

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

RENAN AUGUSTO BORTOLASSI DE OLIVEIRA

**RISCOS OCUPACIONAIS DO BOMBEIRO MILITAR: UMA PROPOSTA DE
MODELO DE ESTRATÉGIAS PROTOCOLARES PADRONIZADAS DE
GERENCIAMENTO DURANTE E APÓS AÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIOS**

PONTA GROSSA

2022

RENAN AUGUSTO BORTOLASSI DE OLIVEIRA

**RISCOS OCUPACIONAIS DO BOMBEIRO MILITAR: UMA PROPOSTA DE
MODELO DE ESTRATÉGIAS PROTOCOLARES PADRONIZADAS DE
GERENCIAMENTO DURANTE E APÓS AÇÕES DE COMBATE A INCÊNDIOS**

**Occupational risks of the military fire fighter: a proposed model of
standardized protocol strategies for management during and after fire-fighting
actions**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Engenharia de
Produção, da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná – Campus de Ponta Grossa (UTFPR).

Orientador: Dr. Ariel Orlei Michaloski

Coorientador: Dr. Antônio Augusto de Paula Xavier

PONTA GROSSA

2022



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa**



RENAN AUGUSTO BORTOLASSI DE OLIVEIRA

**RISCOS OCUPACIONAIS DO BOMBEIRO MILITAR: UMA PROPOSTA DE MODELO DE ESTRATÉGIAS
PROTOCOLARES PADRONIZADAS DE GERENCIAMENTO DURANTE E APÓS AÇÕES DE COMBATE A
INCÊNDIOS**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Engenharia De Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Gestão Industrial.

Data de aprovação: 26 de Agosto de 2022

Dr. Ariel Orlei Michaloski, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Aldo Braghini Junior, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Anderson Caetano Paulo, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Antonio Augusto De Paula Xavier, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Claudia Tania Picinin, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Karin Linete Hornes, Doutorado - Universidade Estadual de Ponta Grossa (Uepg)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 26/08/2022.

Dedico este trabalho à minha linda esposa, por ser meu porto seguro. E aos meus filhos Pietro e Matheus, por me proporcionarem momentos singulares de alegria e esperança.

AGRADECIMENTOS

Gostaria, inicialmente, de agradecer a Deus, por tudo o que tem feito em minha vida, por me dar saúde, paciência, persistência e, principalmente, esperança por dias melhores. Agradeço à minha família, minha esposa amada, que é meu porto seguro nos momentos de angústia, e aos meus filhos, a quem me dedico diuturnamente para fazê-los felizes e ser um exemplo para eles. Aos meus pais, que me deram educação e condições para me tornar o homem que sou hoje e que ainda me amparam quando preciso.

Agradeço ao meu orientador, professor doutor Ariel Orlei Michaloski, pela sabedoria, companheirismo e abnegação, atributos concedidos a mim durante minha trajetória.

Aos meus colegas de trabalho, em especial à minha companheira Rosângela de França Bail, que me abriu as portas acadêmicas, mostrando-me o caminho de pesquisa da UTFPR.

À equipe da Secretaria do Curso, pela cooperação.

Enfim, a todos aqueles que, de forma direta e indireta, fizeram parte da minha especialização e contribuíram para a realização desta pesquisa.

Seu trabalho vai preencher uma grande parte da sua vida, e a única maneira de ficar realmente satisfeito é fazer o que você acredita ser um ótimo trabalho. E a única maneira de fazer um excelente trabalho é amar o que você faz.
(STEVE JOBS, 2005).

RESUMO

Regularmente, bombeiros militares estão expostos a diversos riscos ocupacionais inerentes de sua atividade laboral, durante um combate a incêndio, resgate em altura, salvamento e resgate veicular, emergências com produtos perigosos, entre outros. O Corpo de Bombeiros do Paraná atendeu, no período de 2018 a 2021, aproximadamente 81.000 ocorrências envolvendo incêndios, com uma média de 20.000 eventos por ano e pelo menos 50 ocorrências diárias que são atendidos por 148 postos do Corpo de Bombeiros no Estado do Paraná. Atualmente se utiliza um EPI de aproximação para atendimento deste tipo de ocorrência envolvendo incêndios. A presente pesquisa pretende avaliar a condição física (sinais vitais) do Bombeiro que está diante de condições adversas controladas em um simulador de combate a incêndio em tempo real do tipo container (CFBT) afim de identificar os problemas acarretados à saúde do bombeiro militar em virtude do uso do equipamento de proteção individual de combate a incêndio e equipamento de proteção respiratória, durante o atendimento a emergências, além de avaliar o grau de exposição ao qual este profissional está submetido e os riscos ocupacionais envolvidos com o intuito de propor um procedimento para a melhoria da capacidade física dos bombeiros nesta atividade. Proporcionando um melhor atendimento a ocorrência e principalmente aumentando a segurança dos bombeiros envolvidos. Com a identificação dos riscos ocupacionais, será apresentado um procedimento operacional padrão, visando diminuir a exposição dos bombeiros, por meio do estabelecimento de protocolos de períodos de trabalho e descanso, incluindo procedimentos de reabilitação (autorreabilitação ou reabilitação formal), para que estes possam retornar à atividade, sempre primando pela saúde ocupacional destes profissionais de segurança pública. O método utilizado foi desenvolvido a partir da aferição da variabilidade da frequência cardíaca, da pressão arterial, da temperatura corporal de um grupo de bombeiros militares, durante instrução em CFBT. 16 Bombeiros do Coci 2021 realizaram duas condições de trabalho, sendo uma com 30 minutos de exposição ininterruptos (atividade X), e a outra, com 15 minutos de exposição, 10 minutos de descanso, seguido de mais 15 minutos de exposição (atividade Y). As aferições ocorreram antes, durante e após a exposição no simulador. A análise estatística foi realizada utilizando a 20ª versão do software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS v20). Os resultados demonstraram que ocorreram variações significativas no quesito tempo (pré e pós-atividade), mas não ocorreram variações significativas entre as condições X e Y. Além de apresentarem valores que demonstraram um desgaste acumulado da amostra nas aferições pré-atividade. A conclusão do trabalho foi a apresentação, ao comando do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado do Paraná, de um protocolo operacional padronizado – POP –, expondo uma rotina de trabalho de 30 minutos de trabalho com 10 minutos de autorreabilitação.

Palavras-chave: estresse térmico; reabilitação; combate a incêndios; procedimento operacional padrão; saúde ocupacional do bombeiro militar.

ABSTRACT

Military firefighters are regularly exposed to various occupational hazards inherent in their work activity, during fire fighting, rescue at height, rescue and vehicular rescue, emergencies with dangerous products, among others. The Paraná Fire Department attended, from 2018 to 2021, approximately 81,000 occurrences involving fires, with an average of 20,000 events per year and at least 50 daily occurrences that are attended by 148 Fire Department stations in the State of Paraná. Currently, an approximation PPE is used to attend to this type of occurrence involving fires. The present research intends to evaluate the physical condition (vital signs) of the Firefighter who is facing adverse conditions controlled in a real-time container-type firefighting simulator (CFBT) in order to identify the problems caused to the health of the military firefighter due to of the use of personal protective equipment for fire fighting and respiratory protection equipment, during emergency care, in addition to evaluating the degree of exposure to which this professional is subjected and the occupational risks involved in order to propose a procedure for the improvement of the physical capacity of firefighters in this activity. Providing a better service to the occurrence and mainly increasing the safety of the firefighters involved. With the identification of occupational risks, a standard operating procedure will be presented, aiming to reduce the exposure of firefighters, through the establishment of protocols for periods of work and rest, including rehabilitation procedures (self-rehabilitation or formal rehabilitation), so that they can return activity, always prioritizing the occupational health of these public safety professionals. The method used was developed from the measurement of heart rate variability, blood pressure, body temperature of a group of military firefighters, during instruction in CFBT. 16 Firefighters from Coci 2021 performed two working conditions, one with 30 minutes of uninterrupted exposure (activity X), and the other, with 15 minutes of exposure, 10 minutes of rest, followed by another 15 minutes of exposure (activity Y). The measurements took place before, during and after exposure to the simulator. Statistical analysis was performed using the 20th version of the Statistical Package for the Social Sciences software (SPSS v20). The results showed that there were significant variations in the time item (before and post-activity), but there were no significant variations between the X and Y conditions. In addition to presenting values that demonstrated an accumulated wear of the sample in the before-activity measurements. The conclusion of the work was the presentation, to the command of the Fire Department of the Military Police of the State of Paraná, of a standardized operational protocol - POP -, exposing a work routine of 30 minutes of work with 10 minutes of self-rehabilitation.

Keywords: heat stress; rehabilitation; firefighting; standard operating procedure; occupational health of the military firefighter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparação EPI's de Combate a Incêndio – 1972 e 2017	18
Figura 2 - Contextualização da problemática e objetivos da pesquisa	23
Figura 3 - Estrutura da Dissertação.....	24
Figura 4 - Portfólio dos principais autores	28
Figura 5 - Principais palavras-chave mencionadas no portfólio	29
Figura 6 - Croquis 1, 2 e 3 instrução simulador.....	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação total de ocorrências e total de incêndios CBPMR.....	21
Gráfico 2 - Média de tempo de grandes e pequenos incêndios	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados aferidos com variações significativas (Teste T)	50
Tabela 2 - Média e desvio padrão das variáveis domínio tempo.....	51
Tabela 3 - Média e desvio padrão das variáveis domínio frequência.....	51
Tabela 4 - Demais sinais vitais aferidos	52
Tabela 5 - Extrato dados LFPOWNUFFT e HFPOWNUFFT da Tabela 7	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Portfólio de combinações de palavras-chave	25
Quadro 2 - Procedimentos de Filtragens.....	25
Quadro 3 - Portfólio de artigos ordenado por relevância científica.....	26
Quadro 4 - Descrição atividades X e Y	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BM	Bombeiro Militar
CBPMMPR	Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado do Paraná
CB	Corpo de Bombeiros
CBMDF	Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
CEPR	Constituição Estadual do Paraná
CFBT	Compartment Fire Behavior Training
COCI	Curso de Operações em Combate a Incêndios
DP	Desvio Padrão
EFM	Educação Física Militar
EPRA	Equipamento de proteção respiratória autônomo
EUA	Estados Unidos da América
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FC	Frequência Cardíaca
HF	High Frequency – Alta Frequência
IPVS	Imediatamente Perigosa a Vida e a Saúde
LF	Low Frequency – Baixa Frequência
NFPA	National Fire Protection Association
PA	Pressão Arterial
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PAD	Pressão Arterial Diastólica
POP	Procedimento Operacional Padrão
PSI	Índice de Esforço Fisiológico
RTR	Relação de Troca Respiratória
SAT	Saturação por Oxigênio
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SYSBM	Sistema de Registro de Ocorrências e Estatísticas do Corpo de Bombeiros
TC	Temperatura Central
TEP	Taxa de Esforço Percebido
USFA	United State Fire Administration
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
VO ²	Consumo de Oxigênio
TC	Temperatura Corporal

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
BAR	Unidade de Pressão
Kw/m ²	Quilowatts por metro quadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Descrição do problema	17
1.2	Objetivo geral	19
1.3	Objetivos específicos	19
1.4	Justificativa	20
1.5	Estrutura da pesquisa	24
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1	Materiais e métodos	25
2.2	Análise bibliométrica (VOSVIEWER)	27
2.3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
2.3.1	Desgaste físico	30
2.3.2	Simuladores de combate contra incêndios	31
2.3.3	Atividade dos Bombeiros	32
2.3.4	Procedimento Operacional Padrão (POP)	33
2.3.5	Hipertermia e desidratação nas ações de combate a incêndio	35
2.3.6	Equipamento de Proteção Individual de Combate a Incêndio	37
2.3.7	Reabilitação do Bombeiro militar em operações e instruções de combate a incêndios	39
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	42
3.1	Procedimentos de higiene sanitária em relação à Covid-19	44
3.2	Procedimentos para coleta de dados	44
3.3	Parâmetros avaliados	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
4.1	Análise Estatística	49
4.2	Resultados	50
4.2.1	Variabilidade da Frequência Cardíaca	50
4.2.2	Demais sinais vitais aferidos	52
4.3	Discussões	52
5	CONCLUSÕES	57
5.1	Recomendações para Trabalhos Futuros	57
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICE A – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	64

1 INTRODUÇÃO

A preocupação envolvendo saúde no ambiente de trabalho e condições de trabalho enfrentadas por bombeiros é tema de trabalhos científicos que datam da década de 80.

No estudo em questão, foram avaliados os riscos potencialmente enfrentados pelos bombeiros, como esforço físico, hipertermia e exposição ao monóxido de carbono, entre outros, havendo, desta forma, uma preocupação em tornar o local de trabalho seguro para os bombeiros. (EVANOFF; ROSENSTOCK, 1986).

Watkins e Richardson (2017) complementam o tema, quando discorrem que há instrutores de bombeiros que frequentemente estão expostos a altos níveis de temperatura e tensão durante o combate ao fogo e a exposições a incêndios, e que também correm risco de doenças cardiovasculares, sendo a falência cardíaca a maior causa de morte entre os bombeiros.

Com base nessa fundamentação, como parte da rotina operacional das unidades do Corpo de Bombeiros, diariamente são atendidas ocorrências de todas as naturezas, como atendimento pré-hospitalar, combate a incêndio, resgate vertical, resgate veicular, entre outras. Todas essas ações concatenadas atendem ao objetivo principal da corporação, que é salvaguardar vidas e o patrimônio; no entanto, elas são consideradas de alto risco ocupacional para o profissional bombeiro militar, que, cumprindo sua função constitucional, as executa.

Assim, entende-se a Polícia Militar do Estado do Paraná, segundo o artigo 48 da Constituição Estadual do Paraná, como a

[...], força estadual, instituição permanente e regular, organizada com base na hierarquia e disciplina militares, cabe a polícia ostensiva, a preservação de ordem pública, a execução de atividades de defesa civil, prevenção e combate a incêndio, buscas, salvamentos e socorros públicos, o policiamento de trânsito urbano e rodoviário, de florestas e de mananciais, além de outras formas e funções definidas em lei (PARANÁ, 2021).

A esse respeito, todas as legislações estaduais a que os Corpos de Bombeiros Estaduais do Brasil estão inseridos, fazem citações diretas ou indiretas a termos ligados a ações de busca e salvamento, resgate, combate a incêndio, socorros públicos e de prevenção e defesa civil.

Isto posto, é citada a incumbência de “ordem pública”, que representa um conjunto de ações formadas por conceitos de segurança pública, tranquilidade pública e salubridade pública, e do respeito da dignidade das pessoas (LAZZARINI, 1997). Pode-se afirmar que os serviços prestados pelos Corpos de Bombeiros no Brasil estão ligados à “tranquilidade pública”, sendo esse um dos pilares que formam o conceito de “ordem pública” citado na Constituição Federal, demonstrando a importância da manutenção dos serviços prestados por essas instituições em todos os Estados da federação.

Passando a explorar neste momento a atividade do profissional bombeiro militar, verifica-se que estes profissionais são os primeiros a chegarem em um evento adverso, seja ele qual for. Nos incêndios, por exemplo, que contam com os efeitos do fogo, a preocupação está em resgatar e salvaguardar as vítimas, garantindo a segurança e a saúde de todos. Torna-se fundamental, portanto, que os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), além de fazerem parte vital no trabalho desses profissionais, devam ser de alta precisão, eficazes e que ofereçam segurança em primeiro lugar (SONG; MANDAL; ROSSI, 2016).

Segundo Cavalcanti (2012), o bombeiro militar, ao realizar atividades como combate a incêndio, salvamento e resgate, buscando salvaguardar vidas e patrimônios, produz calor, como uma reação corporal, como consequência das reações metabólicas provenientes do trabalho musculoesquelético. Como resultado, o corpo humano utiliza métodos de dissipação do calor, de forma metabólica ou por absorção do ambiente, sendo a evaporação por meio do suor o principal deles (FOSS, 2000).

Em suma, quando o bombeiro está executando tarefas em um ambiente com altas temperaturas, o calor gerado pelo incêndio é absorvido do ambiente pelo bombeiro e tende a gerar um aumento da temperatura corporal, resultante do “[...] princípio da conservação da energia”, que define que o corpo de maior temperatura transfere energia para o corpo de menor temperatura, procurando o equilíbrio térmico; nesse caso, o bombeiro – que possui menor temperatura que o ambiente – tende a aumentar de temperatura (CBMDF, 2013).

É apontado por Song, Mandal e Rossi (2016) que todos os anos, no mundo, milhares de bombeiros sofrem ferimentos por queimaduras durante ações de combate a incêndio, e que alguns desses acidentes, inclusive, resultam em fatalidades. A melhor forma para a mitigação desses acidentes de trabalho e para a redução do risco

ocupacional é a utilização de roupas de proteção térmica que ofereçam segurança apropriada para a atividade. Os autores descrevem, ainda, que, com o objetivo de fornecer proteção contra as fontes de calor encontradas nos incêndios, os bombeiros utilizam o conjunto de aproximação (roupa de combate a incêndio), que normalmente possui várias camadas de tecidos. É importante alertar que esse sistema multicamadas aumenta o peso da roupa de proteção e diminui drasticamente a permeabilidade ao vapor, o que, por sua vez, limita a taxa de troca de calor evaporativo com o meio ambiente, aumentando o desgaste fisiológico do bombeiro.

O EPI próprio para a atividade de combate a incêndio e resgate tem a função de proteção térmica do bombeiro quando este encontra-se no ambiente incendiado; no entanto, o equipamento também possui a característica de prejudicar a termorregulação corporal, tendo em vista que, ao mesmo tempo que limita a absorção do calor, gerando conforto ao bombeiro, ele também impede e/ou dificulta a liberação do calor absorvido do ambiente externo e produzido metabolicamente pelo corpo.

Os EPIs utilizados nas ações de combate a incêndio podem limitar a termorregulação humana, devido à limitada permeabilidade e isolamento ao vapor de água. O resfriamento ativo do bombeiro durante uma ação de combate a incêndio diminuiu o estresse térmico, reduzindo, assim, a probabilidade de hipertermia durante o exercício em condições de calor e umidade. Pesquisas indicam que, quando o resfriamento é utilizado, cada bombeiro tem, em média, 91% menos chance de atingir o limite inferior da hipertermia (ALJAROUDI *et al.*, 2021).

Correlacionando o assunto com demais artigos analisados e referenciados neste trabalho acadêmico, observa-se que algumas ferramentas podem ser utilizadas para minimizar os riscos de um bombeiro militar ter uma hipertermia durante uma ação de combate a incêndio. Realizar ações de resfriamento e intervalos de descanso são exemplos de procedimentos que podem melhorar as condições de segurança ocupacional do bombeiro e até mesmo melhorar sua desenvoltura e desempenho durante o trabalho seguinte.

Com o objetivo de propiciar a dissipação de calor pelos bombeiros durante as ações de combate a incêndio e resgate, o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado do Paraná apresenta a necessidade de criar o Protocolo Operacional Padrão (POP), para ser empregado em ocorrências e instruções dessa natureza, propiciando condições de reabilitação e dissipação de calor absorvido, visando à melhoria nas

condições de trabalho desses profissionais e o restabelecimento de suas condições físicas e mentais.

1.1 Descrição do problema

Muitos incrementos e melhorias foram realizados em relação às roupas de proteção térmica para bombeiros nas últimas décadas, um exemplo disso pode ser verificado na Figura 1 quando comparamos o EPI de um bombeiro realizando um resgate em 1972 e outro utilizando os EPI's utilizados em 2017. Essas evoluções resultaram no declínio gradual das lesões por queimaduras dos bombeiros. As novas tecnologias empregadas em roupas de proteção térmica melhoraram o desempenho desses profissionais no calor metabólico e na liberação de vapor de suor dos seus corpos para o meio ambiente (SONG; MANDAL; ROSSI, 2016).

Os primeiros EPIs utilizados pelos bombeiros no Brasil e no Estado do Paraná eram compostos pelo fardamento de uso cotidiano dos bombeiros, o qual consistia em casaco, calça de algodão e capacete de proteção comum, denominado casquete. Essa vestimenta era o único recurso que os militares possuíam para proteção à exposição em ambientes incendiados. Uma característica desse uniforme é que o mesmo não possuía zíper para o fechamento da camisa, capa ou a braguilha da calça, sendo que essas partes do equipamento deveriam ser fechadas com botão simples, pois o zíper poderia derreter e se fundir quando exposto a altas temperaturas, impossibilitando e/ou dificultando a retirada do fardamento após o uso. Nos primórdios do Corpo de Bombeiros, em meados de 1912, não havia equipamentos de proteção respiratória disponíveis, sendo o único recurso diante disso o uso de um pano molhado, colocado nas vias aéreas, para melhorar a respiração em ambientes tomados por fumaça. Esse conjunto de EPI, composto pela farda operacional e casquete, ficava completo com o uso de um cinto ziegler ou ginástico, que era um cinto multifuncional para uso do Bombeiro Militar (BM).

No Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado do Paraná (CBPMPR), uma primeira evolução desses EPIs foi o emprego de capas 7/8, combinadas com botas de combate a incêndio, luvas, capacetes e equipamento de proteção respiratória autônomo (Epra).

Essa evolução foi constante, chegando até os dias de hoje, em que os bombeiros militares (BMs) possuem equipamentos certificados internacionalmente, os quais proporcionam melhoria na saúde ocupacional desses profissionais.

Figura 1 - Comparação EPI's de Combate a Incêndio – 1972 e 2017



Fonte: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo e Carlos Poly (2022).

O uniforme utilizado diariamente pelo BM para realizar operações de combate a incêndio é o conjunto de aproximação composto por capa e calça de combate, botas, luvas, balaclava, capacete e equipamento de proteção respiratória autônomo (Epra), equipamentos específicos e certificados internacionalmente para essa finalidade, tornando o ambiente seguro para que o profissional não sofra queimaduras.

Nesse sentido, o Epra é o equipamento que irá fornecer suprimento de ar respirável aos bombeiros quando estes estiverem realizando uma ação em um local com atmosfera Imediatamente Perigosa à Vida e à Saúde (IPVS) causada pela fumaça.

Nesse contexto, identifica-se que, apesar de esses equipamentos fornecerem segurança ao bombeiro em relação à proteção a altas temperaturas, impedindo que o militar sofra queimaduras, esses EPIs não são capazes de mitigar os riscos relacionados a patologias e ao aumento de temperatura corporal, como a hipertermia, por exemplo, ou seja, o equipamento evita que o bombeiro sofra queimaduras causadas pelas chamas de um incêndio, mas não impede a elevação de sua temperatura corporal durante o trabalho.

Lesões e doenças relacionadas ao calor estão se tornando uma preocupação crescente para a segurança de diversos trabalhadores, incluindo bombeiros e trabalhadores da manufatura, entre outros, visto que esses profissionais estão expostos ao estresse pelo calor em suas rotinas de trabalho (BOLUS *et al.*, 2018). Consoante a essa questão, Kalyani e Jamashid (2009) mencionam que o Centro de Controle de Doenças dos EUA comunicou a morte de 6.864 pessoas em decorrência de altas temperaturas em condições de trabalho no período de 1966 a 1979.

É possível que, dessa forma, diversas doenças relacionadas ao aumento de temperatura corporal do ser humano possam estar afetando os bombeiros militares no dia a dia de trabalho durante as operações e instruções de combate a incêndios. Com base nessa contextualização, o problema da pesquisa é: **Como instituir um Procedimento Operacional Padrão (POP) para melhorar a saúde ocupacional de bombeiros militares em operações e instruções de combate a incêndio?**

1.2 Objetivo geral

Propor a adoção de um Procedimento Operacional Padrão (POP), para auxiliar a gestão interna de pessoas durante a ação de combate a incêndio.

1.3 Objetivos específicos

- Identificar os problemas relacionados ao desgaste físico de bombeiros durante o uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI) para ações de combate a incêndio;
- Avaliar o grau de exposição ao qual os bombeiros estão submetidos quando utilizam EPI de Combate a Incêndio fornecido pelo CBPMPR;
- Comparar os níveis de queixas em relação aos problemas relacionados ao desgaste físico e ao grau de exposição quando do combate a incêndios;
- Desenvolver o POP.

1.4 Justificativa

Este estudo pretende contribuir para a construção de estratégias protocolares padronizadas de gerenciamento durante e após ações de combate a incêndios e, assim, proporcionar uma visão para caminhos de melhoria e benefícios que serão apresentados na pesquisa. O trabalho, ainda, contribui diretamente para a linha de pesquisa de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

A relevância da pesquisa se justifica na medida em que a área de segurança e saúde do trabalho tem se destacado como disciplina autônoma e por sua multidisciplinaridade.

Durante as ações de combate às chamas em um incêndio, os bombeiros estão expostos a vários riscos. Estes podem ser de natureza física, quando relacionado ao esforço para realizar a atividade e por consequência do uso de um EPI pesado (aproximadamente 24 kg), mas também podem ser de natureza ambiental, quando relacionados à exposição térmica às altas temperaturas da fumaça e às chamas provenientes do incêndio (KELLER *et al.*, 2005).

Zhang *et al.* (2009) e Cavalcanti (2012) realizaram estudos submetendo os bombeiros a esforços físicos com uso de EPI's de combate a incêndios em pistas de atletismo e/ou esteiras ergométricas, para avaliar o desgaste durante a realização de atividades físicas, porém, os profissionais não foram submetidos a fogo real ou a temperaturas próximas de medições encontradas em um incêndio.

A contribuição desta pesquisa diz respeito à produção de um conhecimento referente a segurança e saúde do trabalhador, dentro de uma instituição que busca a prevenção da vida, que é o Corpo de Bombeiros do Paraná, ou seja, avaliar como um POP pode auxiliar na gestão humana. Conhecer sua aplicação significa reconhecer seu grau de evolução, suas lacunas e direções que apontam para possibilidades de mudanças de várias ordens. Quanto maior a eficácia do POP, maior a velocidade na consecução dos objetivos, melhor utilização dos recursos humanos e da capacidade produtiva.

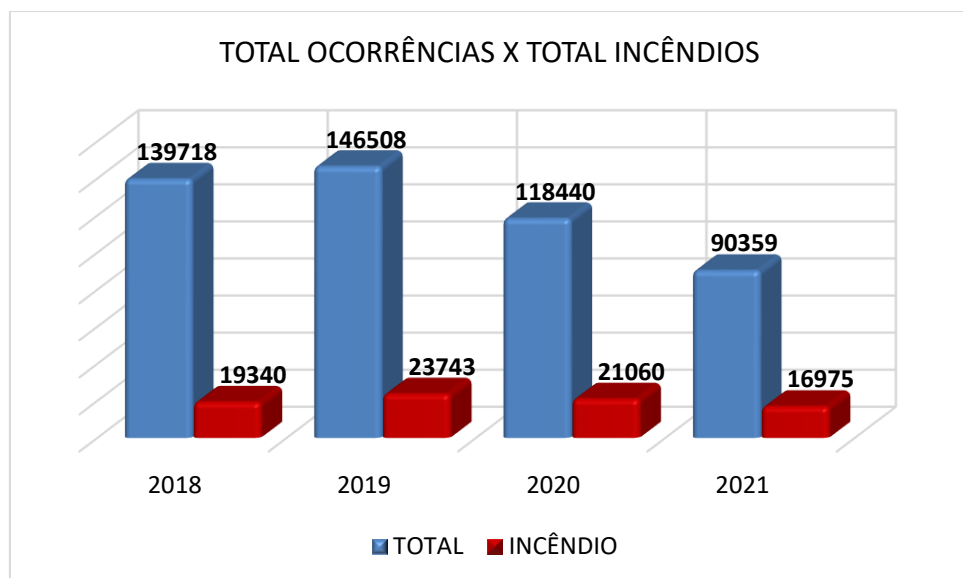
No âmbito do Corpo de Bombeiros do Paraná, a pesquisa estabelece um patamar de medição como gestão interna, instigando a inovação e o desenvolvimento. Essa contribuição se estende aos outros CBs, para o estabelecimento de protocolos, diretrizes e estimular o estudo na área em questão.

No âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal Tecnológica do Paraná (UTFPR-PG), irá contribuir ao curso nos campos de desenvolvimento, metodologia ágil na gestão de processos de execução de trabalho.

Vale registrar, ainda, que nos estudos referenciados, encontramos dados relativos à termorregulação corporal do bombeiro durante o uso de EPI de combate a incêndio, avaliações em níveis de desempenho físico e avaliação da temperatura da pele, entre outros, não havendo nenhum que relaciona esses temas a um tempo máximo de exposição do bombeiro e criando protocolos padronizados. Neste sentido, é fundamental que um deslinde deste tema possa demonstrar como, na prática, o bombeiro pode atuar em operações de combate a incêndio, mantendo sua segurança ocupacional.

Passando a analisar a demanda de combate a incêndio no estado do Paraná, verifica-se no Gráfico 1 que o Corpo de Bombeiros do Paraná atendeu, no período de 2018 a 2021, pouco mais de 81.000 ocorrências envolvendo incêndios, com uma média de 20.000 ocorrências por ano, distribuídas em 148 postos de atendimento, com viaturas em prontidão para o atendimento de emergências 24 horas por dia, 365 dias do ano.

Gráfico 1 - Comparação total de ocorrências e total de incêndios CBPMR



Fonte: Sistema Business Intelligence (BI) CBPMR (SANTOS, 2017).

Observando o Gráfico 1, é notório que, estatisticamente, o Corpo de Bombeiros no Estado do Paraná atende, em média, pelo menos 50 ocorrências diárias relacionadas a incêndios diversos, estando os BMs expostos a ambientes com altas temperaturas. Essa conclusão é obtida a partir da somatória total de incêndios nos últimos 4 anos (81.118), dividido pelo número de dias de 2018 a 2021 (1460).

A motivação para esta pesquisa surgiu após a percepção do fato de que os bombeiros militares pertencentes ao CBPMPR estão diariamente sujeitos a riscos ocupacionais relacionados à hipertermia e à variação de temperatura interna corporal, que podem estar extrapolando os limites aceitos para o homem. A principal contribuição será proporcionar aspectos de melhoria na saúde ocupacional desses profissionais de segurança pública.

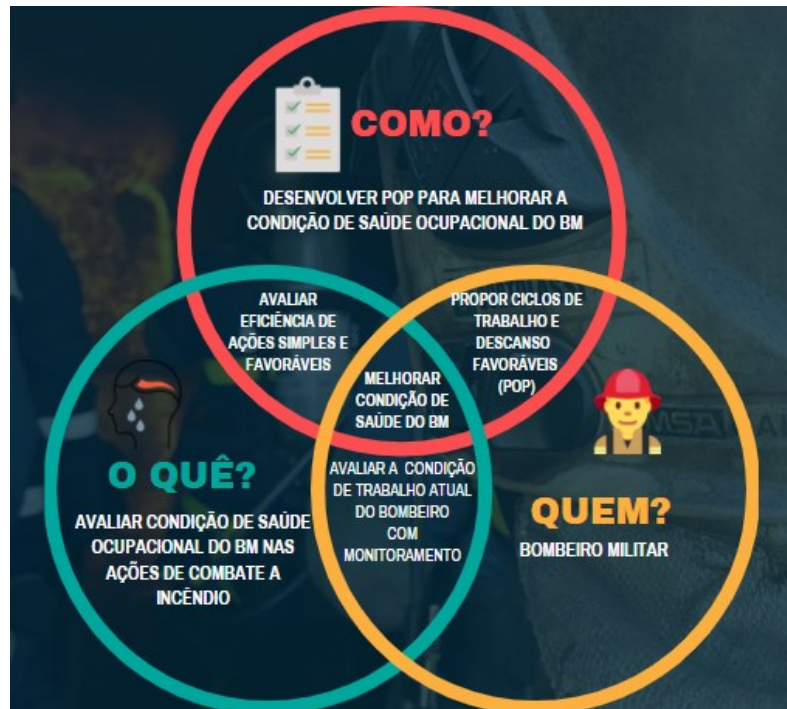
É importante salientar que os BMs que desempenham a função de instrutor para os demais bombeiros, frequentemente estão sujeitos a altos níveis de variação fisiológica durante as exposições ao fogo nos simuladores de combate a incêndio em tempo real. Os instrutores também correm risco de doenças cardiovasculares, com mortes resultantes de problemas cardíacos, sendo essa a maior causa de óbito entre os bombeiros, conforme estudos realizados anualmente pela NFPA onde analisam as mortes de bombeiros nos Estados Unidos da América. (WATKINS; RICHARDSON, 2017).

As funções desempenhadas pelos BMs exigem o uso de equipamento de proteção individual, que inibe a termorregulação normal do corpo durante o esforço físico, criando um ambiente descompensado de estresse por calor. Nesse sentido, períodos de descanso estruturados são necessários para corrigir os efeitos do estresse térmico incomensurável e garantir a segurança do bombeiro (MCENTIRE; SUYAMA; HOSTLER, 2013).

Com base nesse cenário, a abordagem deste trabalho consiste no desenvolvimento de um Procedimento Operacional Padrão (POP), avaliando os riscos ocupacionais durante o uso dos EPI's utilizados do CBPMPR, e estabelecendo rotinas de tempo de trabalho com intervalos de descanso, reidratação e resfriamento corporal, como recursos a serem empregados durante as ações de combate a incêndio, resultando em frutos de extrema relevância para a vertente acadêmica, para o Corpo de Bombeiros da PMPR e para a sociedade.

A Figura 2 demonstra três eixos que quando estudados de forma conjunta podem resultar na melhoria das condições de saúde do bombeiro militar.

Figura 2 - Contextualização da problemática e objetivos da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2022).

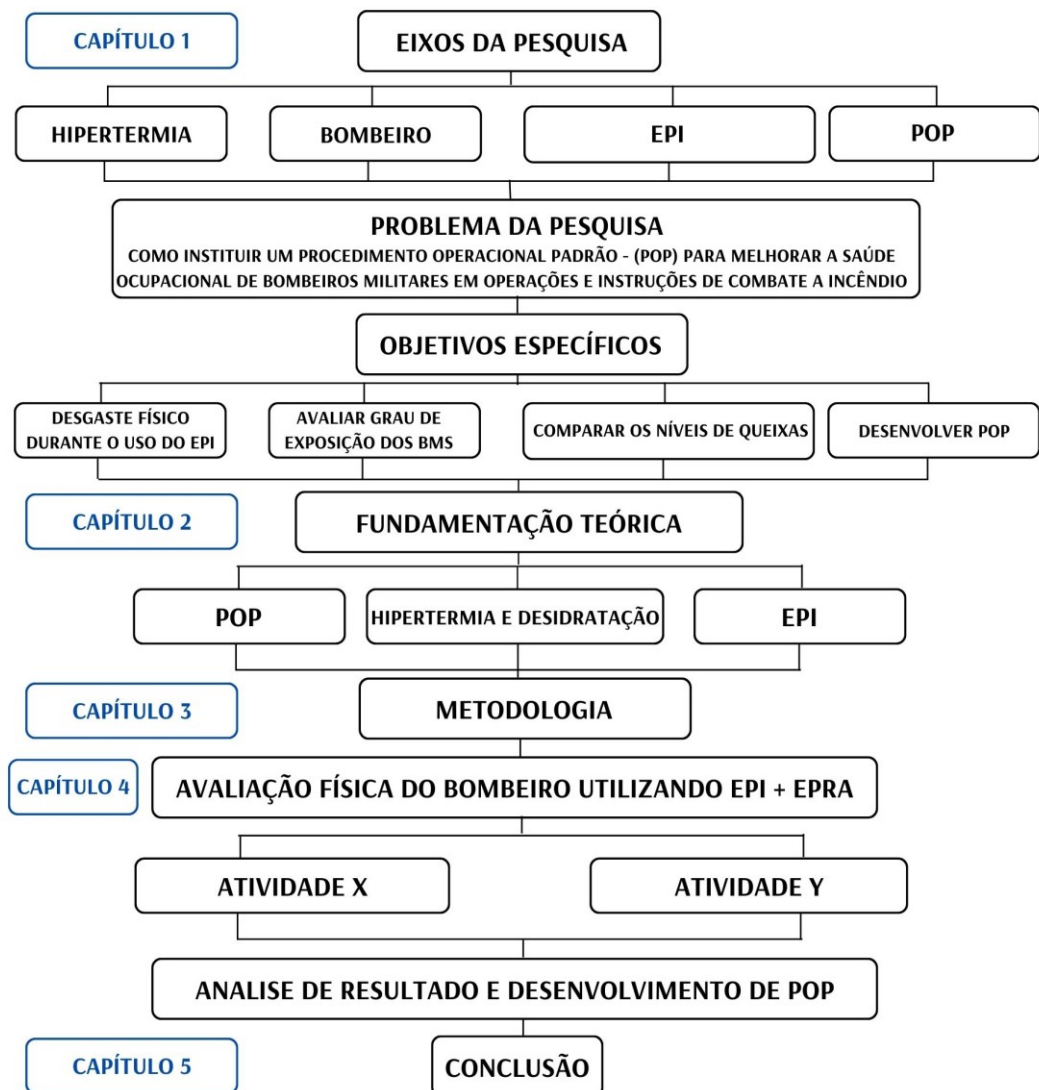
No círculo amarelo temos o bombeiro militar que é o foco deste estudo. No círculo em azul temos a preocupação de avaliação da saúde dos bombeiros durante as ações de combate a incêndio. E no círculo vermelho temos uma proposta de melhoria que é a produção de um protocolo padronizado. Os três elementos interagem entre si demonstrando a possibilidade de melhorar as condições de saúde do profissional bombeiro militar.

1.5 Estrutura da pesquisa

O presente trabalho está dividido em oito capítulos, contando com esta introdução (1), fundamentação teórica (2), revisão de literatura (3), procedimentos metodológicos (4), resultados e discussões (5), considerações finais (6) e conclusões (7).

Com o objetivo de apresentar uma visão completa dos processos realizados durante esta pesquisa, o fluxograma apresentado na Figura 3 demonstra os passos executados para a elaboração desta dissertação.

Figura 3 - Estrutura da Dissertação



Fonte: Autoria própria (2022).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Inicialmente, foi feita uma revisão bibliográfica, para avaliar os principais artigos nacionais e internacionais relacionados ao tema. O método de pesquisa neste estudo caracteriza-se como sendo de cunho exploratório.

2.1 Materiais e métodos

A busca de informações se deu nas bases de dados Scopus, Science Direct e Web Science, a partir dos campos título, resumo e palavras-chave; sem corte temporal e limitado a artigos e revisões. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1, a seguir.

Quadro 1 - Portfólio de combinações de palavras-chave

Combinação de palavras chave	Scopus	Science Direct	Web of Science
"hyperthermia" AND ("personal protective equipment*" OR "Individual protection equipment") AND "firefighter*"	3	0	4
"hyperthermia" AND "firefighter*"	26	4	34
"hyperthermia" AND "personal protective equipment" AND "technologies"	0	1	0
Total	72		

Fonte: Autoria própria (2022).

Após a coleta dessas informações, deu-se início aos procedimentos de filtragem, com o objetivo de excluir artigos duplicados, livros, capítulos de livros, artigos de congresso e os não relacionados com a temática central do presente trabalho. Os resultados obtidos seguem, conforme a Tabela 2.

Quadro 2 - Procedimentos de Filtragens

Procedimentos de Filtragem	Número de artigos
Número inicial de artigos	72
Exclusão de duplicatas	29
Exclusão por tipo de documento	2
Exclusão de artigos fora da temática	13
Total de artigos excluídos	44
Total de artigos no portfólio	28

Fonte: Autoria própria (2022).

A partir do procedimento de filtragem, iniciou-se a ordenação do portfólio. Para isso, foram coletadas as variáveis ano de publicação presentes nos artigos e o número de citação (Ci), a partir do *Google Scholar*, e, por fim, o Fator de Impacto do *journal* (FI). Para essa variável, foi estabelecido que a métrica principal seria o *Journal Citation Reports* (JCR), disponibilizado pela Clarivate, e como métrica secundária, o *Scientific Journal Rankings* (SJR), disponibilizada pela *Scopus*, sendo utilizada somente para *journals* que não apresentassem JCR.

Após a coleta das variáveis, para a equação de ordenação *InOrdinatio* foi aplicada a seguinte equação:

$$\text{InOrdinatio} = (\text{IF}/1000) + \alpha \cdot [10 - (\text{Ano Pesquisa} - \text{Ano Publicação})] + (\text{Ci}) \quad (1).$$

Por meio da aplicação da Equação 1, foi possível construir um portfólio de artigos, ordenado por relevância científica, conforme estabelecido na Tabela 3, a seguir.

Quadro 3 - Portfólio de artigos ordenado por relevância científica

Título	Ano	InOrdinatio
Physiological interactions with personal-protective clothing, physically demanding work and global warming: An Asia-Pacific perspective	2021	100,002
Probability of hyperthermia in a hot environment while wearing a liquid cooling garment underneath firefighters' protective clothing	2021	100,002
Effect of continuous cooling on inhibition and attention while wearing firefighter's PPE in a hot environment	2020	92,002
Self-selected fluid volume and flavor strength does not alter fluid intake, body mass loss, or physiological strain during moderate-intensity exercise in the heat	2020	90,002
Effectiveness of hand cooling and a cooling jacket on post-exercise cooling rates in hyperthermic athletes	2018	79,003
Comparison of Sports Drink Versus Oral Rehydration Solution During Exercise in the Heat	2018	77,001
Cognitive function following treadmill exercise in thermal protective clothing	2012	76,003
Perception, Action, and Cognition of Football Referees in Extreme Temperatures: Impact on Decision Performance	2017	73,002
Recurrent heat shock impairs the proliferation and differentiation of C2C12 myoblasts	2018	71,001
Using trunk posture to monitor heat strain at work	2018	70,002
Development of a perceptual hyperthermia index to evaluate heat strain during treadmill exercise	2012	65,003

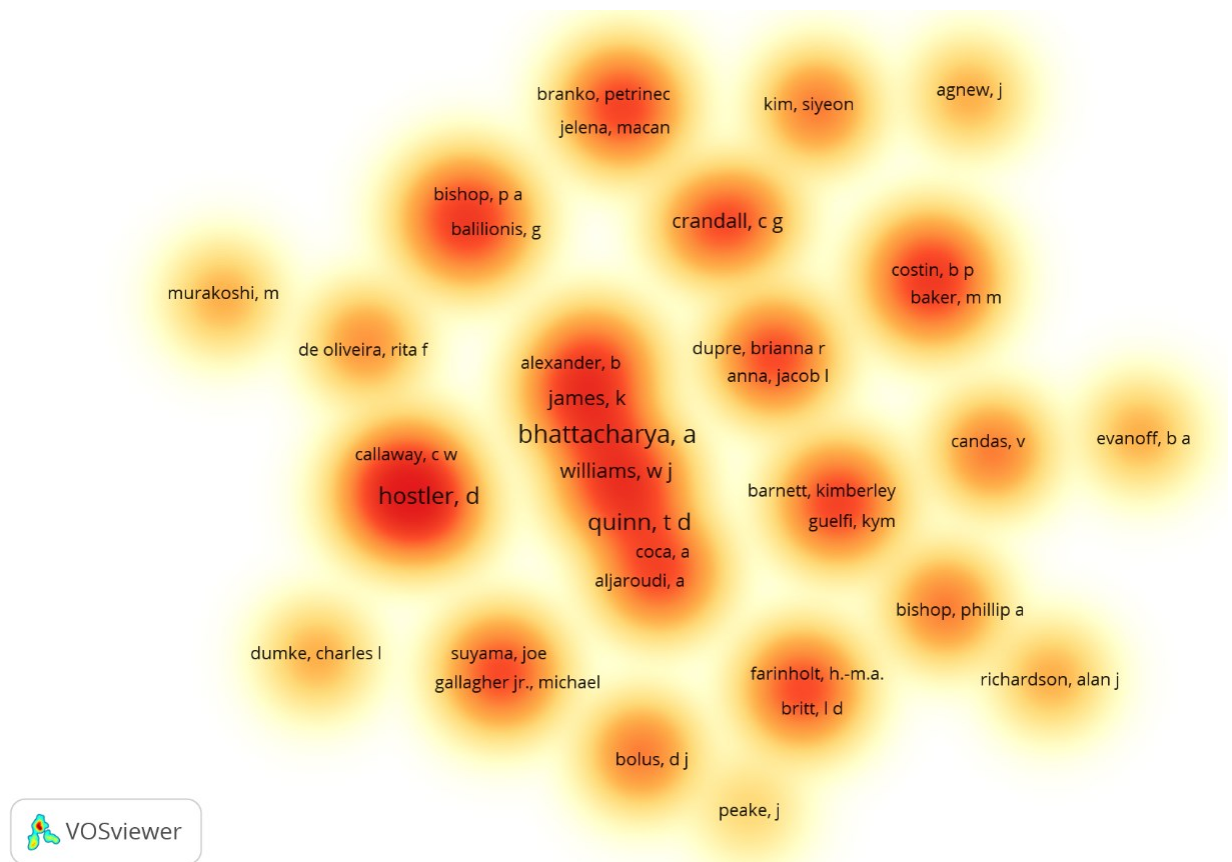
Título	Ano	InOrdinatio
Fire service instructor's undergarment choice to reduce Interleukin-6 and minimise physiological and perceptual strain	2017	65,002
Effects of caffeine and menthol on cognition and mood during simulated firefighting in the heat	2014	58,003
Mitigation and prevention of exertional heat stress in firefighters: A review of cooling strategies for structural firefighting and hazardous materials responders	2013	55,002
Individualized Prediction of Heat Stress in Firefighters: A Data-Driven Approach Using Classification and Regression Trees	2015	45,002
Estimating core temperature with external devices after exertional heat stress in thermal protective clothing	2012	43,002
Insufficient cutaneous vasoconstriction leading up to and during syncopal symptoms in the heat stressed human	2010	41,004
Risk factors associated with live fire training: Buildup of heat stress and fatigue, recovery and role of micro-breaks	2013	31,000
Combined heat and mental stress alters neurovascular control in humans	2010	17,003
Biomarkers of mild hyperthermia related to flashover training in firefighters	2012	16,002
A New Hand-Cooling Device to Enhance Firefighter Heat Strain Recovery	2009	15,002
Measures by local government--actions to take in dealing with heat stroke for firefighters	2012	14,000
Heat, Athletes, and Immunity	2010	-3,998
Modern concepts of treatment and prevention of chemical injuries	2005	-35,000
Physiological constraint of firefighters during work	2005	-58,999
Project Aquarius .11. Effects of fitness, fatness, body size, and age on the energy expenditure, strain, and productivity of men suppressing wildland fires	1997	-122,997
Reproductive hazards and firefighters	1995	-152,000
Reproductive hazards in the workplace: A case study of women firefighters	1986	-230,998

Fonte: Autoria própria (2022).

2.2 Análise bibliométrica (VOSVIEWER)

A primeira análise realizada teve o intuito de identificar os principais autores do portfólio. Para isso, foi utilizado o software VOSviewer, conforme demonstrado na Figura 4. Com os dados obtidos no software, observa-se que o portfólio é composto por 127 autores. O principal autor do portfólio, com maior número de artigos é o Bhattacharya, A., com quatro artigos, representando 14% do portfólio. Na sequência, os autores com maior número de artigos são Quinn, T. D., Hostler, D. e Suyama, J., com três artigos cada.

Figura 4 - Portfólio dos principais autores



Fonte: Software VOSviewer (2022).

Após, foram identificadas as principais palavras-chave mencionadas no portfólio, por meio do mapa de redes disponibilizado no software VOSviewer. Os resultados obtidos são os que seguem na Figura 5.

2.3.1 Desgaste físico

O presente trabalho buscou avaliar os desgastes físicos acometidos por Bombeiros Militares em serviço, ao executar ações de combate a incêndios, buscando com isso descrever um Procedimento Operacional Padrão, com o objetivo de auxiliar a gestão de efetivo militar durante ações de combate a incêndio e a padronização de rodízios e intervalos de trabalho e descanso para o profissional bombeiro militar. Com isso, espera-se buscar ainda uma melhor qualidade na saúde ocupacional desse profissional, reconhecendo que o desgaste físico, causado pelo aumento da temperatura corporal e o tempo de exposição, resulta em riscos ocupacionais ao bombeiro.

Segundo Berne *et al.* (2004), Mata *et al.* (2020) e Aljaroudi *et al.* (2021), durante uma operação de combate a incêndio, o bombeiro militar está exposto a diversos riscos ocupacionais, seja o desabamento de uma estrutura que pode atingi-lo ou a inalação de gases tóxicos, resultante da fumaça do incêndio, ou ainda, a exposição a altas temperaturas radiadas pelo calor das chamas. Isto posto, apesar de não existir um protocolo padrão para operações de combate a incêndio, é sabido, por parte dos bombeiros, que o equipamento mínimo necessário para atuar em uma operação dessas é o conjunto de roupa de aproximação, bota, luvas, balaclava e capacete específico de combate a incêndio.

Por sua vez, em seus estudos, Aljaroudi *et al.* (2021) afirmam que os equipamentos de combate contra incêndios possuem certificação internacional, que atestam sua capacidade de proporcionar segurança aos bombeiros durante seu trabalho, ou seja, o equipamento tem a capacidade de impedir a entrada de calor do ambiente incendiado (externo), para o corpo do bombeiro (interno). Destaca-se, no entanto, a necessidade do desenvolvimento de um POP que estimule os cuidados com a qualidade de vida e a segurança ocupacional do BM.

Estima-se que o desenvolvimento de um POP padronizando períodos máximos de trabalho em operações de combate a incêndio, com intervalos de descanso, proporcionarão melhores condições de trabalho aos BMs.

2.3.2 Simuladores de combate contra incêndios

Com o objetivo de instruir e especializar os BMs na atividade de combate a incêndio, em meados de 2015, foi implantado no CBPMPR o uso de simuladores de combate a incêndio em tempo real do tipo container. Estes simuladores têm a capacidade de demonstrar aos alunos, de forma realista e prática, o desenvolvimento de um incêndio em ambiente compartimentado (fechado), em ambiente prático e “seguro”, os fenômenos da teoria básica do fogo e os comportamentos extremos do fogo, os quais são encontrados em incêndios reais.

Neste sentido, o objetivo dos simuladores é apresentar aos alunos (bombeiros) o funcionamento de técnicas e táticas de combate a incêndio, empregadas em fogo real, de modo que estes compreendam a efetividade e possíveis falhas, as quais devem ser aperfeiçoadas em ambiente de instrução, para um melhor desempenho em ocorrências reais.

Convém salientar, no entanto, que os treinamentos em simuladores de incêndio real do tipo container foram instituídos na Austrália, com o objetivo de instruir bombeiros a proporcionarem experiências necessárias, para que os profissionais pudessem lidar de forma eficiente e segura em operações de combate a incêndios em ambientes compartimentados. Na realidade, as técnicas repassadas aos alunos durante o treinamento de combate buscam ensinar como resfriar a camada de gases quentes localizadas na parte superior do container e impedir a ocorrência de comportamentos extremos do fogo, como *flashover* e *backdraft*. Esses procedimentos, em uma sequência tática de combate, devem ser realizados antes do ataque direto ao foco do incêndio (MACKAY; BARBER; YEOH, 2010).

O treinamento no simulador do tipo container, por simular uma realidade próxima à encontrada pelos bombeiros em ocorrências reais, também apresenta os riscos como temperaturas medidas no container próximas a 850°C, medidas pelo autor em treinamentos reais.

Braga, Neto e Salazar (2016) afirmam que, durante alguns experimentos em simuladores de incêndio do tipo container, foi constatado que bombeiros podem estar expostos a temperaturas próximas a 200°C do lado externo da roupa de proteção (EPI), e de 80°C na parte interna da roupa de proteção, e, ainda, submetidos a um fluxo de calor próximo a 8Kw/m². Fica claro, pois, que essas informações são relevantes no momento do desenvolvimento de equipamentos de proteção individuais

que proporcionem segurança para os bombeiros durante treinamentos e operações de combate a incêndio.

Cavalcanti (2012) discorre que a *United States Fire Administration* afirma que os bombeiros, durante a realização de atividade de treinamento com fogo real, ou que atuam em operações reais de incêndio, com temperaturas elevadas, estão mais suscetíveis aos efeitos cumulativos do calor, da mesma forma que a hipertermia ocupacional, que aumenta o risco do trabalhador para doenças causadas pelo calor e lesão (ALJAROUDI *et al.*, 2021; QUINN *et al.*, 2018; MURAKOSHI; SEKINE, 2012; MCDIARMID, AGNEW, 1995).

Conforme as pesquisas de Crandall, Shibasaki e Wilson (2010), Morley *et al.* (2012), Gallagher *et al.* (2012), Mani *et al.* (2015), Watkins e Richardson (2017) e Aljaroudi *et al.* (2020), analogamente, os bombeiros estão expostos em uma situação de combate contra incêndio, acarretando riscos e perigo ao profissional, ocasionados, inclusive, pela hipohidratação, a qual pode contribuir com a perda cognitiva, causando torpor, bradicardia e bradipneia, dificultando a termorregulação normal, ligada ao tipo de intensidade e ao tempo que o militar está trabalhando e, portanto, pode alterar os dados vitais, como pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC).

2.3.3 Atividade dos bombeiros

Segundo Maroni *et al.* (2018), o trabalho dos bombeiros e demais profissionais que se expõem constantemente a altas temperaturas, é ofício que traz consigo a necessidade de uma atenção redobrada quanto aos quesitos de saúde psicofisiológica.

Conforme relatado nos trabalhos de Klein *et al.* (2010), Mani *et al.* (2013), Zhang *et al.* (2014), Brotherhood *et al.* (1997), Deming *et al.* (2020) e Bolus *et al.* (2018), os danos para a saúde do profissional do corpo de bombeiros são frequentes, como o estresse neurovascular, assim como problemas relacionados ao humor e, ainda, as doenças de pele e as relacionadas ao sistema circulatório.

Com base nas fundamentações citadas, é possível afirmar que em muitos atendimentos os profissionais ficam expostos a produtos tóxicos e sujeitos aos mais variados agentes químicos, mesmo sendo treinados para identificá-los antes de iniciar as atividades, podendo sofrer com queimaduras químicas e até mesmo respiratórias, em razão da própria combustão dos produtos.

É notório que, além dos perigos relacionados à profissão de bombeiro militar, existe também a situação de que estes profissionais necessitam ter condições físicas adequadas, principalmente voltadas ao preparo e desempenho físico, para os quais devem estar em constantes treinamentos (GAOUA; DE OLIVEIRA; HUNTER et. al., 2017; KELLER *et al.*, 2005; ČALUŠIĆ *et al.*, 2012). De acordo com Zhang *et al.* (2009), Peake (2010), Pryor *et al.* (2012), Mcentire, Suyama e Hostler (2013) e Taylor *et al.* (2021), em casos de ocorrências de grandes incêndios, mesmo paramentados com EPIs e com roupas especiais, as temperaturas tem um ranger de 37° a 80°C e, para tanto, é exigido desse profissional um intenso preparo físico, psíquico e comportamental.

Diante destas fundamentações, é de extrema necessidade que os bombeiros militares exerçam sobre si mecanismos de reidratação constante. Tal afirmação é corroborada por Schleh e Dumke (2018), que deixam claro em sua pesquisa que profissionais do combate contra incêndios, especificamente os bombeiros militares, devem saber se autoavaliar constantemente, para que possam averiguar seus limites e exercer suas funções com segurança e qualidade de vida e de trabalho, evitando erros basilares.

2.3.4 Procedimento Operacional Padrão (POP)

O uso do POP é uma prática comum em hospitais, em processos internos, com o objetivo de evitar erros ao conduzir tratamentos médicos, demonstrando a importância de um procedimento padronizado em um ambiente onde erros podem ser fatais, como é o caso de um ambiente hospitalar. Dentro do ambiente hospitalar os POPs são utilizados para diversas situações, por exemplo, para dar início ao procedimento de isolamento epidemiológico e evacuação de pacientes, entre outras (TZENG; CHEN; PAI, 2008).

Por sua vez, De Carvalho *et al.* (2018) afirmam que os POPs devem ser desenvolvidos com objetivos alinhados às características das situações a que se destinam gestionar, principalmente no que tange às atividades de alto nível de abstração, como avaliação de cenários, percepção de necessidades, e assim por diante. Os autores concluem, ainda, que o treinamento dos bombeiros quanto às características específicas de cada contexto é fundamental para o sucesso esperado.

Analisando essa conjuntura, avalia-se que, além de planejar e desenvolver um POP, é necessário que ele seja exequível por todos aqueles que estão submetidos ao protocolo, e que proporcione treinamento e capacitação técnica ao profissional que irá executá-lo, sob pena de insucesso no objetivo da gestão, caso essas etapas não forem seguidas.

Górriz-Mifsud, Burns e Govigli (2019) afirmam, em sua pesquisa, que a falta de um procedimento operacional padrão para procedimentos de combate a incêndio florestal na Grécia determina uma dificuldade de comunicação entre os bombeiros profissionais, os bombeiros voluntários e a comunidade local, o que pode, inclusive, resultar em uma tensão social nas regiões gregas que têm altos índices de incêndios ambientais.

De Oliveira *et al.* (2021), em pesquisa relacionada às ações dos Corpos de Bombeiros do Brasil para enfrentar as demandas criadas pela pandemia da Covid-19, relatam que várias adaptações foram feitas na rotina destes profissionais durante o início da mesma, entre elas o uso de EPIs adequados, técnicas de descontaminação, cuidados com o descarte de materiais infectados e a importância do desenvolvimento de protocolos de atendimentos padronizados, com o objetivo de minimizar e evitar o contágio no atendimento a pacientes infectados, protegendo suas vidas, a de seus familiares e de toda a sociedade.

O uso de protocolos ou procedimentos operacionais padronizados em organizações de socorro público e afins, ou de organizações que podem atuar em conjunto com outras corporações que realizam atividades correlatas, demonstram importância para o bom desenvolvimento das atividades em grupo. A necessidade do desenvolvimento de um protocolo padronizado para prever momentos de reabilitação para o BM durante operações de combate a incêndio, mostrada neste trabalho, torna-se essencial para que, no âmbito do CBPMPR, todas as guarnições de bombeiros executem a mesma atividade, facilitando o uso de equipamentos necessários em áreas de reabilitação e até mesmo a gestão de efetivo, por parte dos comandantes de bombeiros, no momento de prover recurso humano para operações de combate. Além disso, os protocolos padronizados auxiliam as operações em que várias unidades de

bombeiros estarão presentes, propiciando que todos tenham conhecimento do protocolo executado pelo comandante do incidente¹.

2.3.5 Hipertermia e desidratação nas ações de combate a incêndio

Segundo Berne *et al.* (2004), hipertermia é uma condição em que a temperatura central do corpo é superior a 40°C e os mecanismos de termorregulação corporal não atuam com eficácia.

Levando em consideração o estresse térmico que acomete bombeiros em operações de combate a incêndio, somado às restrições físicas, ao uso de equipamentos de proteção individual e à fisiologia individual de cada bombeiro, os parâmetros de temperatura e tempo de exposição máxima destes, para evitar índices que se aproximem de doenças hipertérmicas, são relativamente limitados, especialmente se o nível de experiência e treinamento do bombeiro é reduzido (KELLER *et al.*, 2005).

Nesse interim, Cavalcanti (2012) relata que a não observação da necessidade de dissipar o calor pode resultar em lesões que vão desde a ocorrência de erupções cutâneas por entupimento dos poros da pele, passando pela intermação², e chegando à hipertermia, fatores que podem levar o indivíduo à morte, como demonstrado pela *United States Fire Administration* (USFA, 2008, p. 6-14), que cita uma série de estudos de caso que culminaram em morte nos EUA.

O combate a incêndio e operações de resgate em incêndios são atividades que exigem muito da capacidade física dos bombeiros, devido ao calor extremo e também por causa da carga física e térmica do EPI utilizado. Essas condições desafiam a temperatura corporal e resultam em estresse por calor no bombeiro. Nesses casos, o índice de hipertermia perceptiva (IHP) pode fornecer uma rápida e fácil avaliação momentânea do nível de risco de estresse por calor e por esforço para bombeiros envolvidos no combate a incêndios (GALLAGHER *et al.*, 2012).

Ainda relacionado ao aumento da temperatura corporal, estudos sugeriram que, durante a realização de atividades em ambientes extremos, o desconforto

¹ Comandante do Incidente: bombeiro de maior precedência hierárquica, que possui a função de comandar a operação.

² Intermação: Afecção causada por calor excessivo, mormaço de beira-mar, etc.; calentura, termoplegia.

térmico interfere de forma significativa no desempenho do trabalhador. Somando esse fato com os exercícios fatigantes, o córtex pré-frontal, em resposta à fadiga muscular, seria regulado para baixo, para favorecer a alocação de recursos para áreas motoras, o que, por sua vez, comprometeria ainda mais o desempenho cognitivo (SCHMIT *et al.*, 2016).

Mani *et al.* (2013) afirmam que 45% das mortes de bombeiros em serviço estão relacionadas a problemas cardiovasculares (CV). O estresse térmico e o acúmulo de fadiga são dois fatores de risco ocupacionais comuns em bombeiros., que podem aumentar a probabilidade de bombeiros terem problemas cardíacos ou até de serem levados à morte. A predição antecipada de estresse por calor, ou seja, a não exposição do bombeiro ao seu limite corporal, evitando a hipertermia, juntamente com intervenções pró-ativas, como o pré-resfriamento e intervalos para resfriamento, podem ajudar a reduzir o estresse térmico desses profissionais (MANI *et al.*, 2015).

Modelos de tomadas de decisão em temperaturas extremas para diferentes atividades profissionais, que exigem altos índices de desempenho físico, devem ser somados a tomadas de decisão rápidas e precisas. Trabalhadores da construção civil, policiais, bombeiros, homens e mulheres esportistas de elite, entre outros, são frequentemente expostos a ambientes hostis com opções limitadas de estratégias comportamentais de enfrentamento (GAOUA; DE OLIVEIRA; HUNTER, 2017).

Lesões e doenças relacionadas ao calor estão se tornando uma preocupação crescente para a segurança de diversos trabalhadores, incluindo bombeiros e trabalhadores da manufatura, entre outros. Esses profissionais estão expostos ao estresse pelo calor em suas rotinas de trabalho (BOLUS *et al.*, 2018).

Estudos relacionados à postura do tronco do trabalhador, relacionado à magnitude de estresse por calor em ambientes quentes, concluem que a hipertermia ocupacional aumenta o risco do trabalhador para doenças causadas pelo calor e lesão. Dados atuais fornecem evidências de que a medição da postura do tronco pode ser útil para monitorar a deformação por calor em trabalhadores que usam equipamento de proteção individual (EPI) em ambientes quentes e úmidos (QUINN *et al.*, 2018). O combate a incêndio é uma atividade física e mentalmente extenuante, exigindo uma tomada de decisão rápida e apropriada em ambientes quentes; por conseguinte, a função cognitiva intacta é fundamental para a eficácia e segurança dos bombeiros (ALJAROUDI *et al.*, 2020).

Aljaroudi *et al.* (2020), ainda, concluem que, após a exposição ao calor, os bombeiros que sofreram hipertermia tiveram suas respostas fisiológicas aumentadas significativamente após o exercício. O tempo de reação dos indivíduos foi consideravelmente reduzido (melhorado) após experimentarem tensão térmica e atingirem hipertermia. Inesperadamente, a hipertermia resultou em menor tempo de reação após o exercício, provavelmente influenciada pelo aumento da atenção/vigilância. A hipertermia pode desencadear um aumento agudo do estado de alerta, causando diminuição do tempo de reação; no entanto, a adição de sistemas de refrigeração ou intervalos de descanso para bombeiros em ações de combate a incêndio podem reduzir a gravidade e as consequências negativas associadas à ela. Reduzir a hipertermia pode evitar tomadas de decisão inseguras durante as práticas dos bombeiros, melhorando seu desempenho e produtividade.

A *United States Fire Administration* (USFA, 2008 *apud* CAVALCANTI, 2012) assegura que os bombeiros, durante a realização de atividade de treinamento com fogo real, ou que atuam em operações reais de incêndio com temperaturas elevadas, estão mais suscetíveis aos efeitos cumulativos do calor. Um bom parâmetro para evitar esses efeitos, que são prejudiciais a saúde do bombeiro, é apresentado por meio do “acrônimo **HEAT** (calor) para delinear as preocupações repetitivas ao calor”.

- **H** [High Heat] – Condições de calor elevado, somados à exposição em vários dias sequenciados;
- **E** [Exertional Level] – Nível de esforço no trabalho ou treinamento, somados à atividade em vários dias sequenciados. Períodos contínuos de trabalho pesado vão comprometer a capacidade do bombeiro de resfriar-se e prover reabilitação nos dias subsequentes.
- **A** [Acclimatization] – Aclimatação e outros fatores de risco
- **T** [Time] Tempo – A intensidade de calor e a duração da exposição vão influenciar na capacidade do bombeiro recuperar-se nos dias subsequentes.

2.3.6 Equipamento de Proteção Individual de combate a incêndio

Lesões ocupacionais são encontradas com frequência em bombeiros que realizam esforços físicos extenuantes em condições de calor extremo. O EPI utilizado pelo bombeiro nesse ambiente inibe a termorregulação, colocando o profissional em risco de hipertermia, que pode resultar em declínio cognitivo (MORLEY *et al.*, 2012).

Os bombeiros, como primeiros respondentes em ações de combate a incêndios e resgate de vítimas em situação de perigo nos incêndios, necessitam de altos níveis de proteção para garantir a sua segurança e saúde ocupacional. Neste caso, a roupa de proteção é uma das mais importantes barreiras potenciais de proteção para pessoas que trabalham em ambientes perigosos como estes profissionais (SONG; MANDAL; ROSSI, 2016).

Diante dessa afirmação, pode-se inferir que o uso de roupas de proteção com baixo desempenho, ou baixos índices de proteção, resultarão em maior exposição do profissional bombeiro militar e extrapolar, dessa forma, os riscos e a saúde ocupacional deste trabalhador.

Em estudos realizados na Inglaterra, foi avaliado que a roupa utilizada pelo bombeiro sob o EPI de combate a incêndio possui importância significativa no desconforto térmico a que este profissional está submetido. Além de o bombeiro perder mobilidade em seus movimentos, o uso que ele faz de roupas com tecido grosso (algodão, brim, entre outros) prejudica a transpiração e facilita o aumento da temperatura corporal e o desconforto térmico, favorecendo a hipertermia e doenças cardiovasculares. O estudo conclui, ainda, que o uso de roupas leves (shorts e camiseta) sob o EPI de combate a incêndio melhora as condições de trabalho de instrutores de combate a incêndio (WATKINS; RICHARDSON, 2017).

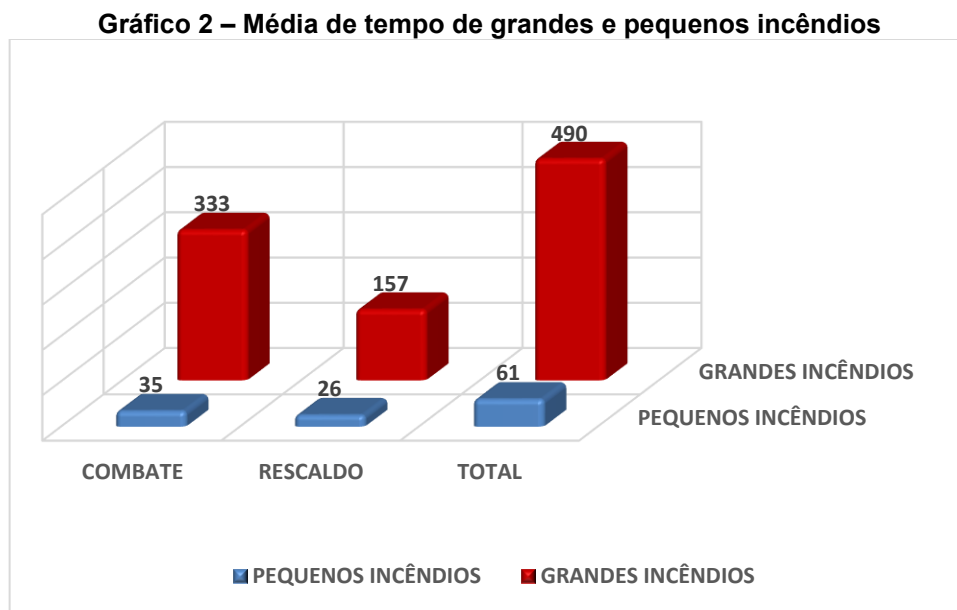
Taylor *et al.* (2021), quando discorrem a respeito de EPI de combate a incêndio para bombeiros, mais especificamente sobre o conjunto de aproximação composto por capa e calça, afirmam que, no contexto atual, o foco é a minimização da penetração de calor, com o conjunto ilustrativo sendo as roupas de proteção pessoal usadas pelos bombeiros estruturais. Essa permeabilidade do equipamento é um fator que também impede a retirada de calor de dentro do conjunto onde está o bombeiro, prejudicando, dessa forma, o resfriamento corporal deste.

Além disso, é sabido que o equipamento de proteção individual, por sua característica própria, já possui condições de proteção do bombeiro quando ele está exposto ao fogo, ou ainda quando está submetido à radiação do incêndio durante as ações de combate. Dessa forma, é importante ressaltar que não se faz necessária outra camada de tecido sob este EPI para propiciar mais segurança e, por conseguinte, conclui-se que o uso de uma camada de roupa sob o EPI terá efeito contrário à proteção, dificultando a transpiração e favorecendo o aumento da temperatura corporal do bombeiro.

2.3.7 Reabilitação do bombeiro militar em operações e instruções de combate a incêndios

Após análise do Sistema de Registro de Ocorrências e Estatísticas do Corpo de Bombeiros (SYSBM), utilizado pelo CBPMMPR para gerenciar, armazenar e fornecer dados estatísticos de ocorrência de todas as naturezas atendidas pela corporação, obteve-se os dados avaliados, demonstrados a seguir. Como já explanado no Gráfico 1 - comparação total de ocorrências e total de incêndios CBPMMPR, o Corpo de Bombeiros atendeu uma média de 20 mil ocorrências de combate a incêndios no período compreendido entre 2018 e 2021.

Entre as ocorrências de combate a incêndio urbano, o sistema mostra que 98,25% possuem um tempo de combate inferior a 35 minutos. As ocorrências que demandam um tempo maior de exposição dos bombeiros equivalem a 1,75%. O tempo médio gasto em todas as ocorrências é demonstrado no Gráfico 2, que segue.



Fonte: SYSBM (Sistema de Registro de Ocorrências e Estatísticas do Corpo de Bombeiros),
Fonte: Autoria própria (2022).

Conforme exposto no Gráfico 2, a média de tempo gasto para o atendimento de pequenos incêndios é de 35 minutos para o combate, e de 26 minutos para o rescaldo³.

Segundo a United States Fire Administration (USFA, 2008 *apud* CAVALCANTI, 2012), existem duas formas de se realizar a recuperação do bombeiro durante operações ou instruções de combate a incêndio: a primeira é a **autorreabilitação**, em que os bombeiros realizam uma pausa para descanso, reidratação e resfriamento de no mínimo 10 minutos, após aproximadamente 30 minutos de trabalho com uso de Epra, ou 20 minutos de trabalho sem o uso de Epra; e a segunda é a **reabilitação formal**, aplicada em grandes operações nas quais a autorreabilitação não seja mais suficiente, devendo ser acompanhada por avaliação médica, onde o bombeiro, após 60 minutos de trabalho tenha, no mínimo, 20 minutos com resfriamento ativo e acompanhamento médico em uma estrutura própria para essa finalidade.

As duas modalidades de reabilitação diferem no aparato logístico e na presença médica, necessária na reabilitação formal.

A *National Fire Protection Association* (NFPA) 1584 (2008) afirma que a imersão dos antebraços em água fria após a exposição dos bombeiros a altas temperaturas tem mostrado eficiência na diminuição da temperatura central do corpo.

Segundo Maroni *et al.* (2018), há eficácia do resfriamento das mãos e do tronco mediante o uso de luvas e de uma jaqueta que favoreça a diminuição da temperatura nas taxas de resfriamento pós-exercício em atletas hipertérmicos. Segundo os autores, as taxas de resfriamento da temperatura central são mais rápidas com o uso de luvas (uma mão) que auxiliam na diminuição da temperatura, e do casaco de resfriamento, em comparação com um ensaio de controle durante os primeiros 10 minutos de resfriamento (reabilitação).

Ainda, segundo a USFA (2008 *apud* CAVALCANTI, 2012), os parâmetros fisiológicos que devem ser levados em consideração na indicação de tratamento médico para os bombeiros são: pulso acima de 120 bpm⁴, temperatura corporal acima de 38°C e pressão sanguínea superior a 130x90 mmHg⁵. Em relação à hidratação, a

³ Rescaldo: Operação para impedir a recrudescência de um incêndio. Ato de deitar água nas cinzas de um incêndio.

⁴ Bpm (batimentos por minuto): unidade de medida de frequência.

⁵ mmHg (milímetros de mercúrio): unidade de medida de pressão.

indicação é que o BM beba água antes de ter sensação de sede, pois a sede é um mecanismo atrasado de desidratação; então, o bombeiro deve beber água em média a cada 20 minutos.

Durante a reabilitação, seja ela formal ou autorreabilitação, o chefe de guarnição⁶ ou médico deverá avaliar as condições de continuidade do trabalho de sua equipe e, se for o caso, encaminhar o BM para avaliação e descanso (USFA, 2008).

⁶ Chefe de Guarnição: Chefe de equipe de uma viatura de bombeiros militares.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa se desenvolveu a partir da fase exploratória, que consistiu na caracterização do problema, do objeto, dos pressupostos, das teorias e do percurso metodológico. Caracterizado o problema, buscou-se compreender o estado da arte em função do objeto pesquisado (GIL *et al.*, 2002).

Assim sendo, o desenvolvimento de um POP para o Corpo de Bombeiros da PMPR tem o objetivo de estabelecer padrões de rotinas de trabalho e descanso a bombeiros militares durante operações de combate a incêndio com o uso do EPI e do Epra.

O POP irá definir tempos máximos de trabalho e intervalos de descanso, com ações de reabilitação para os bombeiros, que poderão variar de acordo com o estado físico de cada um, a partir do primeiro período de trabalho, em uma operação de combate a incêndio. O trabalho foi realizado por meio da busca de informações com bombeiros militares pertencentes a todas as unidades operacionais do CBPMPR.

A corporação, atualmente, conta com um efetivo total de 2.957 bombeiros militares, sendo 2.692 praças e 305 oficiais, que atuam nas atividades operacionais e administrativas.

O grupo escolhido, preferencialmente de militares oriundos das atividades operacionais, se dá pela razão de buscar um efetivo mais familiarizado com equipamentos e com a rotina operacional. Além disso, esse efetivo tem condições de retratar de forma mais exata a realidade operacional, as dificuldades e possíveis melhorias nas condições da saúde dos bombeiros que atuam no dia a dia nas atividades de combate a incêndio. A população é composta por 24 bombeiros que atuam em unidades distribuídas em diferentes regiões do Estado do Paraná. Além disso, fazendo parte dessa população, há uma pequena amostra de militares de outras regiões do Brasil, com um BM de cada um dos Estados de Rondônia, Maranhão, Mato Grosso do Sul e Espírito Santo.

A seleção da amostra foi realizada dentre os alunos participantes do Curso de Operações em Combate a Incêndio (Coci) da turma 2021, sendo um grupo de oficiais e praças da Graduação de Sargento ao posto de Capitão. Os participantes da pesquisa são homens e mulheres com idade variando entre 25 a 52 anos de idade.

O método aqui utilizado tem como base a pesquisa qualitativa, por meio de uma amostra de conveniência e aplicação de questionário, para qualificação da

população avaliada, bem como a coleta de informações correlatas ao tema. O BM com menor experiência dentro do grupo sob pesquisa tem 6 anos de serviço, e o de maior experiência, 32 anos dedicados à corporação.

Dentro da população formada por 24 militares integrantes do Coci, foi utilizado um critério de exclusão, com a extração de bombeiras do sexo feminino, pois o ciclo menstrual de cada militar interfere nas aferições de variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Além disso, foram retirados militares com idades e tempos de serviço que não afetassem os limites inferiores e superiores citados anteriormente, chegando a um grupo de 16 bombeiros com uma variação de faixa etária mais heterogênea, os quais foram divididos em 4 guarnições com 4 integrantes cada, sendo elas A (alfa), B (bravo), C (Charlie) e D (delta).

A exclusão e redução da amostra em 16 bombeiros foi realizada em detrimento da disponibilidade de apenas 4 equipamentos para aferição da VFC disponível durante os testes em simulador de combate a incêndio do tipo container.

Resumidamente, para participar da pesquisa, os militares também precisaram cumprir os seguintes critérios de inclusão:

- a) ser voluntário;
- b) ser bombeiro militar participante do Coci – turma 2021;
- c) não apresentar lesão ou doença que impeça a realização dos esforços físicos citados na pesquisa.

Os critérios de exclusão foram:

- a) ser do sexo feminino;
- b) relato de lesão ou dor que impossibilitasse a realização de algum dos procedimentos da pesquisa.

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comandante do Corpo de Bombeiros da PMPR, pelo chefe do Centro de Ensino e Instrução do Corpo de Bombeiros e pelo Comitê de Ética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná sob o CAAE: 54340521.1.0000.5547.

3.1 Procedimentos de higiene sanitária em relação à Covid-19

Os procedimentos de coleta de dados durante a pandemia foram realizados tomando os devidos cuidados de distanciamento e higiene sanitária. Os militares participantes utilizaram máscara durante as avaliações, e os equipamentos de proteção individual e respiratórios eram cautelas individuais de cada aluno, sendo que não havia compartilhamento desses materiais e cada um passou por processo de higienização com álcool (mínimo 70%). Contribuindo com as medidas preventivas, a Diretoria de Saúde da PMPR adotou protocolos onde todo agente de segurança pública acometido de Síndrome Gripal ou que pudesse ser um potencial transmissor assintomático, foi afastado de suas atividades profissionais pelo período de 7 a 14 dias. Para os alunos do Coci, turma 2021, caso algum aluno apresentasse sintomas, o mesmo seria afastado do curso e estaria impedido de realizar as atividades de pesquisa.

3.2 Procedimentos para coleta de dados

A metodologia utilizada para a coleta de dados dos bombeiros foi seguida como os parâmetros utilizados por NFSA (2008), Maroni *et al.* (2018), Schleh e Dumke (2018) e Deming *et al.* (2020), com a avaliação dos sinais vitais e de informações como variação de pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), temperatura central do corpo (TC) e saturação de oxigênio no sangue (SAT). Esse modelo foi baseado em padrões obtidos a partir da análise de artigos do referencial bibliográfico.

De acordo com Keller *et al.* (2005), o influxo da circulação cutânea resulta em uma alteração do débito cardíaco, que é basicamente o resultado da aceleração da frequência cardíaca. Desta forma, a frequência cardíaca e a temperatura corporal são uma forma de entender os estresses térmicos experimentados pelos bombeiros durante um incêndio.

Além disso, foi avaliada a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), com o objetivo de monitorar a aptidão cardiovascular, como meio de promoção da saúde, prevenção de doenças e melhoria da aptidão cardíaca dos bombeiros (PRELL *et al.*, 2020).

Complementando, Ras e Leach (2022) afirmam que a VFC tem se apresentado uma ferramenta confiável para a avaliação dos estresses físicos,

emocionais e psicológicos dos bombeiros, sendo moderna e versátil, particularmente no monitoramento da tensão cardiovascular como resultado do combate a incêndios e da avaliação da recuperação do bombeiro após a ação de combate.

No procedimento de coleta, cada grupo teve sua aferição de PA, FC, TC, SAT e VFC realizada por dois bombeiros socorristas, na parte da manhã, antes do início de qualquer atividade do Coci, além das aferições no intervalo da atividade denominada e logo após seu término, em grupos de até quatro alunos, por 5 minutos, em posição deitado em colchão de espuma, utilizando calção de educação física militar (EFM), em uma tenda que proporcionou um ambiente sem interferências externas aos bombeiros.

A pressão arterial sistólica e diastólica foi aferida com o uso de um esfigmomanômetro aneroide e estetoscópio; a SAT e a FC foram aferidas com o uso de oxímetro digital portátil. Durante o levantamento de dados as aferições foram realizadas com apenas 2 dígitos e arredondamentos, tornando a análise dos dados limitadas. A TC foi aferida por termômetro infravermelho, sem contato, na região do pulso, para evitar interferências de temperatura devido ao uso de máscara do equipamento de proteção respiratória (Epra).

A Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) foi monitorada por cinco minutos, da seguinte maneira: o monitor dos intervalos dos batimentos (R-R) WCS Pulse faz a captação dos pulsos elétricos cardíacos por meio de cinta de captação modelo T-31 *coded* Polar; a captação é realizada por um receptor calibrado, para detectar pulsos de radiofrequência na faixa de 5KHz (+/-100Hz), e dotado de cabo USB, para transmissão dos dados recebidos para um computador a cada pulso cardíaco detectado (FARAH *et al.*, 2017). Os intervalos (R-R) desse monitor são captados a cada potencial elétrico ocorrido no coração, e é estipulado um limiar eletrocardiográfico; em seguida, as oscilações são detectadas por meio de uma interface de comunicação e, então, armazenadas no formato de milissegundos em um *software* próprio do equipamento. Para essa coleta de dados foram utilizadas todas as recomendações da *Task Force* (TASK FORCE, 1996).

Com o objetivo de identificar as variáveis temporais e espectrais da VFC, utilizou-se o *software HRV Kubios*. Na análise de domínio do tempo, foi calculada a média normal de intervalo (RR médio), a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e a porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração superior a 50ms (pNN50%). Já

as variáveis espectrais analisadas foram a LF (baixa frequência = 0,04 – 0,15 Hz), que está associado ao sistema simpático; HF (alta frequência = 0,15-0,40 Hz) que está associado ao sistema parassimpático; e a razão LF/HF (balanço simpato-vagal).

Ambos os grupos realizaram uma instrução prática de *Compartment Fire Behavior Training* (CFBT) em simulador de combate a incêndio, em tempo real, do tipo container. O foco do container será montado com sete madeirites de 10mm e um e meio *pallets* acondicionados no container, conforme protocolo operacional padrão de instrução estabelecido pelo CBPMPR.

3.3 Parâmetros avaliados

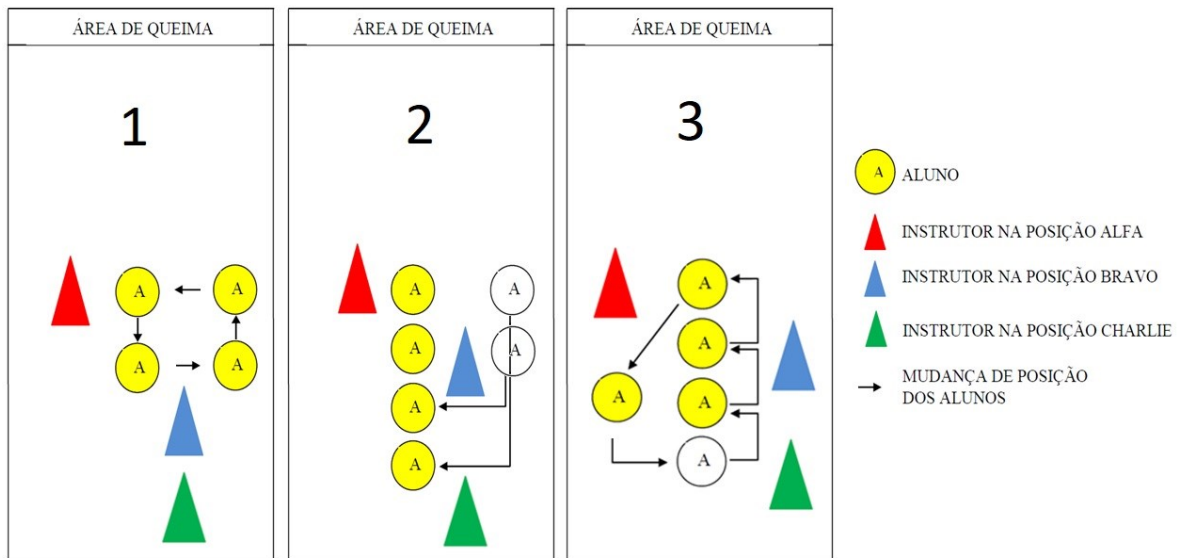
O início da atividade se deu com o acendimento do foco do simulador real do tipo container já com alunos em seu interior, equipados com EPI completo – conjunto de aproximação “capa e calça”, bota, balaclava, luva e capacete –, equipamento de proteção respiratória autônomo (Epra) e, sob o EPI, uniforme EFM.

Todos os grupos realizaram duas atividades em dois dias diferentes, no período matutino ou vespertino, sendo denominadas atividades X e Y.

Na atividade denominada X, os alunos estiveram dispostos no container conforme o croqui 1 da Figura 6, e realizaram rodízio no sentido anti-horário. Seguindo o protocolo de Instrução estabelecido pelo CBPMPR, o instrutor da posição A comanda girar até que os alunos realizam duas voltas completas e, na sequência, o instrutor comanda abrir portas e formar fila única, quando os alunos então formam uma única fila, conforme o croqui 2 da Figura 6. Ao formar fila única, os alunos iniciam o combate às chamas, realizando a troca de posições, conforme o croqui 3 da Figura 6. Após transcorridos 30 minutos de atividade, o instrutor comanda aos alunos para saírem do container.

Finalizada essa etapa, ao sair do container, os alunos devem realizar descontaminação grossa, com jatos de água, e desequipar, dirigindo-se imediatamente à tenda de aferição, onde têm as medições iniciais verificadas novamente.

Figura 6 – Croquis 1, 2 e 3 instrução simulador



Fonte: Autoria própria (2022).

Na atividade denominada Y, os procedimentos são exatamente os mesmos, variando, no meio deste exercício, em exatamente 15 minutos de atividade. Os alunos têm uma pausa de 10 minutos para sair do container, desequiparem e realizarem aferição e descanso, retomando a atividade após os 10 minutos de intervalo, até completar mais 15 minutos de atividade.

Durante o intervalo de 10 minutos, os alunos realizam reabilitação em ambiente com sombra e ventilador com pressão positiva, ingestão de água, isotônico e frutas (banana e melancia).

Na tabela a seguir, está descrito o tempo e ação em cada atividade (X e Y), objetivando demonstrar e padronizar todas as atividades realizadas durante o levantamento de dados.

Quadro 4 – Descrição atividades X e Y

TEMPO	ATIVIDADE X	TEMPO	ATIVIDADE Y
00	AFERIÇÃO PRÉ-ATIVIDADE	00	AFERIÇÃO PRÉ-ATIVIDADE
06	EQUIPAGEM	06	EQUIPAGEM
10	INSPEÇÃO	10	INSPEÇÃO
15/00	INÍCIO ATIVIDADE CFBT	15/00	INÍCIO ATIVIDADE CFBT
22/07	ABERTURA DE PORTAS	22/07	ABERTURA DE PORTAS
24/09	INÍCIO COMBATE AO FOGO	24/09	INÍCIO COMBATE AO FOGO
31/16	CONTINUIDADE AO COMBATE	30/15	SAÍDA – RETIRADA EQUIP.
37/22	INÍCIO RESCALDO	35/05	AFERIÇÃO INTERMEDIÁRIA
45/30	FIM DO RESCALDO – SAÍDA	40/10	EQUIPAGEM
46/31	DESCONTAMINAÇÃO	45/15	RETOMADA DA ATIVIDADE
49/34	RETIRADA EQUIPAMENTO	45/15	CONTINUIDADE AO COMBATE
50/35	AFERIÇÃO PÓS-ATIVIDADE	52/22	INÍCIO RESCALDO
55/40	AUTORREABILITAÇÃO	60/30	FIM DO RESCALDO – SAÍDA
LEGENDA <ul style="list-style-type: none"> • TEMPO TOTAL • TEMPO DE QUEIMA • TEMPO DE INTERVALO 		61/31	DESCONTAMINAÇÃO
		64/34	RETIRADA EQUIPAMENTO
		65/35	AFERIÇÃO PÓS-ATIVIDADE
		70/40	AUTORREABILITAÇÃO

Fonte: Autoria própria (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise estatística

A análise estatística dos resultados obtidos foi realizada por meio da 20ª versão do software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS v20). A estatística descritiva (média e desvio padrão) foi apresentada para as variáveis de frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica e diastólica (PAS/PAD), saturação de oxigênio (SAT), temperatura corporal (TC) e variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Durante a análise estatística foi aplicado o teste de *Shapiro Wilk*, para verificar normalidade e homogeneidade dos dados, seguidos de uma inspeção visual para identificar valores extremos (“outliers”).

Pelo fato de existirem medidas repetidas, foi utilizado o teste Anova para avaliar se ocorreram diferenças significantes nos resultados de pressão arterial (PA), de saturação por oxigênio (SAT), de temperatura corporal (TC) e de variabilidade da frequência cardíaca (VFC), entre as condições e o tempo (fator condição = 2 níveis Vs fator tempo = 2 níveis), sendo os dois níveis antes e após as atividades X e Y.

Quando detectados efeitos principais (F) significantes ($p < 0,05$), foi utilizado o *post-hoc* de Bonferroni para avaliar as diferenças entre as médias. O tamanho do efeito (TE) foi utilizado para verificar a magnitude do efeito entre as condições X e Y. O fator foi calculado usando Média Pós – Média Pré / Desvio padrão (DP) agrupado; sendo adotado como Desvio padrão agrupado o equivalente a: $\sqrt{[(DP_{pré}^2 + DP_{pós}^2)/2]}$ através da fórmula proposta por Cohen (2013). Ainda, foi levado em consideração que os bombeiros militares voluntários foram avaliados como recreacionalmente treinados (RHEA, 2004). O TE foi considerado trivial quando $< 0,35$; pequeno, quando $\geq 0,35$ e $< 0,80$; moderado, quando $0,80 \geq$ e $< 1,50$; e grande, quando $\geq 1,5$.

Cada índice verificado na VFC apresenta valores de F, relativos ao Teste da Anova ou Teste F, valores de p, que é a probabilidade de ocorrência $P < 0,001$, e power, sendo uma medida da qualidade dos dados; quanto mais próximo de 1, melhor é a qualidade do F calculado. Se o power for menor que 0,8 é um indicativo de que a estatística trabalhada não tem um poder satisfatório.

4.2 Resultados

Variabilidade da frequência cardíaca

A seguir serão apresentados os dados extraído das aferições de Variabilidade da Frequência Cardíaca.

Tabela 1 – Dados aferidos com variações significativas (Teste T)

	FC	RR MÉDIO	SDNN	RMSSD	nn50	pnn50	hfpeakfft	hrvtri	vlfpowfft
F	120,2	147,7	11,4	62,2	14,3	16,4	5,9	22,5	4,3
p	<0,001	<0,001	0,040	<0,001	0,002	0,001	0,029	<0,001	0,055
power	1,000	1,000	0,882	1,000	0,941	0,966	0,619	0,993	0,496

	lfpowfft	hfpowfft	vlfpowprfft	hfpowprfft	totpowfft	lfpowar	hfpowar	hfpowprar	lfpowuar
F	14,3	27,6	4,9	10,3	11,5	9,6	18,0	27,6	8,4
p	0,002	<0,001	0,043	0,006	0,004	0,007	0,001	<0,001	<0,011
power	0,942	0,998	0,544	0,849	0,887	0,824	0,977	0,998	0,770

	hfpowuar	SD1	SD2
F	8,4	62,3	39,5
p	0,011	<0,001	<0,001
power	0,773	1,000	1,000

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao analisar os dados apresentados pela Variabilidade da Frequência Cardíaca, conclui-se que houve interação entre os fatores condição e tempo para hfpeakfft que é um índice de alta frequência (modulação respiratória e atuação do nervo vago sobre o coração) os valores para este índice foi de $F = 5,856$; $p = 0,029$; $power = 0,619$. O hfpeakfft reduziu após a exposição do calor apenas na condição 2x15min (atividade Y).

Além disso, os valores de pós-exposição ao calor que apresentaram variações significativas estão apresentados na Tabela 5. Os dados não descritos não apresentaram variação significativa.

Os dados apresentados a seguir nas tabelas 6 e 7 são as variáveis que apresentaram oscilações significativas no **domínio do tempo**, quando avaliado por meio de índices estatísticos e geométricos, e o **domínio da frequência**, avaliação da densidade de potência espectral a mais utilizada atualmente (VANDERLEI *et al.*, 2009).

Tabela 2 – Média e desvio padrão das variáveis domínio tempo

	Condição 1x30 minutos de exposição ao calor			Condição 2x15 minutos de exposição ao calor		
	Pré-exposição	Pós-exposição	Cohen's d (95% IC) Magnitude do efeito	Pré-exposição	Pós-exposição	Cohen's d (95% IC) Magnitude do efeito
FC (bpm)	76,38 ± 7,36	105,78 ± 17,31 ^(*)	2,21 (1,28 ↔ 3,03) Grande	76,21 ± 8,70	97,08 ± 12,69 ^(*)	1,92 (1,04 ↔ 2,70) Grande
RR médio (ms)	795,49 ± 72,88	584,84 ± 110,95 ^(*)	-2,24 (-3,06 ↔ -1,31) Grande	799,71 ± 94,93	630,62 ± 86,58 ^(*)	-1,86 (-2,64 ↔ -0,99) Grande
RMSSD (ms)	<u>21,31 ± 7,31</u>	<u>8,89 ± 9,45^(*)</u>	<u>-1,47 (-2,21 ↔ -0,66)</u> Moderado	<u>22,22 ± 7,90</u>	<u>11,06 ± 7,13^(*)</u>	<u>-1,48 (-2,22 ↔ -0,67)</u> Moderado
Sdnn	42,42 ± 9,72	20,88 ± 13,72 ^(*)	-1,81 (-2,58 ↔ -0,95) Grande	41,34 ± 16,09	31,40 ± 27,47 ^(*)	-0,44 (-1,13 ↔ 0,27) Pequeno
SDHR	4,22 ± 1,34	3,53 ± 1,56	-0,47 (-1,16 ↔ 0,24) Pequeno	3,99 ± 1,31	4,35 ± 2,73	0,17 (-0,53 ↔ 0,86) Trivial
nn50	11,87 ± 11,15	3,44 ± 10,51 ^(*)	-0,78 (-1,48 ↔ -0,04) Pequeno	14,38 ± 19,64	1,50 ± 2,66 ^(*)	-0,92 (-1,62 ↔ -0,17) Moderado
Pnn50	3,52 ± 3,48	1,13 ± 3,54 ^(*)	-0,68 (-1,38 ↔ 0,05) Pequeno	4,08 ± 5,22	0,44 ± 0,77 ^(*)	-0,98 (-1,68 ↔ -0,22) Moderado

() efeito principal; * diferente do pré-exposição

Fonte: Autoria própria (2022).

Está demonstrado na tabela 6 que o único índice que apresenta variação significativa no quesito tempo é o índice RMSSD.

Tabela 3 – Média e desvio padrão das variáveis domínio frequência

	Condição 1x30 minutos de exposição ao calor			Condição 2x15 minutos de exposição ao calor		
	Pré-exposição	Pós-exposição	Cohen's d (95% IC) Magnitude do efeito	Pré-exposição	Pós-exposição	Cohen's d (95% IC) Magnitude do efeito
Vlfpeakfft	0,011 ± 0,088	0,009 ± 0,007	-0,03 (-0,72 ↔ 0,66) Trivial	0,013 ± 0,010	0,011 ± 0,010	-0,20 (-0,89 ↔ 0,50) Trivial
Lfpeakfft	0,08 ± 0,03	0,08 ± 0,03	0,00 (-0,69 ↔ 0,69) Trivial	0,08 ± 0,03	0,10 ± 0,04	0,57 (-0,15 ↔ 1,26) Pequeno
hfpeakfft	0,19 ± 0,04	0,22 ± 0,07	0,53 (-0,19 ↔ 1,22) Pequeno	0,22 ± 0,05	0,19 ± 0,04*	-0,66 (-1,36 ↔ 0,06) Pequeno
Vlfpowfft	773,93 ± 696,68	232,93 ± 317,44 ^(*)	-1,00 (-1,71 ↔ -0,24) Moderado	876,43 ± 876,73	567,65 ± 1280,99 ^(*)	-0,28 (-0,97 ↔ 0,42) Trivial
Lfpowfft	522,03 ± 332,64	176,18 ± 317,95 ^(*)	-1,06 (-1,77 ↔ -0,30) Moderado	676,53 ± 778,74	135,70 ± 104,74 ^(*)	-0,97 (-1,68 ↔ -0,22) Moderado
Hfpowfft	208,03 ± 180,07	60,36 ± 142,13 ^(*)	-0,91 (-1,61 ↔ -0,16) Moderado	208,98 ± 183,91	56,30 ± 66,13 ^(*)	-1,10 (-1,82 ↔ -0,34) Moderado
Vlfpowprfft	46,82 ± 59,76	59,76 ± 20,92 ^(*)	0,29 (-0,41 ↔ 0,98) Trivial	47,21 ± 14,49	55,10 ± 25,48 ^(*)	0,38 (-0,33 ↔ 1,07) Pequeno
Lfpowprfft	37,74 ± 17,26	31,58 ± 18,51	-0,34 (-1,03 ↔ 0,36) Trivial	38,03 ± 12,77	32,59 ± 18,58	-0,34 (-1,03 ↔ 0,37) Trivial
Hfpowprfft	15,41 ± 12,83	8,65 ± 6,89 ^(*)	-0,66 (-1,35 ↔ 0,07) Pequeno	14,74 ± 7,59	12,30 ± 9,34 ^(*)	-0,29 (-0,98 ↔ 0,41) Trivial
Lfpownufft(%)	<u>71,12 ± 16,73</u>	<u>78,36 ± 11,20</u>	<u>0,51 (-0,21 ↔ 1,20)</u> Pequeno	<u>71,52 ± 11,92</u>	<u>73,58 ± 11,54</u>	<u>0,18 (-0,52 ↔ 0,87)</u> Trivial
Hfpownufft(%)	<u>28,83 ± 16,72</u>	<u>21,59 ± 11,17</u>	<u>-0,51 (-1,20 ↔ 0,21)</u> Pequeno	<u>28,43 ± 11,94</u>	<u>26,39 ± 11,51</u>	<u>-0,17 (-0,86 ↔ 0,52)</u> Trivial
Totpowfft	1504,34 ± 825,19	469,64 ± 714,99 ^(*)	-1,34 (-2,07 ↔ -0,54) Moderado	1762,39 ± 1680,98	760,70 ± 1296,11 ^(*)	-0,67 (-1,36 ↔ 0,06) Pequeno
Lfhfft	4,37 ± 4,96	4,78 ± 2,78	0,10 (-0,59 ↔ 0,79) Trivial	3,49 ± 2,76	3,84 ± 2,89	0,12 (-0,57 ↔ 0,81) Trivial

() efeito principal; * diferente do pré-exposição

Fonte: Autoria própria (2022).

Os índices de I_f e $hfpownufft$ descritos na tabela 7 demonstram que os indivíduos já iniciam a atividade com valores fora dos padrões para indivíduos em descanso.

Demais sinais vitais aferidos

Tabela 4 – Demais sinais vitais aferidos

	Condição 1x30 minutos de exposição ao calor			Condição 2x15 minutos de exposição ao calor		
	Pré-exposição	Pós-exposição	Cohen's d (95% IC) Magnitude do efeito	Pré-exposição	Pós-exposição	Cohen's d (95% IC) Magnitude do efeito
PAS (mmHg)	123,75 ± 14,55	123,75 ± 14,08	0,00 (-0,69 ↔ 0,69) Trivial	122,50 ± 13,09	127,50 ± 22,36	0,27 (-0,43 ↔ 0,96) Trivial
PAD (mmHg)	83,75 ± 11,47	79,69 ± 10,08	-0,38 (-1,07 ↔ 0,33) Pequeno	81,88 ± 11,67	77,50 ± 17,32	-0,30 (-0,99 ↔ -0,41) Trivial
Saturação	95,81 ± 1,17	95,50 ± 1,32	-0,25 (-0,94 ↔ 0,45) Trivial	96,13 ± 1,02	95,62 ± 1,78	-0,35 (-1,04 ↔ 0,36) Trivial
Temperatura (°C)	36,42 ± 0,66	36,82 ± 0,55 ^(*)	0,66 (-0,07 ↔ 1,35) Pequeno	36,35 ± 0,26	36,41 ± 0,33 ^(*)	0,20 (-0,50 ↔ 0,89) Trivial

() efeito principal; * diferente do pré-exposição

Fonte: Autoria própria (2022).

Na tabela 8, a temperatura apresentou efeito principal de tempo, ou seja, independente da condição ($F= 5,037$; $p = 0,040$; $power = 0,556$), houve aumento da temperatura. Além disso a PAD demonstra uma tendencia de redução devido a vasodilatação.

4.3 Discussões

O objetivo deste trabalho foi avaliar os prováveis prejuízos causados à saúde do bombeiro militar durante ações de combate a incêndio com o uso do EPI e do Epra, e estabelecer um POP, buscando evitar ou dirimir os danos à saúde deste profissional de segurança pública.

Esperava-se que durante as atividades pré-definidas o bombeiro tivesse um maior desgaste físico na atividade contínua de 30 minutos (atividade X), entretanto, os valores aferidos não apresentaram variações significativas na condição tempo (pré e pós-atividade) entre os casos (atividades 1x30min e 2x15min).

Para todos os dados avaliados, o estudo apresentou diferenças significativas no quesito tempo (pré e pós), mas não ocorreram essas variações entre as condições (atividades X e Y), ou seja, as atividades X e Y apresentaram variações muito próximas, contrariando as expectativas.

Analisando os resultados apresentados pela variabilidade da frequência cardíaca (VFC), podemos concluir que os bombeiros voluntários que realizaram os testes, apesar de apresentarem características heterogêneas em relação à idade, ao tempo de serviço e a experiências com atividade operacional, entre outros, exibiram alta variabilidade da frequência cardíaca, ou seja, sinais de boa adaptação ao ambiente, caracterizando-os como indivíduos saudáveis, com mecanismos autonômicos eficientes no Sistema Nervoso Autônomo (SNA) (VANDERLEI *et al.*, 2009).

O único índice que apresentou interação em condição x tempo foi o $hf_{peakfft}$, que corresponde a atividade parassimpática. Este índice está relacionado à eficiência da função elétrica do coração. Quando o objeto de estudo está relacionado à potência e estresse, este índice não demonstra influência significativa, já que seria indicado para avaliar a musculatura cardíaca em questões elétricas, o que não está em estudo nesta pesquisa. Desta forma, esta informação deixa de ser avaliada de maneira mais detalhada.

Passando a avaliar os demais índices que apresentaram variação no quesito tempo (pré e pós-atividade), temos o índice RMSSD. Segundo Grani *et al.* (no prelo), os indicadores médios de RMSSD (Sistema Parassimpático) aferidos em policiais militares descansados, no início de um plantão, é de $62,54ms \pm 32,15ms$. Esse indicativo demonstra um bom nível de condicionamento físico por parte destes profissionais. Ao avaliar a média de RMSSD dos voluntários (amostra) do Coci, verifica-se que o valor está bem abaixo da média, ou seja, os alunos apresentam atividade de Sistema Simpático nas aferições pré-exercício. Este resultado pode demonstrar que a amostra desta pesquisa apresenta um cansaço acumulado ao longo do curso, demonstrado pelo valor baixo de desvio padrão ($7,60ms$), ou seja, os voluntários já iniciam a atividade com valores de RMSSD na faixa de $21,7ms$. Esta variação deu-se pelo fato da pesquisa ocorrer de maneira transversal durante o COCI.

Independente de iniciar a atividade com valores de RMSSD abaixo dos níveis normais, as aferições pós-exercício apresentam valores que demonstram um desgaste físico elevado para ambos os casos (atividades X e Y), com RMSSD na média de $9,97ms$.

Neste sentido, verifica-se que, independente da atividade X ou Y, os bombeiros apresentaram variações significativas nas aferições pré e pós-atividade em simulador de incêndio, mas não apresentaram variações significativas entre os dois

padrões de atividade pré-estabelecido, demonstrando que a atividade X, de 30 minutos ininterruptos, pode ser considerada mais efetiva e menos desgastante. Inclusive, é um tempo médio de consumo de um Epra com cilindro de 9L a 300bar de pressão (CBPMPR, 2008), e favorece o andamento tático da operação de combate a incêndio.

Os índices de Pnn50 que representam a porcentagem dos intervalos RR adjacentes, com diferença de duração maior que 50ms (VANDERLEI *et al.*, 2009), ou seja, quanto maior forem os intervalos subsequentes de RR, mais ativação parassimpática o indivíduo está tendo. Em situações de repouso, um indivíduo com bom condicionamento físico apresenta em média $pnn50=30,50\% \pm 24,69\%$ (GRANI *et al.*, no prelo). As aferições realizadas durante o Coci apresentam uma média de $pnn50 = 3,8\%$, um valor com uma redução de aproximadamente 90% quando comparado com um indivíduo descansado, demonstrando mais uma vez o desgaste acumulado da amostra. Esse desgaste, porém, foi ainda mais acentuado após as atividades (X e Y), sendo que neste caso a atividade Y ($0,44ms \pm 0,77ms$) apresenta um desgaste maior que a atividade X ($1,13ms \pm 3,54ms$), demonstrando que a atividade com intervalo pode não favorecer o bombeiro em operações de combate a incêndio, ou ainda, que o desgaste físico no bombeiro foi maior devido as ações de equipagem e desequipagem realizadas no intervalo de descanso e aferições. a necessidade de retornar rapidamente ao posto, pode proporcionar oscilações no poder de decisão e retorno e aumentar o estresse.

Na análise dos dados também foi constatado que os valores de *lfpownufft* (*low frequency* – baixa frequência), relacionados à ativação do sistema nervoso simpático, e de *hfpownufft* (*high frequency* – alta frequência), relacionados à ativação do sistema nervoso parassimpático, ambos descritos na Tabela 7, com valores já normalizados em alta e baixa frequência, demonstram os seguintes valores:

Tabela 5 – Extrato dados LFPOWNUFFT e HFPOWNUFFT da Tabela 3

	Condição 1x30 minutos de exposição ao calor			Condição 2x15 minutos de exposição ao calor		
	Pré-exposição	Pós-exposição	Cohen's d (95% IC) Magnitude do efeito	Pré-exposição	Pós-exposição	Cohen's d (95% IC) Magnitude do efeito
Lfpownufft (%)	71,12 ± 16,73	78,36 ± 11,20	0,51 (-0,21 ↔ 1,20) Pequeno	71,52 ± 11,92	73,58 ± 11,54	0,18 (-0,52 ↔ 0,87) Trivial
Hfpownufft (%)	28,83 ± 16,72	21,59 ± 11,17	-0,51 (-1,20 ↔ 0,21) Pequeno	28,43 ± 11,94	26,39 ± 11,51	-0,17 (-0,86 ↔ 0,52) Trivial

Fonte: Adaptado pelo autor (2022).

A combinação **n.u.** indicada nos índices **LFPOWNUFFT** e **HFPOWNUFFT** da tabela 9 significa normalização; indica a normalização dos dados resultantes da análise espectral minimizando os efeitos das alterações da banda de VLF. Essa é determinada a partir da divisão da potência de um dado componente (LF ou HF) pelo espectro de potência total, subtraída do componente de VLF e multiplicada por 100 (VANDERLEI, et al. 2009). Resumidamente, ela distribui as variáveis muito baixas de frequência (VLF) em baixa frequência (LF) e alta frequência (HF) com parâmetros de percentual de faixa de frequência.

Pode-se analisar que a média dos valores de LF (sistema simpático) são bem expressivos ao estarem próximos de $71,32\% \pm 14,32\%$ nas aferições pré-atividade, aumentando ainda mais após a atividade, com uma média de $75,97\% \pm 11,35\%$, demonstrando que os indivíduos já iniciam a atividade com um nível elevado de ativação do sistema simpático.

Ainda, verifica-se que os valores de HF (sistema parassimpático) são valores baixos, com uma média de $28,63\% \pm 14,33\%$ nas aferições pré-atividade, diminuindo ainda mais nas aferições pós-atividade, com uma média de $23,99\% \pm 11,34\%$. Isso demonstra que os indivíduos já iniciam a atividade com o sistema parassimpático com baixa ativação, resultando em uma diminuição ainda maior após as atividades em simulador de incêndio.

Além do desgaste físico acumulado pelas atividades extenuantes do Coci, os altos índices de ativação do sistema simpático e baixos índices de ativação do sistema parassimpático podem estar relacionados à tensão pré-atividade da amostra. Estima-se que pelo fato de a atividade apresentar riscos eminentes, com chamas reais, somados ao uso de equipamentos que se aproximam de 15Kg, resultam em um nervosismo e ansiedade antes do início da instrução.

Em ambos os casos, fica evidente que na comparação do quesito tempo (aferições pré e pós) de HF e LF os indivíduos iniciaram a atividade com um desgaste físico elevado, piorando sua situação após a atividade. É importante lembrar que, apesar de os índices serem significativos, em nenhum momento esses valores demonstraram **risco à saúde ocupacional dos envolvidos**. Os valores demonstram que existe o desgaste, independente das condições X e Y.

Combinando os valores de LF ($71,32 \pm 14,32$) e HF ($28,63 \pm 14,33$) encontrados na pesquisa com os valores apresentados por Grani *et al.* (no prelo), em um estudo

com policiais militares do Batalhão de Operações Policiais Especiais (Bope), ao assumir seu posto de trabalho, tem-se embasamento para as afirmações, visto que estes policiais, em descanso, apresentam LF ($51,85 \pm 16,5$) e HF ($47,93 \pm 16,38$), ou seja, os dados comprovam um desgaste acumulado por parte dos alunos do Coci.

Durante o estudo ocorreram algumas limitações, que devem ser discutidas para melhor interpretação dos dados. Inicialmente, o número de bombeiros submetidos aos testes foi reduzido de 24 para 16, tendo em vista a disponibilidade de apenas 4 sensores para realizar a aferição da variabilidade da frequência cardíaca. Levando este fato em consideração, foram excluídas as bombeiras militares (sexo feminino), pois o ciclo menstrual feminino interfere diretamente nas aferições, sendo que cada bombeira possui um ciclo diferente da outra.

Além disso, foi utilizada uma amostra dentro da disponibilidade da corporação, tendo em vista que o déficit de efetivo nas unidades operacionais não possibilitou um maior número de voluntários para a realização das atividades, sendo aproveitado o efetivo do Coci 2021.

Vale ressaltar, ainda, que o desgaste físico acumulado da amostra interferiu diretamente nos índices pré-atividade, no entanto, em nenhum momento as atividades apresentaram dados que levassem à conclusão de que os bombeiros apresentaram índices que extrapolassem limites de segurança ocupacional.

Futuros estudos com um número maior de participantes, maiores intervalos de descanso e com equipamentos que possibilitem um menor desgaste físico do voluntário durante as aferições intermediárias podem trazer mais esclarecimentos ou evidenciar de forma mais significativa os desgastes físicos ou não no bombeiro militar durante operações de combate a incêndio com uso de EPI e de Epra.

5 CONCLUSÕES

Diferente do esperado, a análise dos dados coletados da amostra não demonstrou uma diferença significativa no quesito condições, nas atividades X (30/10) e Y (15/10/15), apresentando variações significativas apenas no quesito tempo (pré e pós-atividade).

Observou-se que na atividade Y os alunos acabaram tendo um maior nível de estresse, verificado após as análises estatísticas, como resultado do preenchimento, durante os intervalos, por “ações” de desequipagem e equipagem e processos de aferições de sinais vitais e VFC em um curto intervalo de tempo. Nesse sentido, cronogramas com um intervalo de descanso mais passivo provavelmente apresentarão variações mais evidentes no quesito condições.

Combinado a este fator, a pesquisa de campo ocorreu no final da primeira semana do Coci – 2021, onde os alunos estavam participando diariamente de atividades práticas, não tendo intervalos de descanso regulares, implicando, desta forma, em índices pré-atividade demonstrando um desgaste físico acumulado.

Apesar dos obstáculos comentados, é possível concluir que o bombeiro, quando submetido a uma atividade de combate a incêndio com uso de EPI e Epra em ambiente com alta temperatura, por 30 minutos, apresenta desgaste físico que não compromete a saúde deste profissional de segurança pública.

Desta forma, considerando que a média de tempo para consumo de um cilindro de Epra de 9L a 300Bar é de 30 minutos, será proposto um POP onde o militar deva atuar em um incêndio por um período de 30 minutos, tendo um intervalo de 10 minutos para sua autorreabilitação.

Caso o bombeiro apresente algum sintoma de mal-estar a qualquer momento da operação de combate, como medida de prevenção, este profissional deve ser retirado do ambiente de risco e passar por uma reabilitação formal, com aferições de seus sinais vitais (saturação, pressão e temperatura), sendo acompanhado por um socorrista ou médico.

5.1 Recomendações para trabalhos futuros

Com vistas a dar continuidade a esta linha de pesquisa, sugerem-se algumas frentes de trabalho:

- Realização de ensaios com o uso de colete com sensores para aferição de VFC, sem a necessidade de desequipagem do bombeiro, com intervalos de descanso mais passivos;
- Realização de atividades com efetivo que não esteja incluído em rotinas de curso operacional;
- Realização de atividades físicas mais intensas dentro do período de exposição ao calor (atividades x e y);
- Investigação de rotinas com duas atividades de 30 minutos, tendo um intervalo de autorreabilitação mínimo de 10 minutos.
- Realização de atividades de incêndio com procedimentos de rescaldo, incluindo uma atividade física e rotineira (como recolhimento restos de incêndio em recipiente) nas operações de combate a incêndio.

REFERÊNCIAS

- ALJAROUDI, Ali M. *et al.* Effect of continuous cooling on inhibition and attention while wearing firefighter's PPE in a hot environment. **Journal of occupational and environmental hygiene**, v. 17, n. 5, p. 243-252, 2020.
- ALJAROUDI, Ali M. *et al.* Probability of hyperthermia in a hot environment while wearing a liquid cooling garment underneath firefighters' protective clothing. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 18, n. 4-5, p. 203-211, 2021.
- BERNE, Robert M. *et al.* **Fisiologia**. 5. ed. São Paulo: Elsevier, 2004.
- BOLUS, Daniel J. *et al.* Recurrent heat shock impairs the proliferation and differentiation of C2C12 myoblasts. **Cell Stress and Chaperones**, v. 23, n. 3, p. 399-410, 2018.
- BRAGA, George Cajaty; NETO, Joaquim Pereira Lisboa; SALAZAR, Helder de Farias. A temperatura e fluxo de calor em uma situação de incêndio e as consequências para os bombeiros. **Revista FLAMMAE**, Recife, v. 2, n. 4, 2016.
- BRASIL. Supremo Tribunal Federal **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Supremo Tribunal Federal, 1988.
- BROTHERHOOD, J. R. *et al.* Project aquarius 11. Effects of fitness, fatness, body size, and age on the energy expenditure, strain, and productivity of men suppressing wildland fires. **International Journal of Wildland Fire**, v. 7, n. 2, p. 181-199, 1997.
- ĆALUŠIĆ, Anita Ljubičić *et al.* Biomarkers of mild hyperthermia related to flashover training in firefighters. **Journal of Thermal Biology**, v. 37, n. 8, p. 548-555, 2012.
- CAMPOS, André Telles; CAVALCANTI, Paulo Fernando Leal H.; LIMA, Eduardo de Assis. Emprego de acrônimos em operações de combate a incêndio: do conceito de carga de incêndio ao de taxa de liberação de calor. **Revista FLAMMAE**, Recife, v. 7, n. 19, 2021.
- CAVALCANTI, Paulo Fernando Leal de Holanda. **Parâmetros para rotinas de trabalho nas áreas de reabilitação das ocorrências de combate a incêndio estrutural em edificações atendidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**: uma análise baseada na administração do estresse térmico pelo calor. 2012. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais – CAO) – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal – CBMDF, Brasília, 2012.
- CBPMMPR. CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DO PARANÁ. **Manual de combate a incêndio**: Capítulo 8. Curitiba: CBPMMPR, 2008. p. 10.
- CBMDF. CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Manual básico de combate a incêndio**: Módulo 1. 2. ed. rev. Brasília: CBMDF, 2013. p. 60.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2013. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203771587>

CRANDALL, Craig G.; SHIBASAKI, Manabu; WILSON, Thad E. Insufficient cutaneous vasoconstriction leading up to and during syncopal symptoms in the heat stressed human. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 299, n. 4, p. H1168-H1173, 2010.

DE CARVALHO, Paulo Victor R. *et al.* Reflections on work as done (WAD) and work as imagined (WAI) in an emergency response organization: A study on firefighters training exercises. **Applied ergonomics**, v. 68, p. 28-41, 2018.

DEMING, Nathan J. *et al.* Self-selected fluid volume and flavor strength does not alter fluid intake, body mass loss, or physiological strain during moderate-intensity exercise in the heat. **Journal of Thermal Biology**, v. 89, p. 102-115, 2020.

DE OLIVEIRA, Renan Augusto Bortolassi *et al.* The war of Brazilian Firefighters in the Fight Against Covid-19. **International Journal of Development Research**, v. 11, 2021.

EVANOFF, Bradley A.; ROSENSTOCK, Linda. Reproductive hazards in the workplace: a case study of women firefighters. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 9, n. 6, p. 503-515, 1986.

FARAH, L. *et al.* Use of Individual Devices for Measuring R-R Intervals and Heart Rate. **Journal of Exercise Physiology Online**, 20(4), p. 58-65, 2017.

FOSS, Merle L.; KETEYIAN, Steven J. **Fox: bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GALLAGHER, Michael *et al.* Development of a perceptual hyperthermia index to evaluate heat strain during treadmill exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 6, p. 2025-2034, 2012.

GAOUA, Nadia; DE OLIVEIRA, Rita F.; HUNTER, Steve. Perception, action, and cognition of football referees in extreme temperatures: impact on decision performance. **Frontiers in Psychology**, v. 8, p. 1479, 2017.

GIL, Antônio Carlos *et al.* **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GÓRRIZ-MIFSUD, Elena; BURNS, Matthew; GOVIGLI, Valentino Marini. Civil society engaged in wildfires: Mediterranean forest fire volunteer groupings. **Forest Policy and Economics**, v. 102, p. 119-129, 2019.

GRANI, Gabriel *et al.* Nível de estresse e variabilidade da frequência cardíaca em policiais militares após uma ocorrência de roubo a banco: um relato de experiência. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**. (No prelo).

JOBBS, Steve. Você tem que encontrar o que você ama. **Discurso dirigido a formandos da Universidade Stanford**. Stanford, 2005.

KALYANI, Majid Najafi; JAMASHID, Nahid. Comparing the effect of firefighting protective clothes and the usual clothes during physical activity on heat strain. **Pak J Med Sci. Iran**, v. 25, n. 3, p. 375-379, 2009.

KELLER, T. *et al.* Physiological constraint of firefighters during work. **Science & Sports**, v. 20, n. 5-6, p. 289-292, 2005.

KLEIN, Jenna C. *et al.* Combined heat and mental stress alters neurovascular control in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 6, p. 1.880-1.886, 2010.

LAZZARINI, Álvaro. O direito administrativo da ordem pública. **O Alferes**, v. 13, n. 471.997.

MACKAY, D.; BARBER, T.; YEOH, G. H. Experimental and computational studies of compartment fire behavior training scenarios. *In: Building and Environment*, New York: Elsevier, 45(12), p. 2.620-2.628, 2010. DOI: 10.1016/j.buildenv.2010.05.021

MANI, Ashutosh *et al.* Risk factors associated with live fire training: Buildup of heat stress and fatigue, recovery and role of micro-breaks. **Occupational Ergonomics**, v. 11, n. 2, 3, p. 109-121, 2013.

MANI, Ashutosh *et al.* Individualized prediction of heat stress in firefighters: A data-driven approach using classification and regression trees. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 12, n. 12, p. 845-854, 2015.

MARONI, Tessa *et al.* Effectiveness of hand cooling and a cooling jacket on post-exercise cooling rates in hyperthermic athletes. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 4, p. 441-449, 2018.

MATA, Kamyla Lima da *et al.* Análise das temperaturas de um compartimento durante treinamentos de combate a incêndio. **Ambiente Construído**, v. 20, p. 245-260, 2020.

MCDIARMID, M. A.; AGNEW, J. Reproductive hazards and firefighters. **Occupational Medicine-State of the Art Reviews**, 10(4), p. 829-841, 1995.

MCENTIRE, Serina J.; SUYAMA, Joe; HOSTLER, David. Mitigation and prevention of exertional heat stress in firefighters: a review of cooling strategies for structural firefighting and hazardous materials responders. **Prehospital Emergency Care**, v. 17, n. 2, p. 241-260, 2013.

MORLEY, Julia *et al.* Cognitive function following treadmill exercise in thermal protective clothing. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 5, p. 1.733-1.740, 2012.

MURAKOSHI, M.; SEKINE, M. Measures by local government-actions to take in dealing with heat stroke for firefighters. **Nihon Rinsho. Japanese Journal of**

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION et al. NFPA 1584: **standard on the rehabilitation process for members during emergency operations and training exercises**. NFPA, 2008.

Clinical Medicine, 70(6), p. 1.052-1.056, 2012. Disponível em:
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84865124708&partnerID=40&md5=4798f129d57e9f0eae4bca3b36ce1f8d>

PARANÁ. **Constituição** (1989). Título II – DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, Capítulo IV – DA SEGURANÇA PÚBLICA, Art. 48. 1989. Disponível em:
<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/exibirAto.do?action=iniciarProcesso&codAto=9779&codItemAto=97592> Acesso em: 21 out. 2021.

PEAKE, J. Heat, Athletes, and Immunity. **American Journal of Lifestyle Medicine**, 4(4), p. 320-326, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1177/1559827610362969>

PRELL, Rebecca *et al.* Heart Rate Variability, Risk-Taking Behavior and Resilience in Firefighters During a Simulated Extinguish – Fire Task. **Frontiers in Physiology**, v. 11, p. 482, 2020.

PRYOR, R. R. *et al.* Estimating core temperature with external devices after exertional heat stress in thermal protective clothing. **Prehospital Emergency Care**, 16(1), p. 136-141, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3109/10903127.2011.614047>

QUINN, Tyler D. *et al.* Using trunk posture to monitor heat strain at work. **Ergonomics**, v. 61, n. 11, p. 1.560-1.568, 2018.

RAS, Jaron; LEACH, Lloyd. Use of Mobile Technology in Assessing Occupational Performance and Stress in Firefighters. *In*: MENTOR, Dominic. **Handbook of Research on New Media, Training, and Skill Development for the Modern Workforce**. Hershey, PA, USA: IGI Global, 2022. p. 150-186.

RHEA, M. R. 2004-Rhea-EFFECTSIZEFuerza.pdf. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 18(4), p. 918-920, 2004.

SANTOS, Jefferson Steidel dos. **Business intelligence**: uma proposta metodológica para análise da evasão escolar em instituições federais de ensino. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência, Gestão e Tecnologia da Informação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2017.

SCHLEH, Michael W.; DUMKE, Charles L. Comparison of sports drink versus oral rehydration solution during exercise in the heat. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 29, n. 2, p. 185-193, 2018.

SCHMIT, C. *et al.* **Cognitive functioning and heat strain: performance responses and protective strategies**. *Sports Med.*, 47, p. 1.289-1.302, 2016. DOI: [10.1007/s40279-016-0657-z](https://doi.org/10.1007/s40279-016-0657-z)

SONG, Guowen; MANDAL, Sumit; ROSSI, René. Thermal protective clothing for firefighters. **Woodhead Publishing Series in Textiles**, n. 189, 2016. ISBN: 978-0-08-101285-7 (print).

TASK FORCE. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **European heart journal**, v. 17, n. 3, p. 354-381, Mar. 1996. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8737210>.

TAYLOR, Nigel A. S. *et al.* Physiological interactions with personal-protective clothing, physically demanding work and global warming: An Asia-Pacific perspective. **Journal of Thermal Biology**, 97, p. 102-113, Jan. 2021.

TZENG, Shiou-Fen; CHEN, Wun-Hwa; PAI, Fan-Yun. Evaluating the business value of RFID: Evidence from five case studies. **International Journal of Production Economics**, v. 112, n. 2, p. 601-613, 2008.

USFA. UNITED STATES FIRE ADMINISTRATION. **Emergency Incident Rehabilitation**. Washington D.C.: International Association of Fire Fighters, 2008. 171 p.

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques *et al.* Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 24, p. 205-217, 2009.

WATKINS, Emily R.; RICHARDSON, Alan J. Fire service instructor's undergarment choice to reduce Interleukin-6 and minimise physiological and perceptual strain. **Journal of Thermal Biology**, v. 63, p. 41-48, 2017.

ZHANG, Y. *et al.* Effects of caffeine and menthol on cognition and mood during simulated firefighting in the heat. **Applied Ergonomics**, v. 45, n. 3, p. 510-514, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.07.005>

ZHANG, Y. *et al.* A New Hand-Cooling Device to Enhance Firefighter Heat Strain Recovery. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 6, n. 5, p. 283-288, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1080/15459620902790277>

APÊNDICE A
PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO



ESTADO DO PARANÁ
POLÍCIA MILITAR
CORPO DE BOMBEIROS

Assunto:

Segurança Ocupacional no CIU

Codificação:

POP- CIU - 1710.1

BI Publicação:

Segurança Ocupacional

ÍNDICE

- 1 PROPOSTA**
- 2 PÚBLICO-ALVO**
- 3 INTRODUÇÃO**
- 4 PROCEDIMENTOS GERAIS**
 - 4.1 Autorreabilitação**
 - 4.2 Reabilitação Formal**
- 5 RECURSOS**
- 6 EQUIPE DE APOIO**
- 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**
- REFERÊNCIAS**

1 PROPOSTA

Este Procedimento Operacional Padrão (POP) trata da padronização de procedimentos, que buscam minimizar os riscos ocupacionais relacionados a operações de combate e a incêndio pelo bombeiro militar.

Tem como objetivo nortear a criação de procedimentos, balizamentos de conhecimento, módulos de treinamento (capacitação) e a prática deste protocolo em operações e instruções de combate a incêndio. Ainda, estabelecer períodos máximos de trabalho em ambientes com exposição ao calor quando da utilização do EPI e do Epra.

2 PÚBLICO-ALVO

Todos os bombeiros militares do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado do Paraná (CBPMPR).

Elaborado por:	Data: 15/07/2022	Página 1 de 7
Cap. QOBM Renan Augusto Bortolassi de Oliveira		
Aprovado por:		



ESTADO DO PARANÁ
POLÍCIA MILITAR
CORPO DE BOMBEIROS

Assunto:

Segurança Ocupacional no CIU

Codificação:

POP- CIU - 1710.1

BI Publicação:

3 INTRODUÇÃO

Levando-se em consideração que em todas as operações de combate a incêndio atendidas pelo CBPMPR, o efetivo empregado na operação deverá estar equipado com EPI e Epra, este POP objetiva proporcionar melhores condições de segurança, diminuindo os riscos ocupacionais que fazem parte da rotina operacional do bombeiro militar, além de uniformizar uma gestão de efetivo durante as ações de combate a incêndio e padronizar os rodízios e intervalos de trabalho e descanso. Espera-se, com isso, proporcionar uma melhor qualidade na saúde ocupacional, reconhecendo que o desgaste físico causado pelo aumento da temperatura corporal e o tempo de exposição do bombeiro a altas temperaturas, resulta em riscos ocupacionais a este profissional.

4 PROCEDIMENTOS GERAIS

Em todas as ocorrências de natureza de Combate a Incêndio Urbano atendidas pelo CBPMPR, os militares que fizerem parte da operação não poderão extrapolar o período de 30 minutos ininterruptos equipados com EPI e EPRA em operação, expostos a ambientes com alta temperatura. O chefe de socorro, com o auxílio do motorista da guarnição, deverá controlar o tempo de exposição de sua guarnição e controlar a entrada e saída do seu efetivo da zona quente da ocorrência.

Em caso de necessidade de operação por um tempo superior a 30 minutos em ambiente com alta temperatura, o chefe de socorro, oficial ou militar mais antigo presente na emergência deverá solicitar apoio de outra guarnição, a fim de proporcionar segurança aos bombeiros empregados na ocorrência.

Elaborado por: Cap. QOBM Renan Augusto Bortolassi de Oliveira	Data: 15/07/2022	Página 2 de 7
Aprovado por:		



ESTADO DO PARANÁ
POLÍCIA MILITAR
CORPO DE BOMBEIROS

Assunto:

Segurança Ocupacional no CIU

Codificação:

POP- CIU - 1710.1

BI Publicação:

Caso algum bombeiro militar venha a sentir algum mal-estar durante a operação de combate a incêndio, este deve ser retirado do ambiente de risco e passar pelo procedimento de reabilitação formal.

4.1 Autorreabilitação

Cada bombeiro é responsável por seu restabelecimento, que deve ocorrer mediante a dissipação do calor acumulado no corpo e reidratação.

Após exposto por um período máximo de 30 minutos em operação, o BM deve ser submetido a uma autorreabilitação (Figura 1), que consiste em:

- Retirar o Epra, o capacete, a capa do EPI e a balaclava.

Objetivo: dissipação da temperatura corporal de forma passiva.

- Imersão dos antebraços em balde de água, ou uso de ventiladores, sendo que o uso de ventiladores não é recomendado em ambientes quentes com umidade relativa do ar elevada

Objetivo: dissipação da temperatura corporal de forma ativa.

- Hidratar-se, tomando água ou repositores hidroeletrólitos;
- Ingestão de 118 ml a 236 ml para trabalhos de curta duração (até 60 minutos).

Objetivo: reposição de fluidos corporais e eletrólitos necessários ao desempenho operacional, certificando-se de que haja equilíbrio entre a ingestão e a eliminação de líquidos do corpo.

- Descanso mínimo de 10 minutos.

Objetivo: reposição energética corporal (muscular) e prevenção à fadiga.

Elaborado por:	Data: 15/07/2022	Página 3 de 7
Cap. QOBM Renan Augusto Bortolassi de Oliveira		
Aprovado por:		


	ESTADO DO PARANÁ POLÍCIA MILITAR CORPO DE BOMBEIROS		Assunto: Segurança Ocupacional no CIU
		Codificação: POP- CIU - 1710.1	Edição Publicação:

Figura 1 – Autorreabilitação



Fonte: Adaptado pelo autor de CAVALCANTI (2012).

4.2 Reabilitação Formal

A reabilitação formal (Figura 2) deve ocorrer em ambiente pré-determinado (barraca ou viatura de reabilitação), com acompanhamento médico ou de equipe de socorristas (guarnição de Auto Ambulância).

Caso o militar, por algum motivo de emergência, fique exposto a ambientes de altas temperaturas com uso de EPI e Epra por mais de 30 minutos, ou apresente algum sintoma de mal-estar durante a operação de combate a incêndio, este deve ser submetido à reabilitação formal, que consiste em:

- Retirada de todo EPI e Epra.

Objetivo: dissipação da temperatura corporal de forma passiva.

- Imersão dos antebraços em balde de água, ou uso de ventiladores, sendo que o uso de ventiladores não é recomendado em ambientes quentes com umidade relativa do ar elevada.

Elaborado por: Cap. QOBM Renan Augusto Bortolassi de Oliveira	Data: 15/07/2022	Página 4 de 7
Aprovado por:		



ESTADO DO PARANÁ
POLÍCIA MILITAR
CORPO DE BOMBEIROS

Assunto:
Segurança Ocupacional no CIU

Codificação:
POP- CIU - 1710.1

BI Publicação:

Objetivo: dissipação da temperatura corporal de forma ativa.

- Hidratar-se, tomando água ou repositores hidroeletrólitos, com a ingestão de 354 ml a 946 ml para trabalhos mais longos e extenuantes.

Objetivo: reposição de fluidos corporais e eletrólitos necessários ao desempenho operacional, certificando-se de que haja equilíbrio entre a ingestão e a eliminação de líquidos do corpo.

- Descanso mínimo de 20 minutos.

Objetivo: reposição energética corporal (muscular) e prevenção à fadiga.

- Aferição de sinais vitais, com avaliação médica: PA, temperatura corporal e saturação.

Objetivo: avaliar possíveis danos à saúde do BM.

Figura 2 – Reabilitação Formal



Fonte: Adaptado pelo autor de CAVALCANTI (2012).

Elaborado por: Cap. QOBM Renan Augusto Bortolassi de Oliveira	Data: 15/07/2022	Página 5 de 7
Aprovado por:		



ESTADO DO PARANÁ
POLÍCIA MILITAR
CORPO DE BOMBEIROS

Assunto:

Segurança Ocupacional no CIU

Codificação:

POP- CIU - 1710.1

BI Publicação:

Segurança Ocupacional

5 RECURSOS

- Caixa térmica para manutenção de água resfriada;
- Água e/ou repositor hidroeletrolítico em garrafas de no mínimo 510 ml;
- Bancos e/ou cadeiras desmontáveis;
- AA (Auto Ambulância) guarnecida com, no mínimo, dois socorristas;
- Guarnição de viatura médica em ocorrências mais longas e extenuantes (superiores a 60 minutos).

6 EQUIPE DE APOIO

- Guarnição de AA com, no mínimo, dois socorristas;
- 2ª Guarnição de Combate a incêndio, para apoio de efetivo e água para combate;
- Equipe médica em operações mais longas e extenuantes (superiores a 60 minutos).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma boa maneira de evitar a desidratação é a pré-hidratação, que, segundo a United States Fire Administration (2008, p. 140), consiste em manter os bombeiros hidratados, encorajando a ingestão regular de bebidas, de modo a estarem preparados para a possível ocorrência de atividades extenuantes. Um bombeiro, de acordo com a United States Fire Administration (2008, p. 140, tradução nossa, grifo nosso), “[...] deve beber de 6 a 8 onças [177 a 77 236 ml] de fluídos a cada 6 horas, a mais aos fluídos ingeridos com as refeições.!”.

A reabilitação formal deve ser estabelecida caso o sinistro perdure por mais de uma hora, ou o Comandante do Incidente (CI) vislumbre a possibilidade de empreendê-la diante dos recursos disponíveis. Eventos de longa duração devem oferecer alimentação sólida aos integrantes das equipes de emergência. Caso o CI vislumbre que as atividades de autorreabilitação não estão sendo suficientes para tornar

Elaborado por: Cap. QOBM Renan Augusto Bortolassi de Oliveira	Data: 15/07/2022	Página 6 de 7
Aprovado por:		



ESTADO DO PARANÁ
POLÍCIA MILITAR
CORPO DE BOMBEIROS

Assunto:

Segurança Ocupacional no CIU

Codificação:

POP- CIU - 1710.1

BI Publicação:

novamente aptos os membros das equipes de emergência que atendem um sinistro, seja pela duração deste ou pela extenuação física dos bombeiros, uma área de reabilitação formal deve ser estabelecida.

A reabilitação formal se diferencia da autorreabilitação pelo aparato logístico próprio para a reabilitação, com vistas à administração do estresse térmico pelo calor, e pela disponibilidade de equipe médica, destinada ao tratamento em transporte de bombeiros acometidos por lesões decorrentes do trabalho no sinistro (UNITED STATES FIRE ADMINISTRATION, 2008).

REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, Paulo Fernando Leal de Holanda. **Parâmetros para rotinas de trabalho nas áreas de reabilitação das ocorrências de combate a incêndio estrutural em edificações atendidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal**: uma análise baseada na administração do estresse térmico pelo calor. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais – CAO) – CBMDF, Brasília, 2012.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DO PARANÁ. **Manual de combate a incêndio**. 2008.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Manual básico de combate a incêndio**: Módulo 1. 2. ed. rev. Brasília, 2013. 60 p.

DE OLIVEIRA, Renan Augusto Bortolassi. **Riscos ocupacionais do bombeiro militar**: uma proposta de modelo de estratégias protocolares padronizadas de gerenciamento durante e após ações de combate a incêndios. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Ponta Grossa, PR, 2022.

UNITED STATES FIRE ADMINISTRATION. **Emergency Incident Rehabilitation**. 2008. Washington, 2008. 171 p.

EQUIPE DE ELABORAÇÃO

Cap. QOBM Renan Augusto Bortolassi de Oliveira

Elaborado por:	Data: 15/07/2022	Página 7 de 7
Cap. QOBM Renan Augusto Bortolassi de Oliveira		
Aprovado por:		