

SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR DOM PEDRO II

AUTORES: Allan **Brito** Ribeiro – Cadete BM  
Carlos Henrique **Altino** Silva Araujo – Cadete BM

**MODIFICAÇÕES DE VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS ANTES,  
DURANTE E DEPOIS DE TAREFA SIMULADA DE COMBATE A  
INCÊNDIO**



Rio de Janeiro  
2023

AUTORES: Allan **Brito** Ribeiro – Cadete BM  
Carlos Henrique **Altino** Silva Araujo – Cadete BM

MODIFICAÇÕES DE VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS ANTES, DURANTE E  
DEPOIS DE TAREFA SIMULADA DE COMBATE A INCÊNDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para conclusão do Curso de  
Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do  
Estado do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro  
2023

SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR DOM PEDRO II  
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS

AUTORES: Allan Brito Ribeiro – Cadete BM e Carlos Henrique Altino Silva Araujo –  
Cadete BM

TÍTULO: MODIFICAÇÕES DE VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS ANTES,  
DURANTE E DEPOIS DE TAREFA SIMULADA DE COMBATE A INCÊNDIO.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023

Banca de Avaliação

---

Presidente

---

Avaliador 1

---

Avaliador 2

## **Modificações de variáveis hemodinâmicas antes, durante e depois de tarefa simulada de combate a incêndio**

### **RESUMO**

As operações de combate a incêndio atendidas pelos bombeiros militares do Rio de Janeiro frequentemente os submetem a cenários de elevado estresse térmico e outros riscos ocupacionais. Embora esses profissionais apresentem preparo físico para suas tarefas, os impactos hemodinâmicos ainda não foram completamente compreendidos. Neste sentido, este estudo teve como objetivo investigar as modificações nas variáveis hemodinâmicas, especificamente na pressão arterial e frequência cardíaca, antes, durante e após uma tarefa simulada de combate a incêndio. Para tanto, 20 cadetes bombeiros militares, voluntários, tiveram suas pressões arteriais aferidas antes e em dois momentos após a atividade, enquanto a frequência cardíaca foi monitorada durante e até 15 minutos após a atividade. Os dados foram tabulados e testados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e analisados quanto à variância, com a ANOVA para medidas repetidas para os dados paramétricos e Teste de Friedman para os não-paramétricos ( $p < 0,05$ ). Os resultados revelaram um aumento significativo na pressão arterial imediatamente após a realização da tarefa simulada de incêndio ( $147 \pm 16,89$  mmHg), e também elevação significativa na frequência cardíaca, a qual manteve-se elevada até mesmo por longo período após a atividade ( $126 \pm 20,12$  bpm após 15 minutos), indicando uma resposta aguda do sistema cardiovascular ao estímulo estressante. Os resultados forneceram percepções valiosas sobre as respostas da pressão arterial a situações de estresse simulado de incêndio, destacando a necessidade de um maior entendimento das adaptações cardiovasculares em contextos desafiadores. Essas descobertas têm implicações importantes para profissionais de saúde e planejadores de situações de emergência, enfatizando a importância do monitoramento da saúde cardiovascular em cenários de estresse.

**Palavras Chave:** Frequência Cardíaca, Pressão Arterial, Parâmetros Hemodinâmicos e Bombeiros.

## **ABSTRACT**

Firefighting operations carried out by Rio de Janeiro's military firefighters often subject them to scenarios of high thermal stress and other occupational risks. Although these professionals are physically prepared for their tasks, the hemodynamic impacts have not yet been completely understood. In this sense, this study aimed to investigate changes in hemodynamic variables, specifically in blood pressure and heart rate, before, during and after a simulated firefighting task. To this end, 20 volunteer military firefighter cadets had their blood pressure measured before and at two moments after the activity, while their heart rate was monitored during and up to 15 minutes after the activity. The data were tabulated and tested for normality (Shapiro-Wilk) and analyzed for variance, with ANOVA for repeated measures for parametric data and the Friedman test for non-parametric data ( $p < 0.05$ ). The results revealed a significant increase in blood pressure immediately after carrying out the simulated fire task ( $147 \pm 16.89$  mmHg), and also a significant increase in heart rate, which remained elevated even for a long period after the activity ( $126 \pm 20.12$  bpm after 15 minutes), indicating an acute response of the cardiovascular system to the stressful stimulus. The results provided valuable insights into blood pressure responses to simulated fire stress situations, highlighting the need for a greater understanding of cardiovascular adaptations in challenging contexts. These findings have important implications for healthcare professionals and emergency planners, emphasizing the importance of monitoring cardiovascular health in stressful scenarios.

**Keywords:** Heart Rate, Blood Pressure, Hemodynamic Parameters and Firefighters.

## INTRODUÇÃO

O Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ) presta serviços essenciais para a sociedade fluminense, atuando nos mais diversos tipos de atendimentos de emergência (INACIO, 2019).

Sabe-se que a atividade de combate a incêndio exige um bom preparo técnico, físico e psicológico do militar, uma vez que a tarefa é realizada em ambientes hostis, que normalmente apresentam diversos riscos, como elevadas temperaturas, a presença de fumaça, que dificulta a visibilidade e é tóxica, o risco de colapso da estrutura, entre outros. Com isso, o militar precisa necessariamente fazer uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI), que é composto por jaqueta de aproximação, calça de aproximação, bota de combate a incêndio, luvas especiais, balaclava, capacete, e uso do Equipamento de Proteção Respiratória Autônomo (EPRA), que pesa em média  $25 \pm 2$  kg. O uso tanto do EPI quanto do EPRA são de extrema importância na atividade de combate a incêndio, pois são eles que tornam aceitáveis os riscos e possibilitam a entrada do militar ao local da ocorrência, já que oferece proteção térmica e fornece ar respirável, respectivamente (DA SILVA, 2021).

As operações de combate a incêndio apresentam riscos das mais diversas naturezas e intensidades para as guarnições de combate, principalmente o calor excessivo. Em treinamento, foi verificado que os bombeiros estão expostos a uma temperatura de aproximadamente  $200^{\circ}\text{C}$  na parte externa da roupa de proteção, e a aproximadamente  $80^{\circ}\text{C}$  na parte interna da roupa e a um fluxo de calor de  $8 \text{ kW/m}^2$  (BRAGA, 2010). Sendo, portanto, obrigatório o uso dos equipamentos de proteção individual e respiratório em todas as operações, não devendo subestimar princípios de incêndio aparentemente inofensivos, vazamentos de gás e fogo em veículo (CBMERJ, 2019).

Em que pese a exposição dos bombeiros a esses fatores, não foi claramente definida uma padronização de tempo de recuperação para bombeiros em atividade de salvamento e combate a incêndio. Neste sentido, compreender o comportamento das variáveis envolvidas pode contribuir para o estabelecimento de protocolos pautado de acordo com os parâmetros de frequência cardíaca e pressões sanguíneas apresentadas pelos participantes, sendo considerada normais os mesmos valores de antes do teste.

Além dos riscos existentes no ambiente, o próprio EPI utilizado pelos militares oferece limitações de movimentação e um peso extra.

Por outro lado, a mesma roupa que protege o combatente, limita a troca de calor do corpo com o ambiente, fazendo com que possa ocorrer aquecimento do organismo de forma a prejudicar a saúde do usuário (DE SOUZA, 2022).

O tempo que um militar deve permanecer em combate foi estimado em cerca de 30 minutos, tempo este que foi verificado para que o organismo não apresentasse alterações significativas de parâmetros hemodinâmicos (OLIVEIRA, 2022), além de ser o tempo de autonomia informado pelos fabricantes de cilindro de ar. No entanto, o estudo foi feito considerando apenas análise comparativa do antes e depois da operação, não se levando em conta o que ocorre durante a atividade, por ser um dado de difícil monitoramento.

Dessa forma, esse estudo buscou analisar como a frequência cardíaca e a pressão arterial se comportam não somente antes e após a atividade, mas também durante, sendo importante a verificação dos momentos de pico e os momentos de maior exigência da atividade cardíaca. Além disso, buscou-se identificar o tempo necessário que um Bombeiro Militar precisa para voltar a normalidade e retornar ao evento de estresse térmico.

A análise dos parâmetros irá mostrar os processos fisiológicos do corpo frente às altas temperaturas. Embora os parâmetros da monitorização hemodinâmica básica sejam Frequência cardíaca (FC), Eletrocardiograma (ECG), Saturação de pulso de O<sub>2</sub> (SpO<sub>2</sub>), frequência respiratória, Pressão Arterial (PA) e temperatura, este trabalho se concentrou apenas na frequência cardíaca e pressão arterial, uma vez que os autores não possuem o objetivo de encerrar o assunto, e a conclusão poderá propor melhorias nas formas técnicas de abordagem, nível de proteção do equipamento de proteção individual (EPI), tempo médio que um militar poderá permanecer operante e além do fato de poder medir o tempo de recuperação necessário para cada indivíduo.

## **MÉTODOS**

### **Delineamento do estudo**

Foi desenvolvido um estudo de coorte quali-quantitativo de natureza aplicada, com avaliação de variáveis hemodinâmicas antes, durante e após tarefa simulada de incêndio.

O design experimental para a coleta das pressões arteriais teve três momentos de avaliação: T1 (coleta dos dados antes do exercício, quando todos ainda estavam sem EPI); T2 (imediatamente após o término do circuito); e T3 (dez minutos após o término do circuito). Já a frequência cardíaca teve sua coleta desde o momento em que foi iniciado até cerca de 20 minutos após o exercício.

Amostra:

A amostra foi composta por 20 cadetes do sexo masculino, voluntários, que assinara o termo de consentimento livre e esclarecido, com idade entre 24 e 37 anos, por conveniência, todos com mais de três anos de treinamento no Curso de Formação de Oficiais (CFO) da Academia de Bombeiro Militar Dom Pedro II (ABMDP II). Convém ressaltar que o CFO funciona em regime de internato, no qual os Cadetes passam a semana na Academia e vão para casa apenas aos finais de semana, ou seja, os militares possuem uma rotina semanal muito parecida.

Tarefa simulada de combate a incêndio:

Tal atividade simulada foi realizada no pátio de treinamento do Complexo de Ensino e Instrução Coronel Sarmiento (CEICS), onde os militares empenhados se equiparam com o EPI - composto por conjunto de aproximação de incêndio (jaqueta e calça), capacete, balaclava, luvas e botas- e EPRA do modelo tipo Air-Pak X3 Pro. Após isso, deram três voltas correndo na pista de atletismo do CEICS, portando duas mangueiras de 1”½. Em seguida, subiram as rampas da ABMDP II até a entrada do alojamento masculino, desceram, deram mais duas voltas na pista e voltaram ao ponto de encontro, totalizando um tempo aproximado de 35 minutos de atividade.

Figura 1: Cadete totalmente equipado pronto para realizar a tarefa simulada.



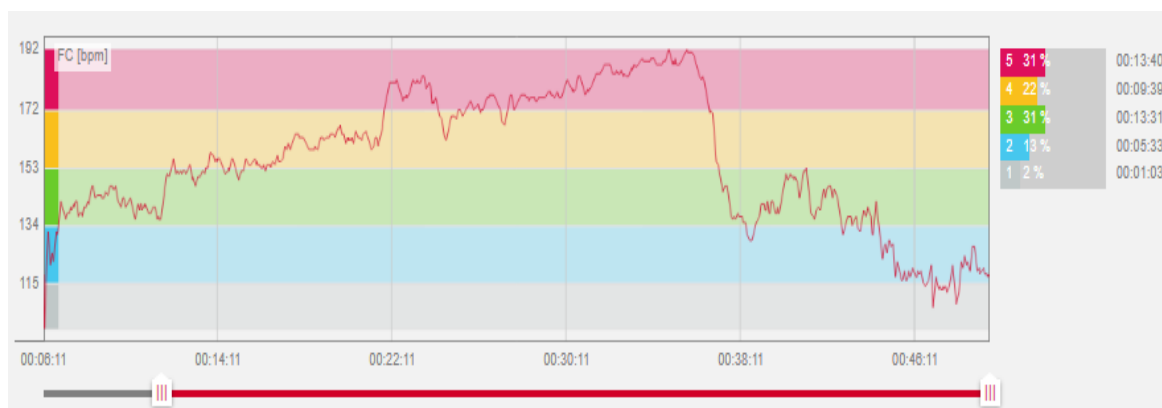
A Simulação foi realizada por duas baterias de sete cadetes e uma de seis cadetes, aparentemente em plenas condições físicas e psicológicas. Os militares testados foram orientados a realizarem refeições saudáveis, como já rotineiras, a evitarem o consumo de bebidas alcoólicas e a prática de atividades físicas pesadas nas 24 horas que antecederam o teste, além de terem uma noite de sono com no mínimo 7 horas de repouso.

Procedimento de coleta:



A frequência cardíaca foi medida através do uso de fita Polar H10, antes, durante e após o exercício, sendo levado em consideração para a análise estatística 5 minutos que precederam e o tempo total necessário para voltar a normalidade, sendo padronizado o tempo máximo de permanência com a fita 20 minutos após a atividade. Esses dados foram registrados pelo aplicativo Polar Beat instalado no celular do próprio participante e depois cedido aos autores.

Figura 2: Variação da FC coletada no teste de um dos voluntários. Imagem retirada do App Polar Flow (Aplicativo utilizado para a coleta).



Já a pressão arterial foi aferida antes do início da atividade, com o participante ainda sem estar equipado com EPI e em ambiente climatizado (vestindo apenas o uniforme 4ºA: short, camiseta, meias e tênis). Após isso, os militares foram liberados para iniciar a atividade (foram informados que “bradou”, assim como acontece em um acionamento real para um evento de incêndio), com isso, eles se deslocaram correndo para o ponto de equipagem e iniciaram a tarefa. Imediatamente ao término do exercício, foi feita mais uma medição, sendo necessária a retirada apenas da jaqueta do EPI. Em seguida, foi feita uma nova verificação após 10 minutos, com a finalidade de buscar o tempo aproximado em que a PA chegasse aos valores próximos ao que foi verificado antes da atividade, através de esfigmomanômetro analógico com estetoscópio modelo ESFH20 ESFS50N da marca Premium.

O local utilizado para a realização do teste foi no Complexo de Ensino Coronel Sarmiento, em Guadalupe-RJ, mais especificamente na pista de atletismo, instalações do Centro de Educação Física e Desportos (CEFID) e instalações da ABMDP II.

Aspectos éticos:

Os Cadetes da amostra foram voluntários e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Além disso, todos foram tratados de forma igual, sem distinção de grau hierárquico durante os procedimentos de coleta.

Tratamento estatístico:

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e os dados paramétricos submetidos à análise de variância (ANOVA) para verificação das variáveis e os não paramétricos ao teste de Friedman, com correção de Bonferroni.

As análises foram aplicadas através do Jasp 0.17.3.0, adotando nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra:

Tabela 1- Dados dos participantes

	Idade	Peso	Altura	IMC
Média	27.70	80.95	1.79	25.35
Desvio Padrão	3.40	10.33	0.05	3.06
Mínimo	24.00	67.00	1.72	22.02
Máximo	37.00	109.00	1.94	34.40

A análise dos dados foi dividida entre frequência cardíaca (FC) e Pressões arteriais, no que concerne às pressões, os dados foram avaliados levando em conta Shapiro-Wilk e sua normalidade foi descartada para a PAS após a tarefa (T2), e considerada para os demais momentos (T1 e T3), sendo a ANOVA com as amostras repetidas utilizada para processamento dos dados. Dividiu-se em Pressão Arterial Sistólica (PAS) e Pressão Arterial Diastólica (PAD), sendo os dados analisados de maneira individual.

Abaixo são descritos os dados da PAS, através dos quais é possível inferir que há relação entre a atividade executada e alteração nos dados obtidos, ou seja, hipótese alternativa confirmada ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2 - Efeito entre os sujeitos para PAS e o valor de  $P < 0,01$ .

Efeitos Entre os Sujeitos					
Casos	Soma dos quadrados	gl	Média Quadrática	F	p
Fator RM 1	10703.33	2	5351.67	51.31	< .001
Residuais	3963.33	38	104.30		

Nota. Soma dos quadrados Tipo III

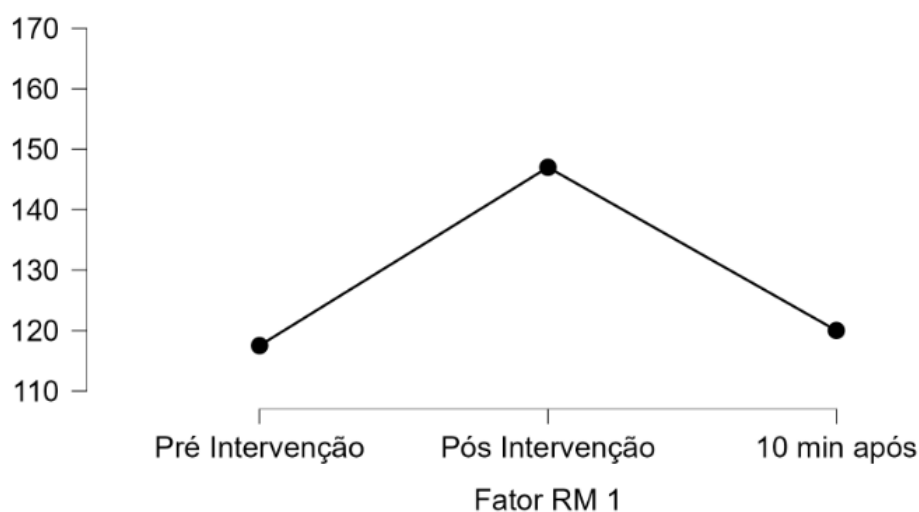
Na tabela abaixo temos a análise descritiva de pressão arterial sistólica dos candidatos antes, logo após e dez minutos após a tarefa simulada

Tabela 3 – Estatísticas descritivas da Pressão Arterial Sistólica

Estatísticas descritivas			
	PAS ANTES	PAS APOS	PAS 10 MIN
Válidos	20	20	20
Ausentes	0	0	0
Média	117.50	147.00	120.00
Desvio Padrão	7.86	16.89	10.76
Teste de Shapiro-Wilk	0.77	0.91	0.81
P-value do Shapiro-Wilk	< .001	0.08	$1.09 \times 10^{-3}$
Mínimo	110.00	120.00	110.00
Máximo	140.00	170.00	140.00

Através do Teste Post hoc realizado após ANOVA, foi possível perceber a diferença entre as médias.

Gráfico 1- Flutuações na Pressão Arterial Sistólica em resposta ao estresse simulado de combate a incêndio: Evidência de adaptação fisiológica.



No decorrer do estudo, a análise da frequência cardíaca (FC) dos voluntários revelou-se um dado essencial da investigação das respostas cardiovasculares em contexto de teste simulado de incêndio. No entanto, é imperativo notar que, devido a desafios operacionais relacionados ao tempo e à complexidade das conexões Bluetooth simultâneas utilizadas para a coleta desses dados, ocorreu a perda de parte dessas informações. Esta perda de dados é lamentável, uma vez que a FC desempenha um papel crucial na compreensão das adaptações cardiovasculares em situações de estresse.

Não obstante, de acordo com as melhores práticas em análise de dados científicos, foi decidido descartar o conjunto de dados de FC comprometido. Essa decisão visa aprimorar a integridade e a validade dos resultados, evitando a inclusão de dados prejudicados que poderiam potencialmente distorcer as conclusões do estudo. É crucial enfatizar que a transparência e a integridade na condução da pesquisa são princípios essenciais, e o descarte desses dados serve para garantir a confiabilidade e a robustez dos resultados finais. Apesar desse revés, as análises dos dados coletados foram de grande valia e trouxeram a possibilidade de análises importantes para a compreensão das respostas fisiológicas dos participantes durante e após o teste simulado de incêndio.

No que concerne à análise da Frequência Cardíaca, os dados foram avaliados levando em conta Shapiro-Wilk e sua normalidade foi descartada. As médias e demais parâmetros estatísticos dos momentos avaliados são mostrados na tabela abaixo.

Tabela 4 – Estatísticas descritivas da Frequência Cardíaca dos participantes

Estatísticas descritivas						
	MÁXIMA DURANTE	MÉDIA	AO TÉRMINO	5 MIN APÓS	10 MIN APÓS	15 MIN APÓS
Válidos	17	17	17	17	17	17
Ausentes	0	0	0	0	0	0
Média	176.00	138.24	159.65	137.76	128.35	126.41
Desvio Padrão	15.15	21.74	14.95	21.69	26.49	20.12
Mínimo	155.00	104.00	136.00	98.00	87.00	95.00
Máximo	201.00	180.00	190.00	185.00	175.00	165.00

O teste Post Hoc é mostrado abaixo, mostrando as diferenças entre os momentos ( $p < 0,05$ ).

Tabela 5 - Comparações Post Hoc

Comparações Post Hoc - Fator RM 1					
		Diferença média	EP	t	P <sub>bonf</sub>
durante	após	-21.41	6.66	-3.21	0.02
	5 min	0.47	6.66	0.07	1.00
	10 min	9.88	6.66	1.48	1.00
	15	11.82	6.66	1.78	0.81
após	5 min	21.88	6.66	3.29	0.02
	10 min	31.29	6.66	4.70	< .001
	15	33.24	6.66	4.99	< .001
5 min	10 min	9.41	6.66	1.41	1.00
	15	11.35	6.66	1.70	0.93
10 min	15	1.94	6.66	0.29	1.00

Nota. Valor P ajustado para comparar uma família de 10

## DISCUSSÃO

Inicialmente, é prudente destacar que a Pressão Arterial Diastólica (PAD) não apresentou alterações significativas ( $p > 0,05$ ). Isso pode ser explicado pelo fato de que durante a atividade muscular há uma maior demanda por sangue, o que leva à vasodilatação. Esse mecanismo permite ao corpo direcionar eficazmente o sangue para satisfazer a necessidade dos músculos ativos (FONTANA, 2017). Portanto, podemos sugerir que a ausência de elevação na Pressão Arterial Sistólica (PAS) não é resultado de outros fatores, como hipertensão, mas sim uma resposta direta à realização da atividade simulada de combate a incêndio.

Os resultados obtidos através da análise de variância forneceram percepções cruciais sobre as flutuações nos valores de pressão arterial experimentadas pelos voluntários ao longo dos momentos T1, T2 e T3. A significativa diferença observada nos valores de pressão arterial, conforme indicada pelo valor de F calculado para os graus de liberdade (2, N) e com um nível de significância estatística estabelecido em  $p < 0,05$ , sugere fortemente que a variabilidade nos níveis de pressão arterial não é atribuível ao acaso. Os achados do teste post hoc reforçam e especificam essas diferenças, ao destacar que as médias de pressão arterial entre os momentos T1 e T2 exibiram uma diferença estatisticamente significativa, caracterizada por um valor de  $p < 0,05$ . Isso sugere que o teste simulado de incêndio provocou um aumento imediato na pressão arterial dos participantes, refletindo uma reação aguda do sistema cardiovascular ao estresse da tarefa (BARROS NETO, 1996).

Além disso, observamos diferenças significativas entre os momentos T2 e T3, mostrando que a pressão arterial, embora aumentada imediatamente após a tarefa, apresentou um retorno gradual aos níveis basais dentro de um período de dez minutos após a exposição ao teste simulado. Essa normalização dos valores de pressão arterial após a tarefa pode refletir a atenuação da resposta aguda do sistema nervoso simpático e possivelmente indicar uma fase inicial de recuperação cardiovascular (CAZELATO, 2015). Tomados em conjunto, esses resultados reforçam a dinâmica complexa entre o estresse, resposta cardiovascular e recuperação após situações desafiadoras, fornecendo uma base sólida para a compreensão dos mecanismos subjacentes às alterações na pressão arterial induzidas por estresse agudo.

A análise dos resultados deste estudo em relação a trabalhos acadêmicos prévios que concluíram que a pressão arterial sistólica não sofreu alterações após atividades simuladas de incêndio é de grande interesse para compreender a variabilidade das respostas cardiovasculares em situações de estresse (COELHO, 2022). A diferença entre esses resultados indica que há vários fatores complexos que podem influenciar a resposta cardiovascular em simulações de incêndio. É

importante notar que as diferenças nas metodologias adotadas nos estudos podem contribuir para essas discrepâncias. Variações na intensidade e na duração da exposição ao estímulo do incêndio, assim como as características da população de voluntários, como idade, condicionamento físico e sensibilidade ao estresse, podem contribuir para os resultados contrastantes.

Além disso, a resposta cardiovascular a estímulos estressantes é altamente individualizada e pode ser influenciada por fatores psicológicos e fisiológicos, bem como pela ativação do sistema nervoso autônomo (FONSECA, 2009). Em casos que por exemplo foram mostrados no trabalho “Estresse Térmico no combate a incêndio: Análise de parâmetros Hemodinâmicos de bombeiros militares do Rio de Janeiro” (COELHO, 2022) não foram encontradas alterações significativas na pressão arterial sistólica após o teste simulado de incêndio, é possível que os mecanismos de compensação do sistema cardiovascular tenham prevalecido, contrabalanceando qualquer potencial aumento imediato na pressão arterial.

No contexto das descobertas deste estudo, que identificou aumentos significativos na pressão arterial imediatamente após o teste de incêndio, seguido por uma recuperação gradual, é importante destacar a possibilidade de diferentes respostas individuais e a consideração dos fatores que podem modular a reação cardiovascular ao estresse (BRUM et al, 2004). Uma abordagem interdisciplinar que integra a psicologia, a fisiologia cardiovascular e a medicina do exercício pode fornecer percepções adicionais para compreender a complexidade das respostas fisiológicas ao estresse agudo em um contexto simulado de incêndio. Em última análise, a discrepância entre os resultados desses estudos ressalta a importância de uma abordagem completa e abrangente ao investigar as respostas cardiovasculares em situações desafiadoras, contribuindo para uma melhor compreensão das implicações clínicas e da saúde pública relacionadas ao estresse.

Os resultados dessa análise estatística da frequência cardíaca (FC) revelaram uma alteração estatisticamente significativa na FC durante o teste simulado de incêndio ( $p < 0,05$ ), evidenciando uma resposta fisiológica mensurável à atividade. Para aprofundar essa compreensão, foi procedido um teste post hoc que identificou diferenças estatisticamente significativas entre grupos ao comparar a FC imediatamente após o término do exercício, a qual atingiu 159 bpm, com a FC registrada 5 minutos após o término do mesmo, que se manteve em 137 bpm. Esse achado robustece a constatação de que a FC apresentou um aumento significativo durante o exercício simulado de incêndio, e, embora tenha havido uma redução após o término da atividade, permaneceu em um patamar mais elevado quando comparada ao estado de repouso. É importante mencionar que a FC basal considerada normal varia de 60 a 80 bpm.

Ao comparar as análises estatísticas da frequência cardíaca (FC) com os resultados previamente apresentados da pressão arterial (PA) obtida dos voluntários durante o teste simulado

de incêndio, é possível identificar padrões distintos nas respostas hemodinâmicas a essa atividade desafiadora.

No que diz respeito à PA, os resultados da ANOVA e dos testes post hoc indicaram que houve uma alteração significativa nos valores da pressão arterial em diferentes momentos do teste, com aumentos imediatamente após o exercício simulado de incêndio e uma subsequente recuperação gradual. A PA aumentou significativamente após a atividade, mas retornou a níveis mais próximos dos basais após 10 minutos.

Em contraste, a análise estatística da FC revelou uma dinâmica ligeiramente diferente. A FC aumentou significativamente durante o exercício e, embora tenha havido uma redução após o término da atividade, permaneceu em um nível mais elevado quando comparada ao estado de repouso após 5 minutos. Isso sugere que a FC manteve um aumento relativo à linha de base mesmo após a conclusão do exercício.

Essas diferenças nas respostas hemodinâmicas entre a PA e a FC podem ser explicadas pela complexidade dos mecanismos de regulação cardiovascular (CAZELATO, 2015). Enquanto a PA reflete principalmente a pressão exercida pelo sangue nas paredes das artérias, a FC é influenciada pela atividade elétrica do coração e pela modulação do sistema nervoso autônomo (CAZELATO, 2015). Portanto, as variações na FC podem persistir por um período mais longo após o estímulo devido a essas influências adicionais.

Em conjunto, essas análises destacam a importância de considerar múltiplos parâmetros cardiovasculares ao investigar as respostas fisiológicas a situações de estresse, fornecendo uma compreensão mais completa das adaptações cardiovasculares em cenários simulados de incêndio. Essas informações são fundamentais para o planejamento de estratégias de treinamento e intervenção direcionadas à saúde e segurança dos profissionais envolvidos em situações de combate a incêndio.

É importante reconhecer as limitações deste estudo, que podem influenciar a interpretação dos resultados. Primeiramente, a amostra de voluntários utilizada neste estudo pode não ser totalmente representativa da população de bombeiros em geral.

Outra limitação reside na natureza do cenário de teste simulado de incêndio. Embora tenha sido empregado um ambiente controlado, a autenticidade do estresse psicológico e emocional associado a um incêndio real pode variar. A ausência de elementos contextuais e psicológicos presentes em situações reais de incêndio pode influenciar a magnitude das respostas cardiovasculares observadas, limitando a validade externa dos resultados.

Outros marcadores, como variabilidade da frequência cardíaca e níveis hormonais associados ao estresse, poderiam enriquecer a compreensão das respostas cardiovasculares durante e após o teste de incêndio.

Por fim, a ausência de um grupo controle, que não tenha sido submetido ao teste de incêndio, limita a capacidade de isolar os efeitos específicos da tarefa estressante.

Em resumo, embora esse estudo tenha contribuído para o entendimento das alterações na pressão arterial em resposta a um teste simulado de incêndio, suas limitações devem ser consideradas ao interpretar os resultados e ao aplicá-los a contextos clínicos ou populacionais mais amplos. Essas limitações indicam oportunidades para pesquisas futuras que busquem abordar essas lacunas, promovendo uma compreensão mais completa das respostas cardiovasculares a situações de estresse simulado.

## **CONCLUSÃO**

Este estudo ofereceu uma visão das respostas fisiológicas dos voluntários diante de um teste simulado de incêndio, com ênfase na frequência cardíaca e na pressão arterial e suas flutuações. Os resultados destacaram aumentos significativos tanto na FC quanto na pressão arterial logo após a atividade, evidenciando a reação imediata do sistema cardiovascular ao estímulo estressante imposto pela tarefa. Além disso, a progressiva normalização dos níveis de pressão arterial ao longo do tempo revelou a capacidade do organismo de recuperar-se após a exposição ao estresse.

Contudo, é imperativo notar que este estudo teve como foco primordial a frequência cardíaca e a pressão arterial como parâmetro cardiovascular de interesse, deixando de explorar outras métricas igualmente relevantes, como a variabilidade da frequência cardíaca e os níveis hormonais associados ao estresse. Esses marcadores podem enriquecer consideravelmente nossa compreensão das respostas cardiovasculares, fornecendo uma visão mais abrangente do impacto do teste simulado de incêndio no sistema cardiovascular dos participantes. Esse aprofundamento do conhecimento contribuirá para aprimorar as estratégias de gerenciamento de situações de estresse e para o desenvolvimento de intervenções mais eficazes em contextos semelhantes.



## REFERÊNCIAS

1. BARROS NETO, T. L. **Fisiologia do exercício aplicada ao sistema cardiovascular**. Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo, p. 6-10, 1996
2. BRUM, Patrícia Chakur et al. **Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular**. Rev Paul Educ Fís, v. 18, n. 1, p. 21-31, 2004.
3. BRAGA, George C.; 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, v. 2, n. 4, p. 09-28, 2016.
4. CAZELATO, Leonardo. **Respostas da frequência cardíaca ao teste de 1RM e da modulação autonômica da frequência cardíaca no período de recuperação em indivíduos com fatores de risco para doenças cardiovasculares**. 2015.
5. COELHO, Francisco. **Riscos para a Saúde dos Operacionais Durante o Combate a Incêndios e Necessidades no Apoio Sanitário em Portugal**. 2021. Tese de Doutorado.
6. COELHO, Philipe Carvalho. **Estresse Térmico no combate a incêndio: Análise de parâmetros Hemodinâmicos de bombeiros militares do Rio de Janeiro**. JPE, REF. Anais do 20º Simpósio Internacional de Atividades Físicas do Rio de Janeiro (SIAFIS RJ): Ciência para a saúde, a operacionalidade e o esporte nacional. Revista de Educação Física/Journal of Physical Education, v. 91, n. 1, p. 23-24, 2022.
7. DA SILVA, Fernanda Karina Uchôa. **Ações de busca e salvamento em espaços confinados: preparação física e psicológica**. Revista FAROL, v. 15, n. 15, p. 80-93, 2021.
8. DE SOUZA, Lucas; DA SILVA, Alexandre. **Avaliação da percepção dos bombeiros militares do estado de santa catarina em relação aos equipamentos de proteção individual de combate a incêndios estruturais**. Ignis: Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, v. 7, n. 1, p. 1-20, 2022.
9. FONSECA, Fabiana de Cássia Almeida et al. **A influência de fatores emocionais sobre a hipertensão arterial**. Jornal Brasileiro de Psiquiatria, v. 58, p. 128-134, 2009.
10. FONTANA, Alexandre; SCHNEIDER, Natália. **Respostas cardiovasculares ao esforço máximo: efeitos vasodilatadores e hipotensores**. **RBPFE-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 11, n. 71, p. 920-931, 2017.
11. INACIO, Beatriz da Costa. **Ergonomia na central de teleatendimento a eventos do corpo de bombeiros do estado do Rio de Janeiro**. 2019.
12. KIRYU, Thiago Manabu. **Avaliação da temperatura média das camadas de gases em um compartimento em situação de incêndio: comparação de dados experimentais, resultados numéricos e de modelos analíticos e empíricos**. 2017.
13. MEZZAROBA, Paulo Victor; PESERICO, Cecília Segabinazi; MACHADO, Fabiana Andrade. **Efeito de 27 semanas de treinamento físico obrigatório na aptidão física e**

**antropometria de bombeiros recém-admitidos.** Revista Brasileira de Ciência e Movimento, v. 21, n. 4, p. 103-111, 2013.

14. NOGUEIRA, Rozenkranz Maciel. **Avaliação da função autonômica cardíaca e da sobrecarga cardiovascular de bombeiros militares durante turno de serviço operacional.** 2016.
15. OLIVEIRA, Renan Augusto Bortolassi de et al. **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 de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
16. SPACASSASSI, Fábio et al. **Avaliação hemodinâmica, estresse, perfil metabólico e balanço autonômico em profissionais militares.** 2015.
17. TEIXEIRA, Iara Gonçalves et al. **O efeito de uma simulação de combate a incêndio nas funções vascular e autonômica e no desempenho cognitivo: um estudo randomizado cruzado.** 2023.

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Resolução n.º 466/12 do Conselho Nacional de Saúde

Convido-o a participar do estudo “**MODIFICAÇÕES DE VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS ANTES, DURANTE E DEPOIS DE TAREFA SIMULADA DE COMBATE A INCÊNDIO**”. Com o objetivo de verificar as possíveis mudanças ocorridas durante a execução de atividades de combate a incêndio realizadas pelos Bombeiros Militares Combatentes da Corporação e com os resultados, realizar intervenções de modo a ajustar o tempo do militar no combate e um possível ajuste nos Equipamentos de Proteção utilizados.

A sua participação no estudo envolverá a coleta de dados (frequência cardíaca e pressão arterial) durante a atividade simulada de combate a incêndio. Esta ocorrerá no Complexo de Ensino e Instrução Coronel Sarmiento (CEICS). Durante a atividade vocês terão a pressão arterial aferida antes e após o exercício, enquanto que a frequência cardíaca será monitorada por uma cinta cardíaca que deverá estar conectada ao seu celular com o uso de aplicativo próprio da fabricante da cinta (POLAR) e ser utilizada de 5 minutos antes até 30 minutos após o exercício.

#### Informações complementares:

1. Em caso de aceite em participar do estudo, você e o pesquisador responsável rubricarão as duas vias e todas as páginas do presente termo de consentimento. Uma via ficará com você e outra com o pesquisador;
2. Todos os procedimentos são inteiramente gratuitos e não exigirão vínculo da sua participação até o término das medições. Seu consentimento à realização da pesquisa é muito estimado e não deve possuir qualquer influência de autoridade a que esteja subordinado (a), sendo garantida a sua liberdade de escolha. Não haverá qualquer prejuízo a você em caso de recusa de participação e a qualquer momento você poderá deixar a pesquisa, desde que notifique seu abandono por e-mail, por telefone ou pessoalmente ao Cad BM Brito - e-mail: britoallan.ab@gmail.com, telefone: (21) 98269-0758 e End.: Avenida Brasil, 23800 – Guadalupe, RJ ou ao Cad BM Altino - e-mail: adm.altino@gmail.com, telefone: (21) 97907-3999 e End.: Avenida Brasil, 23800 – Guadalupe;
3. Os resultados serão confidenciais, porém, poderão ser publicados para fins educacionais e/ou de pesquisa sem que o seu nome seja identificado. Os dados serão de inteira responsabilidade do pesquisador e você poderá acessá-los, caso necessite;
4. O risco de acidentes ou sofrimento físico na pesquisa em questão é extremamente baixo. Todos os procedimentos são inteiramente inofensivos, não sendo capazes de afetar negativamente a sua integridade física. Em caso de dano comprovadamente gerado pelas avaliações do presente projeto de pesquisa, o participante será indenizado pelo pesquisador;
5. Caso haja alguma intercorrência durante as coletas, o participante receberá atendimento médico especializado que estará disponível. O suporte conta com equipe de médico e enfermeiro, com um posto médico e ambulância para eventual remoção para hospitais de referência ou para o Hospital Central Aristarcho Pessoa (HCAP/CBMERJ);

Nome: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone 1: ( ) \_\_\_\_\_ Telefone 2: ( ) \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_ Identidade: \_\_\_\_\_

Rio de Janeiro, 21 de Agosto de 2023

\_\_\_\_\_  
Voluntário

\_\_\_\_\_  
Pesquisador Responsável

Cad BM Brito

\_\_\_\_\_  
Pesquisador Responsável

Cad BM Altino

a

## APÊNDICE B

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
DIRETORIA GERAL DE ENSINO E INSTRUÇÃO  
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR D. PEDRO II**

<b>PLANO DE SESSÃO NÚMERO: 001/2023</b>	
<b>DISCIPLINA:</b> Metodologia da Pesquisa	<b>DATA:</b> 21/08/2023
	<b>HORA:</b> 07h10
	<b>LOCAL:</b> Pista de corrida do Complexo de Ensino Coronel Sarmiento (CEICS), Rampas da ABMDPII, Pátio do CEICS e Sala de aula do CEFID.
<b>Duplas do TCC:</b> Cad BM QAL/20 Brito e Cad BM QAL/20 Altino	
<b>Uniforme:</b> EPI completo de incêndio e 4º A por baixo	
<b>Assunto:</b> Realização de tarefa simulada de incêndio	

<b>1 – INTRODUÇÃO</b>
<b>a) Objetivo</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar a coleta dos parâmetros hemodinâmicos antes durante e depois a tarefa</li></ul>
<b>b) Sumário</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Organização dos locais de realização das tarefas</li><li>• Organização dos pontos de coletas de dados (Sala de aula CEFID)</li><li>• Realização da primeira coleta de dados</li><li>• Realização da tarefa por grupos</li><li>• Coleta final dos dados</li><li>• Hidratação dos voluntários</li></ul>

<b>2- DESENVOLVIMENTO</b>											
<b>Tempo</b>	<b>Assunto</b>	<b>Téc. de Ensino</b>	<b>Materiais Necessários</b>								
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Organização dos locais da realização das tarefas</b></li> <li><b>Organização dos pontos de coletas de dados (Sala de aula CEFID)</b></li> <li>Será explicado também para todos os voluntários a dinâmica da tarefa.</li> <li>Os 20 voluntários serão divididos em 2 Grupos de 7 cadetes e 1 Grupo com 6 militares seguindo a ordem de antiguidade</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th><b>Grupo</b></th> <th><b>Classificação</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1º</td> <td>04,05,06, 08, 09, 12 e 17</td> </tr> <tr> <td>2º</td> <td>18, 23, 27, 29, 30, 35 e 36</td> </tr> <tr> <td>3º</td> <td>37, 42, 46,47,49 e 50</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Grupo</b>	<b>Classificação</b>	1º	04,05,06, 08, 09, 12 e 17	2º	18, 23, 27, 29, 30, 35 e 36	3º	37, 42, 46,47,49 e 50	<p>P</p> <p>P</p> <p>D</p> <p>P</p> <p>Op</p> <p>Sim</p> <p>Op</p> <p>Sim</p>	<p><b>11 frequencímetros Polar H-10</b></p> <p><b>1 Medidor de Pressão dinamômetro de prensão manual stroop test</b></p> <p><b>Telefone Celular</b></p> <p><b>Projeter</b></p> <p><b>5 pranchetas com as folhas das planilhas de dados a serem preenchidos</b></p> <p><b>14 EPIs de incêndio</b></p> <p><b>14 mangueiras de ½’’</b></p> <p><b>7 EPRA’s</b></p>
<b>Grupo</b>	<b>Classificação</b>										
1º	04,05,06, 08, 09, 12 e 17										
2º	18, 23, 27, 29, 30, 35 e 36										
3º	37, 42, 46,47,49 e 50										
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Realização da primeira coleta de dados</b></li> <li>Todos os voluntários serão monitorados e realizarão a primeira coleta por ordem de antiguidade dos grupos</li> <li><b>Realização da tarefa por grupos</b></li> <li><b>Sequência a ser adotada na atividade simulada</b></li> </ul> <p>1. Os voluntários deverão se deslocar para a sala de aula do CEFID de 4ºA, levar uma camisa meia</p>										

manga vermelha, meia preta e deixar o EPI de incêndio no local determinado no palanque.

2. Fazer o salto vertical, teste de prensão manual e o stroop teste;
3. Deverão colocar a cinta cardíaca e conectar através do aplicativo POLAR BEAT em seus próprios celulares;
4. será feita a coleta da PAS dos primeiros sete voluntários e logo em seguida eles deverão se deslocar para a tarefa simulada (avisar que “bradou”), devendo dar início à atividade CORRIDA no aplicativo, o celular deverá permanecer no CEFID;
5. os voluntários deverão seguir para o palanque e subir pela escada central, se equipar com EPI completo de incêndio + EPRA e portar duas mangueiras de 1” ½;
6. deverão se deslocar para a pista de atletismo através da escada 1 (à direita do palanque), dar três voltas na pista no sentido anti-horário e sair pela escada 3 (próxima à ABMDP II);



0. deverão seguir para a ABMDP II através da escada da DGEI e subir as rampas até o cone indicado na entrada do alojamento masculino no 3° PAV;



0. deverão descer e retornar à pista pelo mesmo trajeto (escada da DGEI e escada 3);
0. deverão dar duas voltas na pista no sentido anti-horário;



0. deverão sair pela escada 2 (à esquerda do palanque) e retornar ao CEFID;



0. retirar o EPRA e a jaqueta da capa de aproximação para que seja feita a coleta da PAS e temperatura corporal;
0. Retirar a calça e a bota e permanecer de short e camisa vermelha para realizar novamente o salto vertical, teste de prensão manual e o stroop teste;
0. deverão aguardar com a cinta cardíaca até que a FC retorne à basal (ideal), sendo o tempo máximo de 20 minutos;
0. os voluntários deverão fazer a coleta de urina assim que sentirem vontade de urinar;
0. ajudantes deverão levar os EPRA's para o local determinado no palanque para a próxima bateria de voluntários.

### 3. MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

- **Verificar a disponibilidade e condições de uso da pista, das rampas da ABMDPII e do CEFID**
- **Providenciar impressão deste plano de sessão.**
- **Providenciar folhas para a anotação dos índices.**
- **Providenciar encaminhamento ao posto médico do CEICS dos alunos sem condições de executarem a instrução e**

- **Orientar a hidratação nos momentos adequados.**

#### **4. ANÁLISE DE RISCOS:**

Hipótese de acidente	Medida de prevenção	
Torção ou Trauma	Recomendar aos alunos atenção nos deslocamentos.	
Atropelamento	Verificar se os locais onde há passagem de veículo será devidamente sinalizado e terá um militar para balizar o trânsito caso haja necessidade da passagem do trem de socorro.	
Mal súbito	Verificar se os militares que fazem uso regular de alguma medicação que tomaram seu medicamento; inibir o uso de estimulantes prometem melhora do desempenho físico; e Ter, desde o início da instrução, atenção ao estado aparente dos militares e atentar a possíveis queixas destes.	
Desidratação	Incentivar a hidratação por parte dos alunos antes da atividade, depois da atividade e ao longo do dia de instrução; desde que essa ação não prejudique a instrução.	
Alergia	Perguntar se os voluntários possuem alguma alergia.	

Legenda:

Palestra (P); Estudo Dirigido (ED); Pesquisa Bibliográfica (PB); Instrução Individualizada (II); Debate (Db); Discussão Livre (DL); Pannel Duplo (PD); Seminário e Simpósio (Se); Tempestade Cerebral (TC); Fórum (F); Mesa Redonda (MR); Philips 66 (P66); Estudo de Caso (EC); Grupo de Verbalização e de Observação (GVGO); Juri Simulado (JS); Exercício Individual (EI); Demonstração (D); Operação Simulada (OpSim).

Quadro Branco (QB); Projetor Data Show (DS); Flip Chart (FC); Maquetes (Ma); Material Impresso (MI); Aula Prática (AP)