer ao corpo de bombeiros de Cuiabá e concordar em se identificar como voluntário para o trabalho na Temporada de Incêndios Florestais (TIF) de 2023 no caso de bombeiros e/ou ser brigadista do PrevFogo/IBAMA, que já atuavam no controle e combate ao fogo nos incêndios e queimadas no Pantanal do estado de Mato Grosso e entorno. O trabalho de campo foi realizado no período de estiagem/final das chuvas, e na seca (período de exposição), quando ocorrem os incêndios florestais. Foi aplicado o questionário para a caracterização da população em estudo com dados sociodemográficos; verificados os sinais vitais e dados antropométricos e agendamento dos exames de espirometria, raio X do tórax, eletrocardiograma e coleta do material biológico para os exames de sangue e urina. Participaram do estudo 12 brigadistas e 60 bombeiros, entre os principais resultados observou-se falta de estrutura adequada relatado por 53% dos participantes (brigadistas e bombeiros), o tipo de contrato de prestação de serviço para 100% dos brigadistas, enquanto os bombeiros são efetivos do estado; quantidade insuficiente de água para beber para 68% dos participantes e efeito nocivos da exposição à fumaça para 89. Não foram verificadas alterações por meio dos exames de espirometria e eletrocardiograma (ECG) realizados antes e pós combate ao fogo. O valor médio sanguíneo de malondialdeído (MDA) foi estatisticamente mais baixo no período pós exposição nos brigadistas (4,6 $\mu\text{mol/L}$ vs 5,7 $\mu\text{mol/L}$) enquanto nos bombeiros militares não houve diferença; a glutatona peroxidase se mostrou 30% mais elevada após a exposição (95,5 U/L vs 66,1 U/L) nos brigadistas. Para os bombeiros militares a atividade sérica da GSH-Px foi mais baixa (23,1 U/L) após exposição quando comparada ao período anterior a exposição (82,1 U/L). O estudo demonstra que brigadistas e bombeiros do Pantanal mato-grossense enfrentam condições de trabalho adversas, com hidratação insuficiente, calor extremo e exposição intensa à fumaça, resultando em sintomas respiratórios agudos e alterações laboratoriais compatíveis com estresse térmico e oxidativo. Embora exames clínicos não tenham mostrado mudanças significativas, as variações em eletrólitos e enzimas antioxidantes indicam efeitos fisiológicos subclínicos relevantes. A ausência de alterações em citocinas pode estar relacionada à menor intensidade dos incêndios na região em 2023 e ao tempo de coleta. Esses achados reforçam a necessidade de melhores condições de trabalho, vigilância contínua da saúde e estudos mais amplos e sensíveis para compreender plenamente os impactos da exposição ocupacional ao fogo na região.

Palavras-chave: marcadores inflamatórios, calor extremo, exposição a fumaça, estresse oxidativo, condições de trabalho.

Introdução

O combate aos incêndios florestais é um processo de trabalho árduo que ocorre por várias horas ou dias, em que brigadistas florestais percorrem muitos quilômetros com o peso dos equipamentos e ferramentas, enfrentando temperaturas elevadas, fumaça, terrenos irregulares, presença de animais muitas vezes peçonhentos, restrição de alimentos e água (BRASIL, 2024). Fiedler (2006) aponta que a eficácia em um combate ao incêndio florestal requer, treinamento sólido, equipamentos de proteção individual adequados e condições de trabalho apropriadas.

As queimadas estão presentes nas ações humanas que podem impactar a saúde do ser humano de formas direta e indiretas por meio dos resíduos que são gerados, dentre eles, o material particulado que fica em suspensão na atmosfera (CAUMO *et al.*, 2022; IGNOTTI *et al.*, 2010).

Sabe-se que os efeitos a exposição ao Material Particulado Fino (MP) podem variar desde irritação nos olhos e no sistema respiratório até complicações mais severas tais como: tosse crônica, bronquite, asma, redução na capacidade pulmonar, dificuldade respiratória, problemas cardíacos e morte (STONE *et al.*, 2019).

O objetivo dos exames laboratoriais é fornecer dados necessários para esclarecer diagnósticos ou situações específicas (RAMOS *et al.*, 2020), e de acordo com a Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial (SBPC/ML) é necessário que os exames sejam realizados em jejum, pois uma refeição pode alterar temporariamente a composição do sangue para alguns tipos de exames, embora já existam recomendações com a possibilidade de avaliar os lipídios séricos sem o jejum (SBPC, 2016).

As espécies reativas do oxigênio (EROs), como o íon superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o radical hidroxil ($\cdot OH$) são as principais espécies reativas do oxigênio que compõem um processo contínuo de produção e cumpre funções biológicas importantes, quando produzidas em proporções adequadas, permitem a geração de energia pela cadeia transportador de elétrons, plasticidade neuronal, formação de memória, autofagia, ativação de genes, fertilização do óvulo, envelhecimento e participação nos mecanismos de defesa durante uma infecção. Entretanto, se a produção for excessiva conduzirá a danos oxidativos (SHAMI & MOREIRA, 2004; FERREIRA & MATSUBARA, 1997). A produção continuada de EROs no processo metabólico exige sistemas e mecanismos de defesa antioxidante para prevenir danos de órgãos e tecidos (SHAMI & MOREIRA, 2004; BIANCHI & ANTUNES, 1999).

O corpo humano apresenta dois sistemas antioxidantes que servem para neutralizar o efeito deletério das espécies reativas. Estes são classificados como: enzimáticos e não enzimáticos (BIRBEN *et al.*, 2012). As principais enzimas antioxidantes são a superóxido dismutase (SOD), catalase, glutathiona-dissulfeto redutase (GSR), glutathiona S-transferase (GST) e a glutathiona peroxidase (GSH-Px). As enzimas GSR, GST E GSH-Px, agem juntas como um sistema integrado de reciclagem e biotransformação e eliminação de xenobióticos, e na defesa das células contra o estresse oxidativo (HUBER *et al.*, 2008).

O sistema antioxidante não enzimático é composto por moléculas que neutralizam as espécies reativas ao doar elétrons, protegendo as células contra o dano oxidativo. São moléculas de baixo peso molecular, como as vitaminas C e E, β - carotenos, ácido úrico, tri-peptídeos com grupamentos sulfidrilas (BIRBEN *et al.*, 2012).

Contudo, em determinadas condições, a produção das EROs supera os sistemas antioxidante das células, resultando no processo denominado de estresse oxidativo (YARIBEYGI *et al.*, 2020). Esse processo é caracterizado pela oxidação de importantes biomoléculas como lipídeos, ácidos nucleicos e proteínas, o que pode implicar no processo etiológico de doenças crônicas não transmissíveis, entre elas a diabetes, obesidade, transtornos neurodegenerativos e câncer (GREEN *et al.*, 2004). A alteração de lipídeos é capaz de resultar na produção de moléculas tóxicas, como o malondialdeído (MDA), que podem desregular a permeabilidade seletiva das membranas celulares (BRAZÃO *et al.*, 2020).

Em Portugal foi realizado um estudo por Esteves *et al.* (2025) que demonstram aumento na oxidação de DNA e presença elevada de 2-hidroxifurano (um hidrocarboneto policíclico aromático) na urina de agentes de combate a incêndios florestais.

Um estudo de revisão realizado por Barros *et al.* (2021) demonstrou em bombeiros, forte associação entre exposição a incêndios e/ou calor valores elevados de biomarcadores de estresse oxidativo (DNA oxidado, proteínas modificadas, oxidação de lipídeos), inflamatórios (moléculas de adesão, TNF- α , interleucinas, contagem de leucócitos) e lesão celular (pentraxina-3, fator de crescimento endotelial e troponina T cardíaca).

Este capítulo tem como objetivo comparar as características dos grupos de bombeiros e brigadistas, as condições de trabalho, os resultados dos exames de imagem, capacidade pulmonar e coração, bem como analisar variações de marcadores inflamatórios e de estresse oxidativo presentes em sangue e urina nos períodos anterior

e durante os incêndios florestais como potenciais indicadores de impacto à saúde decorrentes da exposição à fumaça, ao calor, bem como, ao esforço físico no combate ao fogo.

Metodologia

Trata-se de estudo epidemiológico exploratório no qual se utilizou um protocolo de estudo direcionado aos fatores de risco para caracterizar os efeitos da exposição aos poluentes gerados pelos incêndios florestais à saúde de brigadistas e bombeiros militares. O grupo estudado é formado por profissionais que atenderam os seguintes critérios: pertencer ao corpo de bombeiros de Cuiabá e concordar em se identificar como voluntário para o trabalho na Temporada de Incêndios Florestais (TIF) de 2023 no caso de bombeiros e/ou ser brigadista do PrevFogo/IBAMA, que já atuavam no controle e combate ao fogo nos incêndios e queimadas no Pantanal do estado de Mato Grosso e entorno. Para compor o grupo dos bombeiros militares foram selecionados os 1º. e 2º. Batalhões em Cuiabá e para o grupo de brigadistas foi selecionada a Brigada do PrevFogo/IBAMA localizada no assentamento Limoeiro no município de Cáceres, ambos no estado de Mato Grosso.

As TIFs são organizadas em grupos de 5 a 8 profissionais que ficam em campo durante 8 dias ou mais, a depender da intensidade do incêndio, fazem o combate de 8 a 12 horas diárias. Para a realização da pesquisa foram realizadas reuniões com os dois grupos para os esclarecimentos pertinentes a coleta dos dados, uma vez que a pesquisa foi planejada em duas fases, sendo a primeira no início do período de estiagem/final das chuvas, antes do início da (TIF) e a segunda no período da seca no qual acontecem as queimadas e incêndios florestais, de forma que todos os exames realizados tivessem como medida de comparação o período do início da estiagem.

A fase I foi realizada nos meses de maio e junho no qual foi aplicado o questionário para a caracterização da população em estudo com dados sociodemográficos, neste momento foram verificados os sinais vitais e dados antropométricos e agendamento dos exames de espirometria, raio X do tórax, eletrocardiograma e coleta do material biológico para os exames (sangue e urina). Para a avaliação do histórico de saúde foram incluídas questões sobre: doenças do aparelho circulatório, renal, respiratório, diabetes e câncer; e, hábitos de vida do indivíduo, que incluem alimentares, o consumo de bebida alcoólica, tabagismo e prática de atividade física. Ainda sobre a saúde, algumas questões relacionadas a sintomas respiratórios, como: chiado no peito após exposição, espirros, coceira ou ardência no nariz, coriza,

dificuldade para respirar, tosse seca á noite, catarro no peito, roncos, rouquidão, dores de garganta, respiração pela boca obstrução. E sintomas referidos após o campo, como: coração acelerado, dor no peito, taquicardia, ardência nos olhos, desidratação, sensação de desmaio, dor de cabeça e sensação de depressão e tristeza. Algumas questões referentes aos hábitos alimentares em relação a alimentação básica e a utilização de fogão à lenha.

Quanto às características da atuação profissional durante os períodos de combate ao fogo foram incluídas questões sobre a exposição na atividade de trabalho em campo, tempo de atuação em campo, horas de trabalho em combate aos incêndios florestais, uso de Equipamento Proteção Individual (EPIs) e outras dificuldades durante no trabalho.

A fase 2 foi realizada nos meses de setembro e outubro, durante as queimadas e incêndios florestais, logo após os ciclos de TIFs. Nesta etapa participaram todos os bombeiros e brigadistas que necessariamente participaram da fase 1, e que atuaram pelo menos em um ciclo de combate ao fogo. Repetiu-se a aferição dos sinais vitais acrescido da monoximetria, dados antropométricos e todos os exames laboratoriais e clínicos, imediatamente após a chegada das equipes de TIF para troca de grupos.

Participaram da pesquisa 12 brigadistas da Brigada do PREVFOGO de Cáceres e 60 Bombeiros Militares da corporação de Cuiabá.

Os resultados dos exames de análises clínicas, de imagem, sinais vitais e dados antropométricos foram analisados por meio de comparação de proporções, análise de variância e testes para verificação de associação.

Trabalhadores expostos à poluentes liberados pelo fogo sofrem **estresse oxidativo** (desequilíbrio entre radicais livres e antioxidantes) e **inflamação sistêmica**, com biomarcadores como proteína C-reativa (PCR), TNF- α (Fator de Necrose Tumoral-alfa) e VHS (velocidade de hemossedimentação) elevando-se, refletindo danos em lipídios, proteínas e DNA, além de aumento de sintomas respiratórios (asma, bronquite) e cardiovasculares, devido à inalação de material particulado (PM_{2.5}) e outros poluentes, que entram na corrente sanguínea e desenvolvem um processo inflamatório crônica e aguda.

Por se tratar de estudo exploratório, o enfoque foi voltado para identificação de categorias de maior risco e/ou vulnerabilidades entre os dois grupos estudados durante as duas fases do estudo.

Resultados

Participaram do estudo 12 brigadistas da Brigada de Cáceres com sede no Assentamento Limoeiro e 60 bombeiros militares da Corporação do Corpo de Bombeiros de Cuiabá, no qual observou-se a predominância de profissionais do sexo masculino (89%), entre a faixa etária de 21 a 50 anos de idade (69,5%), estado civil com 40% de casados, dentre os participantes 34% com ensino médio completo e quando se compara a escolaridade entre os grupos nota-se que entre os brigadistas apenas um participante concluiu o ensino superior. Em relação a raça/cor 54% se declararam preto ou pardo e 74% no exercício da profissão há mais de 5 anos (Tabela 1).

Tabela 1 – Características sociodemográficas dos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.

	Brigadistas				Bombeiros			
	N 12	Porcentagem (%)	Qui ²	p- valor	N 60	Porcentagem (%)	Qui ²	p- valor
Idade								
21 a 30 anos	2	16,7	3	0,392	12	20,0	6,2	0,103
31 a 40 anos	5	41,7			15	25,0		
41 a 50 anos	5	41,7			11	18,3		
51 ou mais	0	0			1	1,7		
Sexo			9	0,003			38,4	0
Masculino	11	91,7			53	88,3		
Feminino	1	8,3			7	11,7		
Estado Civil			2,8	0,424			17,4	0,001
Casado/união estável	7	50			22	36,7		
Solteiro	3	25			11	18,3		
Divorciado	2	16,7			3	5,0		
Viúvo	0	0				0,0		
Raça/Cor			2,8	0,422			40,3	0
Branca	3	25			10	16,7		
Preta	4	33,3			5	8,3		
Parda	5	41,7			25	41,7		
Amarela	0	0			20	33,3		
Indígena	0	0			0	0		
Escolaridade			5	0,288			14,3	0,006
Ensino fundamental completo	4	33,3			0	0,0		
Ensino médio completo	7	58,3			17	28,3		
Técnico/profissionalizante	0	0			6	10,0		

Superior incompleto	0	0		17	28,3	
Superior completo	1	8,3		20	33,3	
Outros	0	0				
Tempo de trabalho no combate ao fogo			3,5	0,32	33,3	0
Menos de 5 anos	5	41,7		1	1,7	
De 5 a menos de 10 anos	6	50,0		23	38,3	
De 10 a menos de 15 anos	1	8,3		1	1,7	
15 anos ou mais	0	0,0		12	20,0	

Em relação as condições de trabalho, observa-se que para os dois grupos (brigadistas e bombeiros) a quantidade de horas trabalhadas quando estão em campo para o combate ao fogo fica entre 6 e 12 horas. Dentre as principais dificuldades encontradas no trabalho estão a falta de estrutura adequada relatado por (53%) dos participantes, o tipo de contrato que para os 100% dos brigadistas são contratos de prestação de serviço sem nenhum vínculo empregatício, enquanto os bombeiros são 100% efetivos do estado. A quantidade de água não é suficiente para 68% dos participantes e 89% sentem algum efeito em relação a exposição à fumaça (Tabela 2).

Tabela 2 – Condições de trabalho dos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.

	Brigadistas				Bombeiros			
	N 12	(%)	Qui ²	p-valor	N 60	(%)	Qui ²	p-valor
Por quantas horas você costuma trabalhar quando está em combate ao fogo?			24	0,000006			24,7	0,000004
Menos de 6 horas	0	0,0			3	5,0		
6 horas e menos de 12 horas	12	100,0			34	56,67		
mais de 12 horas	0	0,0			23	38,33		
Utiliza durante o combate ao fogo								
Macacão ou uniforme apropriado			12	0,000532			26,6667	0
Sim	12	100,0			50	83,33		
Não	0	0,0			10	16,67		
Capacete			12	0,000532			45,0667	0
Sim	12	100,0			56	93,33		
Não	0	0,0			4	6,67		
Capuz/Balaclava			12	0,000532			56,0667	0
Sim	12	100,0			59	98,33		
Não	0	0,0			1	1,67		

Óculos			12	0,000532			48,6	0
Sim	12	100,0			57	95,0		
Não	0	0,0			3	5,0		
Cantil de água			12	0,000532			45,0667	0
Sim	12	100,0			56	93,33		
Não	0	0,0			4	6,67		
Botas			12	0,000532			35,2667	0
Sim	12	100,0			53	88,33		
Não	0	0,0			7	11,67		
Luvras								
Sim	12	100,0	12	0,000532	56	93,33	45,0667	0
Não	0	0,0			4	6,67		
Facão			5,3333	0,020921			48,6	0
Sim	10	83,3			57	95,0		
Não	2	16,7			3	5,0		
Abafador			5,3333	0,020921			15	0,000108
Sim	10	83,3			45	75,0		
Não	2	16,7			15	25,0		
Soprador							56,0667	0
Sim	10	83,3	5,3333	0,020921	59	98,33		
Não	2	16,7			1	1,67		
Aparelho Celular							32,2667	0
Sim	11	91,67	8,3333	0,003892	52	86,67		
Não	1	8,33			8	3,33		
Principais dificuldades no trabalho:								
Sente falta de algum EPI			12	0,000532			48,6	0
Sim	0	0,0			3	5,0		
Não	12	100,0			57	95,0		
Infraestrutura inadequada			5,3	0,021			2,4	0,121335
Sim	2	16,7			36	60,0		
Não	10	83,3			24	40,0		
Tipo de Contrato			5,3333	0,020921			56,0667	0
Sim	10	83,3			1	1,7		
Não	2	16,7			59	98,3		
Remuneração			1,3333	0,248213			48,6	0
Sim	4	33,3			3	5,0		
Não	8	66,7			57	95,0		
Falta de assistência à saúde			0,3333	0,563703			3,2667	0,070701
Sim	5	41,7			23	38,33		
Não	7	58,3			37	61,67		
Tem água potável durante os incêndios			12	0,000532			21,6	0,000003
Sim	12	100,0			48	80,0		

Não			12	20,0			
Leva água no cantil			12	0,000532		45,0667	0
Sim	12	100,0			56	93,33	
Não		0,0			4	6,67	
Quantidade de água que leva para o combate ao fogo			24	0,000006		27,9	0,000001
Até 1 litro	12	100,0			35	58,33	
Mais de 1 até 2 litros		0,0			23	38,33	
Mais de 2 litros					2	3,33	
A quantidade de água é suficiente			24	0,000006		27,9	0,000001
						0,0	
Sim	2	16,7			21	65,0	
Não	10	83,3			39	35,0	
Sente algum efeito da exposição à fumaça			3	0,083		41,6667	0
Sim	9	75,0			55	91,67	
Não	3	25,0			5	8,33	

Neste estudo observa-se que 47% dos participantes referiram apresentar coriza, 31% obstrução nasal, 35% espirros, 27% ardência nos olhos (Tabela 3).

Tabela 3 – Condições de saúde dos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.

	Brigadistas				Bombeiros			
Doenças autorrelatadas	N	(%)	Qui²	p-valor	N	(%)	Qui²	p-valor
Teve Covid-19	7	58,3	0,33	0,563703	36	60,0	2,4	0,121335
DPOC	0	0	12	0,000532	0	0,0	60	0
Hipertensão	1	8,3	8,33	0,003892	7	11,66	35,2667	0
Diabetes	0	0	12	0,000532	2	3,33	52,2667	0
Tuberculose	0	0	12	0,000532	2	3,33	52,2667	0
Asma ou Bronquite	0	0	12	0,000532	1	1,7	56,0667	0
Problemas na Tireoide	0	0	12	0,000532	3	5,0	48,6	0
Arritmia ou Taquicardia	0	0	12	0,000532	1	1,7	56,0667	0
Leishmaniose	0	0	12	0,000532	0	0,0	60	0
Problemas nos olhos	2	16,7	5,33	0,020921	16	26,66	13,0667	0,000301
Problemas nos rins	0	0	12	0,000532	4	6,66	45,0667	0
Problemas respiratórios	0	0	12	0,000532	2	3,3	52,2667	0
Problemas de coração	0	0	12	0,000532	3	5,0	48,6	0
Uso abusivo de álcool (CAGE>=2)	1	8,3	8,33	0,003892	0	0	60	0

Sintomas nos últimos 30 dias						
Chiado no peito após exposição ao fogo						
			12	0,000532	52,2667	0
Sim	0	0		2	3,33	
Não	12	100		58	96,67	
Espirros						
			3	0,083265	4,2667	0,038867
Sim	3	25		22	36,67	
Não	9	75		38	63,33	
Coceiras ou ardência no nariz						
			12	0,000532	19,2667	0,000011
Sim	0	0		13	21,67	
Não	12	100		47	78,33	
Algun sintoma respiratório						
			3	0,083265	48,6	0
Sim	3	25		3	5,0	
Não	9	75		57	95,0	
Coriza						
			1,3333	0,248213	0	1
Sim	4	33,3		30	50,0	
Não	8	66,7		30	50,0	
Dificuldade para respirar (cansaço anormal) durante as atividades						
			8,3333	0,003892	41,6667	0
Sim	1	8,3		5	8,67	
Não	11	91,7		55	91,33	
Tosse seca à noite, sem estar gripado ou com infecção respiratória						
			0,3333	0,563703	32,2667	0
Sim	7	58,3		8	13,33	
Não	5	41,7		52	86,67	
Catarro (secreção) no peito						
			3	0,083265	38,4	0
Sim	3	25		6	10,0	
Não	9	75		54	90,0	
Roncos						
			0,3333	0,563703	29,4	0
Sim	5	41,7		9	15,0	
Não	7	58,3		51	85,0	
Rouquidão						
			5,3333	0,020921	56,0667	0
Sim	2	16,7		1	1,7	
Não	10	83,3		59	98,3	
Dores na garganta						
			5,3333	0,020921	29,4	0

Sim	2	16,7		9	15,0		
Não	10	83,3		51	85,0		
Respiração pela boca			3	0,083265		15	0,000108
Sim	3	25		15	25,0		
Não	9	75		45	85,0		
Obstrução nasal (nariz entupido)			3	0,083265		8,0667	0,004509
Sim	3	25		19	31,67		
Não	9	75		41	68,33		
Coração acelerado			12	0,000532		52,2667	0
Sim	0	0		2	3,33		
Não	12	100		58	96,67		
Dor no peito			8,3333	0,003892		56,0667	0
Sim	1	8,3		1	1,7		
Não	11	91,7		59	98,3		
Taquicardia			12	0,000532		60	0
Sim	0	0		0	0,0		
Não	12	100		60	100,0		
Ardência nos olhos			3	0,083265		13,0667	0,000301
Sim	3	25		16	26,66		
Não	9	75		44	73,34		
Desidratado			12	0,000532		48,6	0
Sim	0	0		3	5,0		
Não	12	100		57	95,0		
Desmaio			12	0,000532		60	0
Sim	0	0		0	0,0		
Não	12	100		60	100,0		
Sensação de desmaio			8,3333	0,003892		60	0
Sim	1	8,3		0	0,0		
Não	11	91,7		60	100,0		
Deprimido			12	0,000532		45,0667	0
Sim	0	0		4	6,67		
Não	12	100		56	93,33		
Muito triste			12	0,000532		52,2667	0
Sim	0	0		2	3,33		
Não	12	100		58	96,67		

Nos exames de Espirometria e Eletrocardiograma (ECG) realizados antes do combate aos incêndios florestais no período de chuvas, e no pós combate no período de seca, brigadistas e bombeiros não apresentaram nenhuma alteração (Tabela 4). No exame de Raio x de tórax 3 indivíduos apresentaram alongamento da aorta torácica.

Tabela 4 – Resultados dos exames de imagem, capacidade pulmonar e coração realizado nos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.

	Brigadistas				Bombeiros			
	N	(%)	Qui ²	p-valor	N	(%)	Qui ²	p-valor
Espirometria antes do combate	12		12	0,000532	60		60	0
Normal	12	100			60	100,0		
Restrição moderada	0	0			0	0,0		
Espirometria depois do combate			8,3333	0,003892			60	0
Normal	11	91,67%			60	100,0		
Restrição moderada	1	8,33%			0	0,0		
Raio-X antes do combate			8,3333	0,003892			48,6	0
Normal	11	91,67%			57	95,0		
Aorta torácica alongada	1	8,33%			2	3,3		
Fratura antiga clavicula	0	0			1	1,7		
Raio-X depois do combate			12	0,000532			56,0667	0
Normal	12	100%			59	98,3		
Aorta torácica alongada	0	0			0	0,0		
Fratura antiga clavicula	0				1	1,7		
ECG antes do combate			12	0,000532			60	0
Normal	12	100%			60	100,0		
Bloqueio divisional Superior esquerdo	0	0			0	0,0		
Bradicardia sinusal	0	0			0	0,0		
Taquicardia sinusal	0	0			0	0,0		
ECG após combate			8,3333	0,003892			56,0667	0
Normal	11	91,67%			59	98,3		
Bloqueio divisional superior esquerdo	0	0			0	0,0		
Bradicardia sinusal	1	8,33%			0	0,0		
Taquicardia sinusal	0	0			1	1,7		

Em relação aos exames laboratoriais observa-se que não houve alteração no conjunto de exames, o que chama atenção são alterações isoladas (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados dos exames laboratoriais realizados nos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.

Brigadistas	Bombeiros
-------------	-----------

	Média antes	Desvio padrão	Média depois	Desvio padrão	p-valor *Wilcoxon pareado	Média antes	Desvio padrão	Média depois	Desvio padrão	p-valor *Wilcoxon pareado
HEMÁCIAS	4,8	0,4	4,9	0,4	0,715	5,0	0,4	4,95	0,3	0,037
HEMOGLOBINA	14,3	1,2	15,0	1,2	0,296	15,1	1,4	14,78	1,0	0,035
HEMATÓCRITO	42,3	3,2	44,4	3,5	0,326	44,5	3,5	44,19	2,7	0,933
VCM	87,7	4,2	90,4	4,3	0,068	88,3	3,6	89,41	3,4	0,000
HCM	29,7	1,8	30,5	1,4	0,196	30,0	1,5	29,89	1,4	0,642
LEUCÓCITOS	6657,1	1711,4	6421,4	2347,6	0,952	6864,3	2811,7	6935,71	1864,9	0,748
NEUTRÓFILOS	3950,1	1454,3	3661,1	1615,0	0,903	3946,1	2503,6	4030,93	1943,1	0,732
EOSINÓFILOS	416,7	496,3	260,4	290,8	0,296	158,4	127,6	154,57	117,3	0,181
BASÓFILOS	0,8	0,4	48,2	32,5	0,002	41,7	33,9	51,36	40,9	0,236
LINFÓCITOS TÍPICOS	1751,7	585,2	1942,9	771,0	0,391	2128,0	735,1	2151,50	666,5	0,956
MONÓCITOS	486,0	172,8	509,4	175,2	0,761	591,1	212,9	547,36	196,2	0,924
PLAQUETAS	264,0	55,6	252,1	71,1	0,194	260,5	89,5	259,93	68,2	0,895
URINA PH	5,6	0,7	6,0	0,5	0,125	5,8	0,9	5,64	0,2	0,008
URINA DENSIDADE	1017,4	7,5	1015,2	8,0	0,358	1024,4	5,2	1024,07	5,6	0,000
GLICOSE	78,4	8,7	83,2	7,6	0,049	87,9	10,5	79,21	12,4	0,000
COLESTEROL TOTAL	183,9	41,3	152,0	20,3	0,021	220,4	52,7	209,57	43,5	0,076
TRIGLICERÍDEOS	172,9	155,1	105,1	52,0	0,273	107,1	46,3	110,07	48,4	0,462
COLESTEROL HDL	57,3	23,8	38,7	6,0	0,015	50,6	10,6	47,71	8,8	0,326
COLESTEROL LDL	100,1	36,4	93,4	18,6	0,677	147,8	49,4	139,50	40,0	0,190
COLESTEROL NÃO HDL	126,6	43,1	113,3	20,7	0,414	169,7	53,5	161,86	45,3	0,136
HEMOCISTEÍNA PCR	10,5	2,9	10,9	2,3	0,808	9,1	2,5	12,69	4,6	0,000
ULTRASSENSIVEL	4,6	6,3	1,2	0,8	0,030	2,8	2,3	2,36	1,7	0,457
UREIA	24,6	5,9	26,3	7,9	0,502	32,4	7,0	29,07	7,1	0,206
CREATININA	0,9	0,3	0,9	0,1	0,626	7,5	24,0	1,02	0,2	0,167
SÓDIO	139,1	1,9	138,8	2,5	0,968	140,4	1,8	140,71	1,8	0,063
POTÁSSIO	4,4	0,5	4,3	0,2	0,217	4,4	0,4	3,99	0,3	0,000
CLORO	100,7	2,8	101,8	1,9	0,088	100,7	3,0	102,64	2,0	0,000
MAGNÉSIO	2,0	0,2	2,1	0,3	0,479	2,1	0,2	2,15	0,1	0,075
TGO	24,7	6,8	23,4	6,7	0,855	33,4	24,8	26,29	6,1	0,469
TGP	27,9	12,1	26,6	12,4	0,727	33,8	17,2	23,07	7,5	0,001

Neste estudo, foram realizados exames com marcadores inflamatórios e de estresse oxidativo antes e depois da exposição de combate aos incêndios, e observou-se que o valor médio sanguíneo de malondialdeído (MDA) foi menor após exposição nos brigadistas (4,6 $\mu\text{mol/L}$) enquanto nos bombeiros militares não houve diferença, a glutathiona peroxidase se mostrou 30% maior depois da exposição ao calor/fogo/estresse físico quando comparado com o antes (95,5 U/L vs 66,1 U/L) nos brigadistas. Nos bombeiros militares a atividade sérica da GSH-Px foi menor (23,1 U/L) após exposição quando comparada ao período anterior a exposição (82,1 U/L) conforme se observa na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados dos exames laboratoriais de marcadores inflamatórios realizados nos brigadistas e bombeiros militares que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal Mato-Grossense, 2023.

	Brigadistas					Bombeiros				
	Média antes	Desvio padrão	Média depois	Desvio padrão	p-valor *Teste Wilcoxon	Média antes	Desvio padrão	Média depois	Desvio padrão	p-valor *Teste Wilcoxon
Malondialdeído (μmol/L)	5,4	1,0	4,6	1,8	*0,020	5,3	0,96	5,7	1,8	0,388
Capacidade antioxidante total (mmol/L)	3,3	0,2	3,4	0,6	0,135	3,1	0,44	3,3	0,6	0,086
Proteínas carboniladas (μmol PC/g Ptn)	0,6	0,3	0,6	0,1	0,625	0,5	0,046	0,6	0,2	0,153
Superóxidodismutase (U/mL)	3,5	0,7	3,7	1,2	0,091	2,5	1,69	3,8	2,3	*0,000
Catalase (KU/L)	-	-	48,7	16,7	-	47,9	19,38	53,5	19,8	0,126
Glutathione S-transferase (U/L)	-	-	22,2	7,0	-	19,9	3,62	19,0	4,5	0,131
Glutathione Peroxidase (U/L)	66,1	8,0	95,5	23,5	*0,002	82,1	19,61	23,1	12,9	*0,000
TNF (pg/mL)	312,4	557,0	150,4	102,4	0,438	309,8	394,9	244,5	187,6	1,000
IL1(pg/mL)	486,6	556,9	447,9	544,3	0,110	1641,5	6.197,2	1205,6	4947,5	0,082
IL6 (pg/mL)	130,4	-	228,6	39,2	-	66,5	97,9	32,9	29,4	0,293
IL8 (pg/mL)	78,8	77,7	81,2	37,0	1,000	29,2	33,7	35,2	28,9	0,250
IL10(pg/mL)	137,9	-	170,5	-		110,4	267,7	64,5	77,9	0,765
IL12(pg/mL)	2160,8	4099,1	731,6	886,5	0,500	1937,7	2.849,1	1811,2	2653,9	0,566

Discussão

Os resultados apresentados anteriormente demonstram consistência com os estudos prévios acerca do perfil sociodemográfico e das condições de trabalho de brigadistas e bombeiros no combate a incêndios florestais. Isso é confirmado no estudo de Santos *et al.* (2024), em que há uma prevalência do sexo masculino na faixa etária de 37 a 48 anos, cerca de 93,4%, e no estudo de Freitas *et al.* (2023), no qual participaram 34 bombeiros, os quais se identificaram como homens com idade média de 20 a 45 anos, o que se aproxima da média observada no presente estudo, em que 89% dos participantes eram homens com idades entre 21 e 50 anos. A semelhança no estado civil e nível de escolaridade também corrobora análises realizadas por Batista (2024), com 15 bombeiros militares, onde 60% do efetivo era casado e 55% apresentavam o ensino médio completo.

A respeito das condições de trabalho, destaca-se as longas jornadas (6-12h), relatadas por 100% dos brigadistas e 57% dos bombeiros, a estrutura inadequada exposta por 53% dos participantes deste estudo e, sobre o tipo de contrato, 84% e a remuneração, 67% dos brigadistas se mostraram insatisfeitos, respectivamente. No estudo de Moda *et al.* (2025), foi relatada uma reivindicação sobre as condições de

remuneração e segurança do trabalho, visto que os brigadistas, além de não serem bem remunerados, não recebem insalubridade nem seguro de vida. Brigadistas e bombeiros têm como funções prevenir, controlar e combater o fogo; dessa forma, ficam expostos a muitos perigos, como fogo, fumaça, gases tóxicos, ruídos, além de acidentes e doenças mentais, e ainda carregam equipamentos pesados, que causam fadiga e posturas incorretas, podendo levar a desordens musculoesqueléticas (KIM *et al.*, 2013).

O trabalho, nos períodos críticos, pode ser prejudicado pelo uso inadequado de equipamentos, ferramentas e máquinas, e ressalta-se que a ausência de capacitação profissional implica avaliações indevidas quanto aos riscos envolvidos na atividade de prevenção e combate a incêndios (COSTA *et al.*, 2009). De acordo com as Diretrizes de Vigilância em Saúde do Trabalhador: brigadista florestal do Ministério da Saúde (2024) os equipamentos e materiais utilizados na prevenção e combate aos incêndios devem estar sempre em boas condições de uso e passar por manutenção periódica, ser armazenado em local adequado, ser submetido a controle constante para verificar a qualidade, integridade e quantidades compatíveis com a quantidade de brigadistas (BRASIL, 2024).

É importante observar o peso dos EPIs utilizados por esses trabalhadores, pois fatores como o aumento da tensão diante de um perigo e a carga associada aos equipamentos de proteção individual e respiratória são determinantes para o déficit de volume de oxigênio (VO₂). Um estudo realizado no Distrito Federal com bombeiros militares constatou que 90,9% deles não tinham condições de trabalho saudáveis, devido à resistência cardiorrespiratória insuficiente para o exercício da profissão em ocorrências de combate a incêndios florestais (De Carli e Oliveira, 2012).

Outro dado analisado é que a escassez de água é um fator crítico, no qual 84% dos brigadistas e 65% dos bombeiros consideraram-na insuficiente, o que não se alinha às Diretrizes do Ministério da Saúde (2024), que recomendam disponibilidade hídrica adequada para manutenção da termoregulação e prevenção da desidratação (Brasil, 2024). No estudo de Fiedler *et al.* (2006), os brigadistas tinham acesso à água de uma mina localizada dentro de uma fazenda, considerada de boa qualidade pelos entrevistados. Cada brigadista bebia, em média, 1,5 litros de água durante uma hora de combate ao incêndio, e para 69,5% dos brigadistas, a água ficava quente ou morna quando iam consumi-la, ou seja, os cantis não eram térmicos para manter a água fresca.

A literatura evidencia claramente que o combate a incêndios florestais está diretamente associado a diversos riscos para a saúde física e mental, como, por

exemplo, a organização do ambiente de trabalho, a dinâmica das atividades, as condições meteorológicas, mas especialmente a exposição crônica à fumaça, ao calor extremo e ao material particulado (MP) (ARBEX *et al*, 2004; FIELDLER; RODRIGUES; MEDEIRO, 2004; ADETONA *et al*, 2016; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2020; NAVARRO *et al*, 2019).

Além disso, outros estudos apontam condições de trabalho excessivas que podem intensificar os riscos à saúde, como sobrecarga de trabalho, estreitamento das escalas e horas extras, ausência de férias, privação e restrição da alimentação e hidratação, higiene e impedimento de realizar as necessidades fisiológicas, aumento repentino do ritmo de trabalho, redução das horas de descanso, com jornadas de trabalho de até 24 horas contínuas (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2020). No estudo de Fahy *et al*. (2012), numa corporação norte-americana em 2015, ocorreram 68 mortes de bombeiros em serviço, das quais 35 foram por ataque cardíaco súbito, com possíveis causas relacionadas ao esforço excessivo e ao estresse.

O contato com temperaturas extremas (frio e calor), ruído, radiações, pressão atmosférica anormal, caracteriza os riscos físicos; os riscos ergonômicos são resultantes de posturas e posições inadequadas, e os acidentes acontecem por falta de proteção do trabalhador, possibilidade de quedas, queimaduras, lesões, caracterizando acidentes de trabalho (OPAS, 2001). O combate aos incêndios florestais exige boa capacidade aeróbica e bom condicionamento físico, pois a rotina dos brigadistas e bombeiros envolve longas caminhadas por terrenos íngremes, frequentemente carregando equipamentos pesados, que podem ultrapassar 25 kg. Além disso, essas atividades são realizadas em locais com alta concentração de gases tóxicos, o que aumenta o desgaste físico e fisiológico desses profissionais durante as operações de supressão do fogo (STRANG *et al.*, 2018).

Os eventos de incêndios florestais interferem diretamente na saúde humana devido ao elevado potencial de emissão de gases poluentes, que, de acordo com Fieldler *et al*. (2023), são responsáveis por 25% dos gases de efeito estufa. O Brasil registrou incêndios florestais sem precedentes, principalmente no Pantanal e na Amazônia, cujos impactos foram devastadores para as comunidades locais e para o meio ambiente em 2020 (GARCIA *et al.*, 2023).

Em relação aos desfechos respiratórios, é importante destacar que quanto mais próximo ao local dos incêndios, maiores são os riscos à saúde humana, incluindo infecções respiratórias, asma, conjuntivite, bronquite, irritação ocular e na garganta,

tosse, falta de ar, vermelhidão e alergias cutâneas (UCHOA; LUSTOSA & UCHOA, 2019). Esses sintomas são manifestações recorrentes associadas à exposição prolongada à fumaça, ao calor extremo e principalmente ao material particulado (MP) (OLIVEIRA, 2011; RIBEIRO & ASSUNÇÃO, 2002). O MP fino possui meia-vida que pode chegar a anos e pode penetrar até os alvéolos, o que pode levar a dificuldade respiratória, redução da capacidade pulmonar, problemas cardíacos e morte precoce (SOUZA, 2020; STONE *et al.*, 2019).

No que diz respeito ao MP_{2,5}, as maiores concentrações ocorrem no mês de setembro por ser o período mais seco e com o maior número de queimadas devido à estiagem na maior parte do Estado, que normalmente perdura durante todo o período de inverno (ABDO *et al.*, 2024). O MP, especialmente as partículas finas (quanto menor a partícula, maior o dano potencial), tem como principal porta de entrada o aparelho respiratório, podendo depositar-se no nariz, boca, faringe e traqueia, provocando irritação, inflamação local, aumento da reatividade brônquica, descontrole autonômico, atividade pró-coagulante, estresse oxidativo e repercussões sistêmicas, incluindo efeitos cardiovasculares e doença pulmonar obstrutiva crônica (ARBEX *et al.*, 2004; OLIVEIRA, 2011; RIBEIRO & ASSUNÇÃO, 2002; UCHOA, LUSTOSA & UCHOA, 2019; STONE *et al.*, 2019). Corroborando essas observações, o presente estudo identificou sintomas agudos de coriza em 47% dos participantes, que ainda referiram apresentar obstrução nasal (31%), espirros (35%) e ardência nos olhos (27%), o que reforça o impacto imediato da exposição ao MP durante o combate aos incêndios florestais.

Embora os exames clínicos realizados (espirometria, raio-X de tórax e eletrocardiograma) não tenham evidenciado alterações significativas pré e pós-exposições, a sintomatologia sugere efeitos subclínicos com potencial de evolução para condições crônicas em exposições repetidas. O estresse térmico e hídrico foi evidenciado pelos achados deste estudo; os dados laboratoriais revelaram variações significativas em parâmetros urinários (pH e densidade) e eletrolíticos (potássio) entre bombeiros militares, quando comparados à média do antes e do depois do combate aos incêndios.

Quanto aos parâmetros urinários, observou-se diferença estatisticamente significativa entre as amostras, indicando hidratação inadequada, agravada pelas condições térmicas extremas. Outro fator agravado pelas condições térmicas é a variação dos eletrólitos perdidos na regulação do calor, especialmente a redução do potássio no organismo, que passou de 4,47 para 4,29 mEq/L nos brigadistas e de

4,31 para 3,97 mEq/L nos bombeiros. Ressalta-se que a redução de potássio pode ser maior entre os bombeiros devido ao maior número de horas de trabalho (CASTRO; SHARMA, 2025). Tais variações laboratoriais sugerem que o calor extremo, associado à hidratação inadequada e ao uso prolongado de EPIs, pode intensificar o estado de desidratação e comprometer a termorregulação, contribuindo para essas alterações renais e para o aumento do risco de fadiga (CALIXTO-LIMA; REIS, 2012, VINCENT *et al.*, 2017).

O valor médio sanguíneo de malondialdeído (MDA) em brigadistas foi menor (4,6 $\mu\text{mol/L}$) após a exposição ao fogo, calor ou estresse físico, em relação ao período anterior à exposição (5,4 $\mu\text{mol/L}$). A principal fonte de MDA ocorre por meio da peroxidação lipídica provocada pelo ataque de espécies reativas de oxigênio aos lipídios das membranas celulares. A defesa contra a peroxidação lipídica e, conseqüentemente, a produção de MDA envolvem sistemas antioxidantes não enzimáticos e enzimáticos, sendo o sistema não enzimático representado pela disponibilidade de vitaminas E e C, enquanto a defesa enzimática é mediada pela atividade da glutathione peroxidase (ARGÜELLES *et al.*, 2014). A atividade sérica da glutathione peroxidase nos brigadistas foi 30% maior após a exposição ao calor, ao fogo ou ao estresse físico, em comparação com antes da exposição (95,5 U/L vs. 66,1 U/L, respectivamente). Dessa forma, é provável que o estresse oxidativo provocado pela fumaça, pelo calor e pela exposição a substâncias tóxicas tenha induzido uma resposta antioxidante, o que explica a menor concentração de MDA observada nesses indivíduos.

De forma diferente dos brigadistas, não houve diferenças entre as concentrações de MDA no soro de bombeiros militares antes e depois da exposição ao fogo/calor. Contudo, foi encontrada maior atividade sérica da SOD (3,8 U/L) após a exposição ao fogo/calor/estresse físico, quando comparada à atividade antes da exposição (2,5 U/L). Por outro lado, a atividade sérica da GSH-Px em bombeiros militares foi menor (23,1 U/L) após a exposição, quando comparada ao período anterior à exposição (82,1 U/L). A SOD e a GSH-Px formam um sistema antioxidante intracelular acoplado, pois atuam juntas no combate à formação excessiva de peróxido de hidrogênio e na proteção contra oxidação do DNA (MALGORZATA POLZ-DACEWICZ *et al.*, 2020).

A SOD é a enzima antioxidante mais importante em células aeróbicas, responsável pela transformação de radicais superóxido (O_2^-) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2), sendo GSH-Px a enzima responsável por eliminá-lo, convertendo H_2O_2 em água, uma molécula inerte (CULLEN, WEYDERT, 2009). É possível que a capacidade

antioxidante do sistema SOD/GSH-Px em bombeiros militares após a exposição ao fogo/calor/estresse físico esteja diminuída, pois, embora a atividade da SOD tenha se elevado após a exposição a poluentes e calor, a GSH-Px não seguiu a mesma tendência. Desta forma, há uma disrupção do sistema antioxidante SOD/GSH-Px nos bombeiros, o que pode deixá-los mais suscetíveis a ação deletéria das espécies reativas do oxigênio.

Vários fatores podem prejudicar o sistema antioxidante SOD/GSH-Px, como: o estresse oxidativo excessivo, deficiência de selênio, exposição a toxinas (como o mercúrio, chumbo e outros metais pesados), tabagismo e consumo de álcool (LUBOS *et al.*, 2011; BARBOSA *et al.*, 2010). Entretanto, esses parâmetros não foram avaliados neste estudo.

A resposta inflamatória atua localmente para conter e limitar danos teciduais, provocados por compostos tóxicos ou por irradiação. Esse processo é mediado por proteínas sinalizadoras conhecidas como citocinas pró-inflamatórias (MAILLET *et al.*, 2016; ZHANG *et al.*, 2020). As principais citocinas incluem as interleucinas (IL-1, IL-6), o Fator de Necrose Tumoral (TNF) e interferons, que iniciam a fase aguda da inflamação e estimulam a produção de proteínas de fase aguda (TIZARD, 2002; ROIT *et al.*, 1999; JONES & THOMSEN, 2012).

Não foram observadas alterações significativas nos níveis de TNF, IL-1 e IL-6 entre os períodos pré e pós-combate aos incêndios florestais, em ambos os grupos. De todo modo, essa ausência de mudanças pode refletir a menor intensidade dos incêndios no Pantanal em 2023 e o curto tempo de exposição dos participantes. Por fim, não se pode afirmar que não haja consequências dessa exposição e é possível que respostas inflamatórias tenham ocorrido em janelas temporais não capturadas pelas coletas realizadas.

As limitações deste estudo devem ser reconhecidas, especialmente o tamanho amostral reduzido na segunda fase e as dificuldades logísticas que prejudicaram a coleta imediata das amostras biológicas após o combate ao fogo, uma vez que as áreas afetadas pelo fogo ficavam distantes dos pontos de partida, o que impossibilitava a coleta em tempo oportuno.

Os achados deste estudo evidenciam que brigadistas e bombeiros atuantes no Pantanal mato-grossense enfrentam condições de trabalho desafiadoras, marcadas por longas jornadas, estrutura inadequada, hidratação insuficiente e exposição contínua ao calor extremo, fumaça e esforço físico intenso. Embora os exames clínicos não tenham demonstrado alterações significativas entre os períodos pré e pós-combate, a presença

de sintomas respiratórios agudos e as variações laboratoriais observadas — especialmente relacionadas ao estresse térmico, perda de eletrólitos e alterações em marcadores de estresse oxidativo — sugerem efeitos subclínicos importantes que podem evoluir para danos crônicos em cenários de exposição repetida.

A diferença na defesa antioxidantes entre brigadistas e bombeiros reforçam que o estresse oxidativo decorrente da atividade de combate ao fogo pode afetar esses grupos de maneira distinta, possivelmente influenciado por carga horária, intensidade do trabalho e condições ambientais. A ausência de alterações significativas nas citocinas avaliadas deve ser interpretada com cautela, considerando a menor intensidade dos incêndios no período estudado, além das limitações logísticas relacionadas ao tempo de coleta.

Em conjunto, esses resultados demonstram que a exposição ocupacional aos incêndios florestais no Pantanal mato-grossense representa um importante risco à saúde desses profissionais, destacando a necessidade de melhorias estruturais, garantia de hidratação adequada, capacitação contínua e vigilância biomédica mais sistemática. Estudos futuros, com amostras ampliadas e coletas realizadas em tempos mais próximos à exposição, são fundamentais para aprofundar a compreensão dos impactos fisiológicos e bioquímicos enfrentados por brigadistas e bombeiros e subsidiar políticas públicas efetivas de proteção à saúde desses trabalhadores.

Referências Bibliográficas

ADETONA, O. *et al.* Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public. **Inhalation Toxicology**. v. 28, n. 3, p. 95-139, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26915822/>. Acesso em: 11 mar. 2024.

ARBEX, MA; CANÇADO, JED; PEREIRA, LAA; BRAGA, ALF; SALDIVA, PH do N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 30, n. 2, p. 158-175, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132004000200015>
» <https://doi.org/10.1590/S1806-37132004000200015>

BATISTA, RC. OLHAR SOBRE A QUALIDADE DE VIDA DOS BOMBEIROS MILITARES DE PRIMAVERA DO LESTE, MT, APÓS A LEI N. ° 555 DE 29 DE DEZEMBRO DE 2014. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 8, p. 788-812, 2024.

BIANCHI MLP, ANTUNES LMG. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Rev Nutr.* 1999; 12(12):123-30. doi: 10.1590/S1415-52731999000 200001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Diretrizes de Vigilância em Saúde do Trabalhador: brigadista florestal. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Ministério da Saúde, 2024.

CALIXTO-LIMA L.; REIS, N.T. **Interpretação de exames laboratoriais aplicados à nutrição clínica**. Editora Rubio, 2012.

CASTRO, D; SHARMA, S. Hypokalemia. Em: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025.

COSTA, EP. *et al.* Incêndios florestais no entorno de unidades de conservação-estudo de caso na estação ecológica de águas emendadas, Distrito Federal. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 2, p. 195-206, 2009.

DE CARLI, A G; SANTO DE OLIVEIRA, R. Efeito do uso dos equipamentos de proteção individual e respiratória sobre o vo2 máx. dos integrantes do 16º grupamento de bombeiros da polícia militar do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFX)**, v. 6, n. 35, p. 11, 2012.

FIEDLER, NC *et al.* Emissão de gases tóxicos em incêndios florestais. **Ciência Florestal (01039954)**, v. 33, n. 3, 2023.

FERRARI CKB. Functional foods, herbs and nutraceuticals: towards biochemical mechanisms of healthy aging. *Biogerontology*. 2004; 5(5): 275-9.

FERREIRA ALA, MATSUBARA LS. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. *RAMB*. 1997; 43(1):61-8.

FIEDLER, NC; RODRIGES, TO; MEDEIROS, MB de. Análise das condições de trabalho de brigadistas de combate a incêndios florestais no Distrito Federal. *Floresta*, v. 34, n. 2, 2004.

FIEDLER, NC *et al.* Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal – estudo de caso. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v.30, n.1, 2006.

FREITAS, FZ *et al.* Repercussões laborais no autocuidado em saúde de bombeiros xz militares brasileiros. **Enfermería Actual de Costa Rica**, n. 45, 2023.

GREEN K, BRAND MD, MURPHY MP. Prevention of mitochondrial oxidative damage as a therapeutic strategy in diabetes. *Diabetes*. 2004; 53(Suppl 1): 110-8.

JONES KA, THOMSEN C (2021) The role of the innate immune system in psychiatric disorders. **Mol Cell Neurosci** 53:52–62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mcn.2012.10.002>.

MAILLET I, PERCHE O, PÂRIS A, RICHARD O, GOMBAULT A, HERZINE A, PICHON J, HUAUX F, MORTAUD S, RYFFEL B, QUESNIAUX VF, MONTÉCOT-DUBOURG C. (2016) Glufosinate aerogenic exposure induces glutamate and IL-1 receptor dependent lung inflammation. **Clin Sci** (Lond):1979, 130(21):1939–1954. <https://doi.org/10.1042/CS20160530>

MEDEIROS, M. B. Manejo do Fogo em unidades de conservação do Cerrado. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer*, Brasília, n.10, p.76-89, 2002.

MEDEIROS, M. B.; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no Parque nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 157-168. jul./dez. 2004.

NAVARRO, K. *et al.* Wildland firefighter smoke exposure and risk of lung cancer and cardiovascular disease mortality. *Environmental Research*, v. 173, p. 462-468, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30981117/>. Acesso em: 11 mar. 2024.

OLIVEIRA, M. A.; OLIVEIRA, S. S. A face humana do herói: análise do processo saúde-doença de bombeiros a partir de comunidades virtuais. *Interface – Comunicação, Saúde, Educação*, p. e190252, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/icse/a/SgPr4HRvR6xx3V3Hxp3cpJH/?lang=pt>. Acesso em: 11 mar. 2024.

RAMOS, L. R., OLIVEIRA, M. V., & SOUZA, C. L. (2020). Avaliação de variáveis pré-analíticas em exames laboratoriais de pacientes atendidos no Laboratório Central de Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, 56, e1432020.

Recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/ **Medicina Laboratorial (SBPC/ML): necessidade de jejum para coleta de sangue para a realização de exames laboratoriais**. 2016; 1. Disponível em: <http://www.sbpc.org.br/?C=2777>

ROIT I, BROSTOFF J, MALE D (1999) **Imunologia**. Manole, São Paulo.

SANTOS, CS *et al.* Perfil antropométrico, pressão arterial e glicemia de bombeiros militares: comparação entre praças e oficiais. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 24, n. 5, p. e14800-e14800, 2024.

Shami NJIE, Moreira EAM. Licopeno como agente antioxidante. *Rev Nutr.* 2004; 17(2):227-36. doi: 10.1590/S1415-52732004000200009.

SHAMI NJIE, MOREIRA EAM. Licopeno como agente antioxidante. *Rev Nutr.* 2004; 17(2):227-36. doi: 10.1590/S1415-52732004000200009.

TIZARD IR (2002) *Imunologia veterinária: uma introdução*. Roca, São Paulo.

UCHOA, N. M.; LUSTOSA, R. P.; UCHOA, F. N. M. Relação entre mudanças climáticas e saúde humana. **Revinter**, v. 12, n. 1, p. 11 - 18, 2019. <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol12ed1.400>
» <https://doi.org/10.22280/revintervol12ed1.400>

VINCENT, G.E. *et al.* The impact of heat exposure and sleep restriction on firefighters work performance and physiology during simulated wildfire suppression. **International journal of environmental research and public health**, v. 14, n. 2, p. 180, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5334734/ijerph-14-00180.pdf> Acesso em: 20 de fevereiro de 2025.

RAMOS, L. R., OLIVEIRA, M. V., & SOUZA, C. L. (2020). Avaliação de variáveis pré-analíticas em exames laboratoriais de pacientes atendidos no Laboratório Central de Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 56, e1432020.

ZHANG Z, NIAN Q, CHEN G, CUI S, HAN Y, ZHANG J (2020) Klotho Alleviates Lung Injury Caused by Paraquat via Suppressing ROS/P38 MAPK-Regulated Inflammatory Responses and Apoptosis. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2020:1854206. <https://doi.org/10.1155/2020/1854206>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O caminho percorrido nesta pesquisa foi delineado para buscar revelar os impactos decorrentes da exposição aos poluentes de incêndios florestais em brigadistas e bombeiros militares que trabalham no combate ao fogo no Pantanal Mato-grossense. Seguindo esta perspectiva, os principais desfechos foram a apresentação de um protocolo elaborado como ferramenta metodológica para conhecer os efeitos à saúde destes profissionais decorrentes da exposição aguda aos poluentes de incêndios florestais.

Com destaque à narrativa sobre a vivência dos 29 brigadistas que atuaram no combate aos incêndios florestais no Pantanal em 2023, e trouxe uma compreensão compassiva do cotidiano no durante e pós combate, e que a necessidade de reconhecimento do Brigadista Florestal pela sociedade é primordial, e implementar ações educativas que apresentem as atividades desempenhadas destacando a relevância do trabalho, que é indiscutível e vital. É imprescindível uma atenção à saúde ocupacional, principalmente em relação aos EPIs, à saúde mental que não é considerada como um fator de risco durante e após o trabalho de combate ao fogo. Os Brigadistas Florestais desempenham papel essencial para preservação ambiental e principalmente na sustentação da vida do Pantanal.

E por fim, os resultados do capítulo IV sinalizam que as principais dificuldades durante o trabalho estão na falta de estrutura adequada, planejamento e organização do trabalho em campo. Com isso, relataram sinais e sintomas decorrentes da exposição a fumaça, mas nos exames realizados antes e depois da exposição não apresentaram nenhuma alteração que pudesse mostrar algum risco imediato em relação a saúde respiratória ou cardiovascular. Em relação aos exames laboratoriais, não teve alteração no conjunto de exames, o que chama atenção são alterações isoladas, que no presente momento não sugere nenhuma alteração clínica com os indivíduos do estudo. Mas, tais variações laboratoriais sugerem que o calor extremo associado à hidratação inadequada e ao uso prolongado de EPIs, pode intensificar a desidratação e comprometer a termorregulação que pode levar a alterações renais. Quanto aos marcadores inflamatórios foram observadas algumas alterações pontuais que, no contexto bioquímico e inflamatório, a resposta inflamatória atua pontualmente para conter e limitar danos teciduais, que faz parte da resposta imune, e as principais mediadoras dessa resposta são as interleucinas, o Fator de Necrose Tumoral (TNF) e interferons. No contexto geral

não foram observadas alterações significativas entre os períodos pré e pós-combate aos incêndios florestais nos grupos estudados, contudo essa ausência de alterações significativas pode ter ocorrido em virtude da menor intensidade dos incêndios no Pantanal no ano de 2023 e a brevidade da atuação dos mesmos no combate ao fogo. Logo, não se pode afirmar que não há e que não haverá consequências na saúde destes combatentes de incêndios florestais no Pantanal mato-grossense.

Espera-se que os dados encontrados forneçam orientações e proposições de ações que melhorem a qualidade da vigilância da saúde do trabalhador em campo, das águas e da Floresta, e ainda que as decisões políticas defendam uma justa distribuição de recursos para o monitoramento da saúde dos brigadistas e bombeiros militares, especialmente quanto aos Equipamentos de Proteção Individual e Coletivo, estrutura de apoio em campo nos alojamentos com alimentação, hidratação e repouso. Encerrar esta tese é, especialmente, reafirmar a urgência de políticas públicas permanentes e estruturadas voltadas à valorização e à proteção dos brigadistas florestais e bombeiros militares no nosso país.

ANEXOS

Anexo I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Anexo II. Ata de aprovação do Projeto de Pesquisa no Comitê de Ética

Anexo III. Questionário utilizado na pesquisa

Anexo I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) participante,

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa **“Efeitos à saúde decorrentes da exposição aos poluentes de incêndios florestais em grupos vulneráveis do Pantanal Mato-grossense.”**, coordenado pela Dra. Sandra Hacon, CPF: 181.924.407-53, pesquisadora da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ). O objetivo central desta pesquisa é avaliar os impactos à saúde humana, incluindo os efeitos decorrentes da exposição aguda e crônica dos incêndios florestais, priorizando os grupos vulneráveis dos bombeiros e brigadistas que atuam nas áreas do Pantanal Mato-grossense e seu entorno.

O convite para a sua participação se deve: por atuar como bombeiro ou brigadista na área afetada pelos incêndios florestais e ter idade igual ou superior a 18 anos. Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você pode escolher se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será prejudicado de nenhuma maneira caso decida não participar ou desistir deste estudo. Contudo, a sua participação é muito importante para a execução da pesquisa, para a sua saúde e de seu grupo de trabalho. Você não receberá pagamento pela sua participação no estudo.

Sua participação consiste em aceitar e permitir:

- a. Ser inquerido a respeito do seu núcleo familiar e condições de moradia,
- b. Ser entrevistado e examinado fisicamente por um pesquisador ou pessoal de saúde colaborador participante e previamente treinado, para a obtenção de dados, que formarão parte da fonte de dados da pesquisa: Idade, Sexo, Peso, Estatura, Índice de Massa Corporal, Frequência Cardíaca, Frequência Respiratória, Saturação de Oxigênio em Sangue, pressão arterial, temperatura, além de um exame físico realizado por profissional médico;
- c. Ceder amostra de sangue (5 ml), que será processada, para posteriormente determinar os valores de vários marcadores sanguíneos planejados no protocolo de pesquisa: Hemograma Completo, Glicemia, Colesterol, HDL, HDL, ureia, creatinina, Proteína C Reativa, Fibrinogênio, Interleucinas (IL – 1D, IL – 6; IL – 8; IL – 10; TNF; 12p- 70) e Homocisteína Plasmática.
- d. Ceder amostra de urina (10 ml) para exame tipo 1 ou EAS (Elementos Anormais do Sedimento), que será processada, para posterior determinação de parâmetros bioquímicos, como: a presença de proteínas e corpos cetônicos) e a presença de elementos como bactérias, cristais, muco, hemoglobina, células epiteliais, etc. e para a determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em urina.
- e. Autorizar a realização de teste rápido de lactato em sangue;

O exame físico é um procedimento no qual você executará as indicações do examinador. A espirometria se realizará sentado. O técnico tomara os dados correspondentes e mostrará o procedimento. Para a realização do Rx de tórax o técnico em radiologia o posiciona, seja em pé ou deitado, de forma que a área a ser examinada fique próxima à mesa do equipamento de raio x, que possui uma placa sensível à radiação. Quando o aparelho é ligado, emite um feixe de partículas de radiação ionizante que atravessam o tórax, ficando registrada a imagem digitalmente. O risco de dano por radiação é baixo para a exposição não ocupacional, como é seu caso. O exame de eletrocardiograma será feito em posição deitada em que o técnico usará alguns eletrodos posicionados para captar indiretamente atividade elétrica do coração.

Para a coleta de sangue, o local será limpo com etanol 70% e posteriormente se usará uma agulha para a coleta e assim extrair o sangue. Após a extração o lugar será limpo com etanol

70% e coberto com um algodão, para ajudar a parar a sangramento causada pela agulha. Este procedimento lhe tomará no máximo 5 minutos, e será feito por um profissional com experiência selecionado para a pesquisa. Caso algum desconforto maior venha acontecer, os pesquisadores do projeto se comprometem a auxiliá-lo(a) e rapidamente encaminhá-lo(a) aos profissionais especializados na área.

Em todos os casos e em qualquer momento, seja no início, durante ou no final da pesquisa, você poderá solicitar informações sobre sua participação. Todos os dados coletados na pesquisa serão armazenados em um lugar seguro e só os pesquisadores terão acesso a eles. Portanto, os pesquisadores se comprometem a manter sigilo total dos dados, até o final da pesquisa, onde serão publicados apenas dados referentes aos possíveis impactos da exposição aos poluentes das queimadas sobre a saúde, e não usarão qualquer outro dado de caráter pessoal que os permita a identificação.

Qualquer dano físico ou moral por mal-uso de dados que possa ser gerado por esta pesquisa, você tem direito a procurar indenização, por vias judiciais. Ao final da pesquisa, todo material será mantido por até 5 anos, sob a responsabilidade dos pesquisadores. Se seus dados forem necessários para utilização em pesquisas futuras, um novo contato será feito, para que você forneça seu consentimento específico para a nova pesquisa, além da submissão à avaliação do Comitê de Ética. Você terá a garantia de receber esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada a pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados.

Os resultados dos exames laboratoriais, de Raio X, espirometria e eletrocardiograma serão disponibilizados aos participantes por meio de senha individualizada no prazo máximo de 15 após a realização dos mesmos.

BENEFÍCIOS:

Os benefícios para o participante do projeto são vários com destaque para: o conhecimento para ele e para os membros de sua família sobre os potenciais impactos à saúde referentes a exposição da fumaça dos incêndios florestais e queimadas no estado de Mato Grosso. Outro benefício é a quantificação dos riscos da exposição à saúde humana, principalmente para os grupos mais vulneráveis. Esse conhecimento contribuirá diretamente para subsidiar ações locais e específicas para as unidades de saúde e a vigilância em saúde ambiental e do trabalhador, assim como poderá minimizar impactos futuros decorrentes das queimadas beneficiando os voluntários e trabalhadores de combate ao fogo nas comunidades impactadas. A participação poderá também trazer benefícios com informações que deverão contribuir com iniciativas para a proposição de políticas públicas no cuidado à saúde dos brigadistas, voluntários e as comunidades nos territórios atingidos pelos incêndios.

RISCOS:

Os riscos desta pesquisa estão relacionados a possibilidade da virose da Covid-19. Na prática em relação ao exame físico, o participante não deve sentir nenhum desconforto, pois são procedimentos não invasivos. O projeto garantirá que as medidas sociais e de saúde pública relativas aos participantes estejam integradas a medidas mais amplas adotadas nas secretarias de saúde dos territórios integrantes da pesquisa. Será garantido o uso de Equipamentos de Proteção Individual, tanto para a equipe, quanto para os participantes. A coleta de amostras para exames bioquímicos será feita por meio de laboratório credenciado pela secretaria de saúde do município. Para a realização do Rx de tórax, espirometria e eletrocardiograma não há desconforto, pois se trata de procedimentos não invasivos. Outro risco possível é que os participantes ocupacionalmente expostos poderão perder alguns minutos de trabalho para participar da pesquisa.

DIVULGAÇÃO DE RESULTADOS:

Os resultados desta pesquisa serão divulgados por meio de palestras e publicados em forma de artigo em revista científica, sendo utilizados apenas os dados dos resultados, sem fazer uso de qualquer dado pessoal em nosso poder.

INFORMAÇÕES FINAIS:

Caso você tenha dúvidas sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, você pode entrar em contato com a pesquisadora principal:

Dra. Sandra Hacon, tel: (21) 2598-2863, -2525, sandrahacon@gmail.com

Em caso se considere prejudicado(a) na sua dignidade e autonomia, também pode consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública: R. Leopoldo Bulhões, 1480 - Manguinhos, Rio de Janeiro - RJ, CEP 21041-210; Tel. (21) 2598-2863, -2525.

Página Web: <https://cep.ensp.fiocruz.br/> . Email: cep@ensp.fiocruz.br

O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma, o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto, de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa como consta nas explicações e orientações acima, coloque se nome no local indicado abaixo.

Desde já, agradecemos a sua colaboração e solicitamos a sua assinatura de autorização em todas as páginas deste termo. O termo consiste em duas vias. Você receberá uma onde consta o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal e do Comitê de Ética em Pesquisa, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Todas as páginas referentes às duas vias devem ser rubricadas pelo sujeito participante e pelo pesquisador responsável.

Data: _____ Cuiabá, Mato Grosso.

Eliane Ignotti (Pesquisadora)

Especialista em Saúde Pública e Epidemiologia Ambiental.

ENSP/FIOCRUZ/MS

Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa intitulada "Efeitos à saúde decorrentes da exposição aos poluentes de incêndios florestais em grupos vulneráveis do Pantanal Mato-grossense." e concordo em participar.

(Assinatura do participante da pesquisa)

Nome do participante:

Anexo III – Questionário**Questionário de Identificação e avaliação dos efeitos à saúde decorrentes da exposição à poluição derivada de queimadas**

Data de Preenchimento do questionário: ____/____/____

Entrevistador: _____

No. Participante: _____**Nome Completo:** _____**Data de Nascimento:** ____/____/____**Sexo:** () Masc () Fem **Estado****Civil:** _____**Raça/Cor:** (Como vc se autodenomina)

() Branca () Preta () Parda () Amarela-asiática () Indígena

Nome da mãe: _____**Endereço residencial:** _____**Batalhão/Brigada:** _____ **Cidade/Estado:** _____**Fone pessoal:** () _____**E-mail:** _____**1. Cidade e estado de nascimento:** _____**2. Cidade de Residência atual há quanto tempo:** _____**3. Seu grau escolaridade:**

() Ensino fundamental completo

- () Ensino médio completo
- () formação profissional/técnico
- () Superior incompleto
- () Superior completo
- () outros _____

Exame físico: Antropometria (em descanso no dia da aplicação do questionário)

- 4. Peso _____ Kg
- 5. Altura _____ cm
- 6. Cintura _____ cm
- 7. Quadril _____ cm
- 8. Pescoço _____ cm

Histórico do brigadista e da família - morbidade

- 9. Você tem problema de coração? () não () sim Qual o problema?

- 10. Alguma vez sentiu que deveria diminuir a quantidade de bebida ou parar de beber? () não () sim
- 11. Alguém na família (pais ou irmãos) tem problema de coração? () não () sim Quem e qual o tipo de problema? _____
- 12. Você tem problema respiratório? () não () sim Qual tipo de problema?

- 13. Alguém na família (pais ou irmãos) tem problema respiratório? () não () Sim Quem e qual tipo de problema? _____
- 14. Você tem problema nos rins? () não () sim Qual é o problema? _____
- 15. Alguém na família (pais ou irmãos) tem problema de Rins? () não () sim Quem e qual tipo de problema? _____
- 16. Você tem problema nos olhos? () não () sim Quem e qual tipo de problema? _____

17. Alguém na família (pais ou irmãos) tem problema nos olhos? () não () sim Quem e qual tipo de problema? _____

18. Você tem diabetes? () não () sim

19. Alguém na família (pais ou irmãos) tem Diabetes? () não () sim

20. Quem e apresenta alguma sequela da doença?

21. Alguém na família (pais ou irmãos) tem ou já teve Câncer de Pulmão? () não () sim Quem e qual tipo de problema? _____

Histórico Pessoal - Morbidade Referida

Você já teve ou tem:

22. () Pressão Alta. Há quanto tempo: _____

23. () Arritmia ou taquicardia. Há quanto tempo: _____

24. () Problemas na tireóide. Há quanto tempo: _____

25. () Asma ou Bronquite. Há quanto tempo: _____

26. () Diabetes. Há quanto tempo: _____

27. () Pedra nos rins. Há quanto tempo: _____

28. () Tuberculose. Há quanto tempo: _____

29. () Leishmaniose. Há quanto tempo: _____

30. () Colesterol alto. Há quanto tempo: _____

31. () Doença Pulmonar Obstrutiva crônica. Há quanto tempo: _____

32. () Outras doenças? Quais e há quanto tempo: _____

33. Faz tratamento para algum desses problemas de saúde? Qual? _____

34. As pessoas o (a) aborrecem porque criticam o seu modo de beber?

() não () sim

Hábitos de saúde

35. Com que frequência você ingere bebidas alcoólicas?

() Não consumo bebida alcóolica

() Uma vez por mês ou menos

- ☐ 2 a 3 vezes por mês
- ☐ Todos finais de semana
- ☐ 4 a 6 vezes por semana
- ☐ Todos os dias

36. Com que frequência você bebe café, chá preto ou refrigerante tipo “Coca-cola”?

- ☐ Não consumo esse tipo e bebida
- ☐ Uma vez por semana
- ☐ 2 a 3 vezes por semana
- ☐ Uma vez por dia
- ☐ 2 a 3 vezes por dia
- ☐ 4 a 6 vezes por dia

37. Você fuma? se a resposta for não, pular para item 28 ou 32 ou 34.

- ☐ não ☐ sim ☐ Não sei

38. Com que idade você experimentou/começou a fumar pela primeira vez?

- ☐ Menos de 10 anos. Quantos sem ter parado nenhuma vez? _____
- ☐ de 11 a 15anos.
- ☐ de 16 a 20 anos.
- ☐ Mais de 20 anos.

39. Quantos cigarros você fuma por dia?

- ☐ Até 10 cigarros Quantos? _____
- ☐ de 11 a 20 cigarros
- ☐ mais de 20 cigarros

40. Já fumou? (Ex fumante)

- ☐ não ☐ sim

41. Por quantos anos fumou?

- ☐ menos de 1 ano
- ☐ 2 a 10 anos
- ☐ de 11 a 20 anos
- ☐ mais de 20 anos

42. Em média quantos cigarros fumava por dia? _____

43. Há quanto tempo parou de fumar?

- ☐ menos de 5

- ☐ entre 6 e 10
- ☐ entre 11 a 20
- ☐ mais de 20
44. Mora com pessoas que fumam na sua casa? (fumante passivo)
☐ não ☐ sim ☐ não sei
45. Quantas pessoas fumam na sua casa?
☐ apenas uma ☐ duas ou mais
46. Você teve Covid-19?
☐ não ☐ sim. Quando? _____
47. Foi internado por causa da Covid-19?
☐ não ☐ sim. Por quanto tempo? _____
48. Se sente culpado (a) pela maneira com que costuma beber? ☐ não ☐ sim
49. Atualmente, você está tomando algum remédio prescrito por médico?
☐ não ☐ sim. Para que? _____
50. Qual é o medicamento? _____
51. Você tem alguma doença crônica, isto é, que te acompanha por muito tempo?
(Ex. hipertensão) ☐ não ☐ não sei / não tenho certeza ☐ sim.
Qual(s)? _____

Hábitos alimentares

52. Qual é a sua alimentação básica? _____
53. Na sua casa o alimento é preparado em fogão a lenha???
☐ não ☐ sim
54. Quem cozinha e com qual frequência? _____
55. Qual sua alimentação mais comum durante os períodos de combate aos incêndios?
☐ Lanche
☐ Marmita
☐ Refeição da fazenda
☐ Outros

56. Tem água potável (água boa para beber) durante os incêndios?

() não () sim

57. De onde ela vem? _____

58. Você leva água no cantil? Qual quantidade? _____ () não () sim

59. É suficiente? () não () sim

60. O que faz quando acaba a água? _____

61. Ingere algum outro tipo de bebida durante o combate? () não () sim Qual?

() Café () Tereré () suco () refrigerante () água do rio () água da torneira

Exposição no Trabalho

62. Há quanto tempo atua como bombeiro ou brigadista? _____

63. Você tem contrato permanente ou temporário nesta atividade? _____

64. Você tem outra profissão/ocupação? () não () sim Qual? _____

65. Por quantos anos foi convocado/contratado para combater incêndios florestais e/ou queimadas? _____

66. Por quantas horas você costuma trabalhar quando está em combate ao fogo? _____

67. Por quantos dias seguidos você costuma trabalhar no combate aos incêndios florestais? _____

68. Quais as dificuldades encontradas no trabalho do PrevFogo/bombeiros?

() Infraestrutura inadequada

() Contrato temporário

() Remuneração

() Falta de assistência à saúde

() Outras. Quais? _____

Assinale os equipamentos que você utiliza em campo:

69. () Macacão ou uniforme apropriado

70. () Capacete

71. () Capuz Balaclava

72. () Óculos

73. () Cantil de água

74. () Botas

75. () Luvas

- 76.() Facão
77.() Abafador
78.() Soprador
79.() Aparelho Celular
80.() Outros _____
81. Qual equipamento de proteção individual você sente falta? _____
82. Quais as principais dificuldades na utilização dos EPIs? Por quê? _____
83. Quem fornece os equipamentos que você utiliza? _____
84. Você se sente seguro atuando no combate ao incêndio? Por que? _____
85. Qual a principal dificuldade em campo no combate aos incêndios florestais?

86. Você sente algum efeito da exposição à fumaça? Qual? _____
87. Você sente alguma dificuldade respiratória com as altas temperaturas no combate ao fogo? Quais? _____
88. Costuma beber pela manhã (ao acordar), para diminuir o nervosismo ou a ressaca? () não () sim

Sintomas respiratórios

Nos últimos 30 dias, você apresentou algum dos sintomas abaixo?

- 89.() chiado no peito após exposição ao fogo
90.() Espirros
91.() Coceiras ou ardência no nariz?
92.() Nenhum sintoma.
93. Coriza? () sim () não () não sei
94. Dificuldade para respirar (cansaço anormal) durante as atividades?
() sim () não () não sei
95. Tosse seca à noite, sem estar gripado ou com infecção respiratória?
() sim () não () não sei
96. Catarro (secreção) no peito? () sim () não () não sei
97. Roncos? () sim () não () não sei
98. Rouquidão? () sim () não () não sei
99. Dores na garganta? () sim () não () não sei

100. Respiração pela boca? () sim () não () não sei
101. Obstrução nasal (Nariz entupido)? () sim () não () não sei
102. Coração acelerado? () sim () não () não sei
103. Dor no peito? () sim () não () não sei
104. Taquicardia? () sim () não () não sei
105. Ardência nos olhos? () sim () não
106. Desidratado? () sim () não () não sei
107. Sensação de desmaio? () sim () não () não sei
108. Dor de cabeça? () sim () não
109. Deprimido? () sim () não () não sei
110. Muito triste? () sim () não () não sei

Gostaria de incluir outras questões? _____

Obrigada por sua participação!