

# RISCO CARDIOVASCULAR E O PAPEL DA APTIDÃO FÍSICA PARA O BOMBEIRO MILITAR

## CARDIOVASCULAR RISK AND THE ROLE OF PHYSICAL FITNESS FOR THE MILITARY FIREMAN

ROSENKRANZ MACIEL NOGUEIRA<sup>1,3</sup>, DANIEL R F SAINT-MARTIN<sup>1</sup>, EDGARD DE MELO KEENE VON KOENIG SOARES<sup>1</sup>, JOÃO PAULO ARAÚJO BARBOSA<sup>1</sup>, KEVIN ALVES BARRETO<sup>1</sup>, MAYDA DE CASTRO SILVA<sup>1,4</sup>, LEONARDO CORREA SEGEDJ<sup>1,3</sup>, <sup>2</sup> CARLOS JANSSEN GOMES DA CRUZ<sup>1</sup>, Giliard Lago Garcia, WELERE GOMES BARBOSA<sup>1,5</sup>, <sup>1</sup> GUILHERME ECKHARDT MOLINA<sup>1</sup>, LUIZ GUILHERME GROSSI PORTO<sup>1</sup>

Membros do Grupo de Estudo em Fisiologia e Epidemiologia do Exercício e da Atividade Física. <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/537358>; e-mail: [geafs.pesquisa@gmail.com](mailto:geafs.pesquisa@gmail.com)

### RESUMO

Neste estudo, abordamos os principais riscos cardiovasculares associados às atividades laborais de bombeiros, com a apresentação de formas de mensuração dos componentes de aptidão física relacionados à saúde, que podem servir como ferramenta de *screening* na identificação de profissionais com maior propensão a determinadas comorbidades. Inicialmente, são descritas sucintamente as atividades de bombeiros e a sua sobrecarga cardiovascular relacionada ao combate a incêndio. Em seguida, são apresentados os fatores de risco à saúde que têm sido alvo de investigação neste grupo ocupacional. Posteriormente, enfatizamos a importância da boa aptidão física para minimizar o risco de eventos cardiovasculares e, por último, discutimos a importância do teste de aptidão física como forma de avaliação dos componentes de aptidão física. Ademais, são apresentadas evidências da efetividade da parceria efetivada com a Universidade Pública, bem como da implementação de políticas públicas de promoção da saúde com vistas à redução dos danos ocasionados nesta classe trabalhadora que tem como objetivo salvar vidas.

**Palavras-chave:** aptidão física; risco cardiovascular; bombeiro militar.

### ABSTRACT

In this study, we address the main cardiovascular risks associated with firefighters' work activities, with the presentation of ways of measuring health-related physical fitness components, which can serve as a screening tool in the identification of professionals who are more prone to certain comorbidities. Initially, cardiovascular overload related to fire fighting is described. Then, the health risk factors that have been investigated in this occupational group are presented. Subsequently, we emphasize the importance of good physical fitness to minimize the risk of cardiovascular events and, finally, we discuss the importance of the physical fitness test as a way of assessing the components of physical fitness. In addition, evidence is presented of the effectiveness of the partnership established with the Public University, as well as the implementation of public health promotion policies with a view to reducing the damage caused to this working class that aims to save lives.

**Keywords:** physical fitness; cardiovascular risk; firefighters.

DATA DE SUBMISSÃO: 30/10/2020 - DATA DE APROVAÇÃO 25/11/2020

1 Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília - FEF/UnB; Grupo de Estudos em Fisiologia e Epidemiologia do Exercício e da Atividade Física - GEAFS

2 Harvard T.H. Chan School of Public Health

3 Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal - CBMDF

4 Polícia Civil do Distrito Federal - PCDF

5 Polícia Militar do Tocantins - PMTO

## 1 INTRODUÇÃO

Bombeiros são trabalhadores que frequentemente se expõem a diversos fatores de risco, como exposição ao fogo e à fumaça, ao calor excessivo, além do estresse físico e emocional. As atividades ocupacionais inerentes à rotina do bombeiro resultam em elevada sobrecarga cardiovascular, sendo possível haver consequências graves em condições extremas, como morte súbita cardíaca, doenças cardiovasculares precoces e doenças respiratórias. Por tais motivos, a saúde deste grupo ocupacional é alvo de intensa e constante investigação científica (PORTO *et al.*, 2020; SMITH *et al.*, 2016; SOTERIADES *et al.*, 2011). Um ótimo exemplo no uso de evidências científicas para a formulação de normas e diretrizes é o trabalho desenvolvido pela *National Fire Protection Association* (NFPA), uma instituição com mais de 120 anos, cuja missão é “ajudar a salvar vidas e reduzir perdas com informação, conhecimento e paixão” (tradução livre) (GRANT, 2020).

Os riscos associados à atividade ocupacional de bombeiros estão muito bem documentados, portanto, apontar que esta é uma profissão de alto risco não configura novidade. De todo modo, os objetivos dos autores com o presente trabalho são, em uma breve revisão narrativa: 1 – descrever sucintamente as atividades de bombeiros e sua sobrecarga cardiovascular; 2 – apresentar importantes fatores de risco à saúde que têm sido alvo de investigação neste grupo ocupacional; 3 – enfatizar a importância da boa aptidão física para a saúde; e 4 – discorrer sobre a importância do teste de aptidão física (TAF) como forma de avaliar a aptidão física.

## 2 ATIVIDADES OCUPACIONAIS DOS BOMBEIROS E SOBRECARGA CARDIOVASCULAR

As rotinas de trabalho dos bombeiros variam em todo o mundo, mas geralmente incluem tarefas como extinção de incêndios, salvamentos e atendimento às emergências médicas. Tais atividades expõem esses profissionais a diversos fatores de riscos e a intensos contextos estressores físicos e psicológicos, caracterizando esta profissão como de elevado risco à saúde (KALES *et al.*, 2007; SOTERIADES *et al.*, 2011; SMITH; BARR; KALES, 2013). Outrossim, as elevadas exigências ocupacionais potencialmente contribuem para o aumento dos níveis de estresse, de frequência cardíaca e da pressão arterial, além do próprio risco cardiovascular como um todo (SMITH; BARR; KALES, 2013; SOTERIADES *et al.*, 2011).

A relação entre o risco de eventos cardiovasculares graves com a atividade profissional de bombeiros é muito evidente ao se observar os dados divulgados pela NFPA, que demonstra em série histórica de 20 anos que cerca de 50% das mortes de bombeiros americanos em serviço foram por causas cardiovasculares (FAHY; PETRILLO; MOLIS, 2020). Diante do estresse a que esses profissionais são submetidos, com elevadas demandas físicas e emocionais, um possível resultado é a elevada sobrecarga cardiovascular associada à atividade laboral e ao esforço físico exigido (SMITH *et al.*, 2016; SMITH; BARR; KALES, 2013).

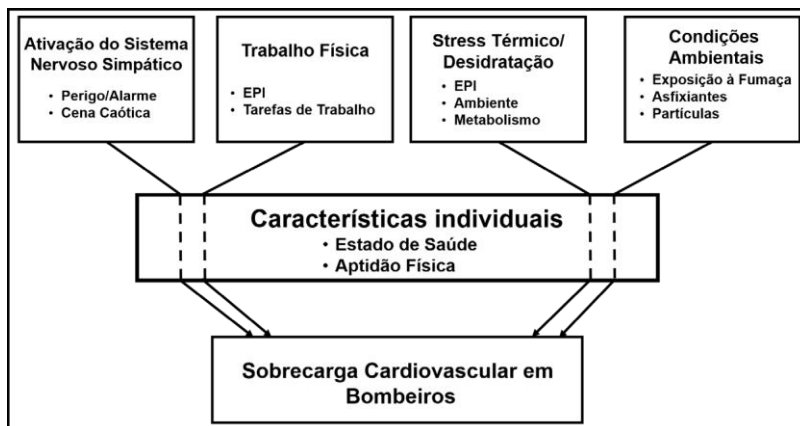
Nas diferentes tarefas operacionais desempenhadas por bombeiros, identificam-se facilmente fatores estressores ao sistema cardiovascular, tanto de ordem física quanto emocional. A combinação única de demandas psicofísicas associa-

Rosenkranz Maciel Nogueira; Daniel R F Saint-Martin; Edgard de Melo Keene von Koenig Soares; João Paulo Araújo Barbosa; Kevin Alves Barreto; Mayda de Castro Silva; Leonardo Correa Segedi; Carlos Janssen Gomes da Cruz; Giliard Lago Garcia; Welere Gomes Barbosa; Guilherme Eckhardt Molina; Luiz Guilherme Grossi Porto

das às condições de riscos ambientais leva a uma ativação sustentada da atividade do sistema nervoso simpático, bem como depressão sustentada do grau de modulação parassimpática sobre o coração, o que pode resultar em desfechos cardiovasculares negativos como arritmias e morte súbita (KARASON *et al.*, 1999; LIAO *et al.*, 2014). Mais adiante, trataremos de tópico específico para aprofundarmos a temática da importância da saúde do sistema autônomo cardíaco na saúde do bombeiro.

Por fim, trazemos dados específicos do Brasil. Conforme análise desenvolvida no Curso de Altos Estudos para Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), constatou-se que os bombeiros militares da localidade tiveram uma expectativa de sobrevida média de 5,9 anos a menos do que a população masculina da mesma região (SANTOS, 2011). É notável como os achados científicos apontam para a associação entre a atividade profissional de bombeiros e uma significativa sobrecarga no organismo, com importantes repercussões negativas na morbimortalidade desses profissionais. Diversos pesquisadores tentam entender quais fatores estão por trás de tais agravos entre bombeiros, conforme esquema proposto por líderes mundiais em pesquisa nesta área (figura 1) (SMITH; BARR; KALES, 2013; SOTERIADES *et al.*, 2011).

Figura 1. Fatores que afetam a sobrecarga cardiovascular em bombeiros



Fonte: Adaptado de Smith, Barr e Kales (2013, p. 2).

EPI: Equipamento de proteção individual.

Na figura 1 vemos um impressionante modelo teórico que resume diversos fatores relacionados à sobrecarga cardiovascular em bombeiros. É perceptível que, apesar dos diversos estressores ambientais e circunstanciais (cenário caótico/estresse elevado, elevada demanda física, estresse térmico e exposição à fumaça), o desfecho final (sobrecarga cardiovascular) também está ligado à saúde e à aptidão física do bombeiro. Assim, no cenário descrito, com elevadas exigências profissionais a que bombeiros são expostos (SMITH *et al.*, 1996; VON HEIMBURG; RASMUSSEN; MEDBO, 2006) e riscos cardiovasculares associados (SMITH *et al.*, 2016), um foco importante da pesquisa deve ser a identificação precoce de indivi-

duos mais suscetíveis, uma vez que o aumento de risco cardiovascular não ocorre de forma aleatória, nem quanto aos sujeitos, tampouco quanto ao tipo de atividade desempenhada, hora do dia ou estação do ano (KALES *et al.*, 2003; MBANU *et al.*, 2007; SOTERIADES *et al.*, 2011).

Por este motivo, teremos seções específicas para tratar acerca da importância da aptidão física (APF) adequada, e do teste de aptidão física (TAF) em sua avaliação, já que a APF adequada é de extrema relevância, vez que está atrelada a um desempenho profissional excelente, além de ser aliada da saúde do bombeiro, dando-lhe melhores condições de suportar a sobrecarga imposta por tantos desafios.

A seguir, apresenta-se uma sucinta descrição da atividade de maior sobrecarga cardiovascular e periculosidade em que o bombeiro atua, qual seja o combate a incêndio.

## **2.1 SOBRECARGA FISIOLÓGICA E CARDIOVASCULAR DURANTE O COMBATE A INCÊNDIO**

O combate a incêndio é, sem dúvida, uma das atividades mais perigosas em que o bombeiro atua. Dados de bombeiros norte-americanos indicam que a chance de morte por doença arterial coronariana chegou a ser até 136 vezes maior em combate a incêndio do que em atividades não emergenciais, mesmo o combate representando aproximadamente 1% de todas as ocorrências que bombeiros realizam durante um ano (KALES *et al.*, 2007).

Seja o incêndio urbano ou florestal, ambos são de altíssimo risco, sendo necessário que o profissional esteja adequadamente preparado (KALES; SMITH, 2017; SMITH *et al.*, 2016). Incêndios estruturais são caóticos, ruidosos, de baixa visibilidade, configurando ambientes de trabalho com limitações de tempo severas e com várias situações de risco de morte. Destacamos que tudo isso é feito utilizando equipamentos de proteção individual (EPI), normalmente pesando mais de 25 kg. Assim, o combate a incêndios somado ao uso dos EPIs acrescenta significativamente mais esforço ao organismo, tendo em vista as elevadas demandas metabólicas e termorregulatórias que ocorrem durante uma atividade física de alta intensidade, no calor e com isolamento térmico. Assim como nas atividades urbanas, a atividade de combate a incêndio florestal (CIF) exige o uso de EPI, além de equipamentos pesados como mochila de água costal, abafadores, enxadas, pás e motosserra (HEIL, 2002). O peso dessas ferramentas oscila em média entre 3 e 20kg, e a demanda física pode ser ampliada pelo fato de esses equipamentos serem manuseados em terrenos acidentados, com elevações e declives, além da elevada temperatura ambiente e da existência de gases tóxicos (WEGESSER; PINKERTON; LAST, 2009).

Conforme exposto, não é de se estranhar que o combate a incêndio seja tão desgastante para o organismo. As altas temperaturas, o trabalho físico e o uso do EPI resultam em significativo estresse térmico, que, somado à desidratação, aumenta a sobrecarga cardiovascular. Por exemplo, WILKINSON *et al.* (2020) observaram valores máximos e médios de frequência cardíaca (FC) significativamente maiores durante um treinamento de combate a incêndio quando comparados a um exercício normal de preparação física, sendo que os bombeiros apresentaram

Rosenkranz Maciel Nogueira; Daniel R F Saint-Martin; Edgard de Melo Keene von Koenig Soares; João Paulo Araújo Barbosa; Kevin Alves Barreto; Mayda de Castro Silva; Leonardo Correa Segedi; Carlos Janssen Gomes da Cruz; Giliard Lago Garcia; Welere Gomes Barbosa; Guilherme Eckhardt Molina; Luiz Guilherme Grossi Porto

em média uma FC máxima de 195 bpm e 100% do máximo previsto pela idade. Lembramos ainda que, além do calor suportado e da atividade física necessária, as partículas presentes na fumaça, como monóxido de carbono e sulfato de hidrogênio, podem aumentar a pressão sistólica e promover isquemia e arritmia em indivíduos suscetíveis (SMITH *et al.*, 2016). Tal perigo não se limita ao momento do combate a incêndio, há relatos de redução de 13-35% no volume sistólico após 20-30 minutos não consecutivos de combate a incêndio (FERNHALL *et al.*, 2012; SMITH; MANNING; PETRUZZELLO, 2001).

Por fim, destacam-se as alterações sanguíneas. O combate a incêndio também afeta a coagulação sanguínea, aumentando o número de plaquetas, e outras variáveis por mais de duas horas após a tarefa e sem um aumento concomitante na atividade fibrinolítica. Especialmente após as duas primeiras horas do combate ao incêndio, pode haver um estado de maior risco para eventos cardiovasculares (SMITH *et al.*, 2016)<sup>6</sup>.

Tendo em vista a importância do sistema nervoso autônomo na regulação cardiovascular e, portanto, também no cenário de demandas da profissão, conforme evidenciado também pela figura 1, destacaremos a seguir alguns aspectos mais relevantes.

### **3 SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO E RELAÇÃO COM AS ATRIBUIÇÕES DO BOMBEIRO MILITAR**

Uma descrição completa do sistema nervoso autônomo (SNA) está além do escopo deste texto, contudo é necessário entender como o referido sistema é fundamental para as atividades cotidianas e, em especial, para que os bombeiros tenham os devidos ajustes em vários sistemas corporais para que consigam cumprir suas atribuições ocupacionais com segurança. No modelo teórico proposto na Figura 1 (adaptado de SMITH; BARR; KALES, 2013), o SNA se relaciona com vários riscos associados ao trabalho do bombeiro, por meio de seus ramos, o simpático de característica excitatória e o parassimpático de característica inibitória ao funcionamento do coração, são os protagonistas dos ajustes necessários durante a atividade física e situações de estresse para garantir que o organismo consiga se adequar ao que lhe está sendo demandado (correr, carregar objetos, etc.), por exemplo, ajustando a distribuição do fluxo sanguíneo aos diferentes tecidos, de acordo com suas necessidades.

Embora seja difícil descrever exatamente o que acontece com um bombeiro enquanto ele está em um resgate ou em um combate a incêndio, torna-se possível associar a atividade ocupacional com outras situações de esforço físico de alta intensidade e/ou longas durações. Nessas condições, ocorre um aumento da atividade simpática com redução simultânea da atividade parassimpática sobre o sistema cardiovascular, o que resulta em aumento da frequência cardíaca, do volume sistólico (volume de sangue ejetado pelo ventrículo cardíaco) e em ajustes da resistência vascular periférica (o que favorece que o fluxo seja direcionado para tecidos mais necessitados), adaptações necessárias para assegurar que o débito cardíaco e a pressão arterial estejam compatíveis com essa condição estres-

<sup>6</sup> Para descrições mais detalhadas sobre alterações fisiológicas durante o combate a incêndio, recomendamos a leitura de Kales e Smith (2017) Smith *et al.* (2016) e Smith, Barr e Kales (2013).

sora (COOTE, 2010). Não obstante, o período após o esforço é caracterizado pela redução da atividade simpática e aumento da atividade parassimpática, o que viabiliza o retorno das variáveis cardiovasculares aos valores prévios ao esforço físico (COOTE, 2010). Esses ajustes concomitantes, tanto dos ramos simpáticos como parassimpáticos, em especial, no coração, são conceituados como função autonômica cardíaca (FAC).

Diversas formas de avaliar a FAC são destacadas na literatura e muitos marcadores podem ser utilizados para fazer inferências sobre o grau de modulação da FAC de um indivíduo e, indiretamente, sobre a funcionalidade do seu SNA. Podem ser destacados, aqui, a avaliação da frequência cardíaca de repouso (FCrep) (JOUVEN *et al.*, 2005; PARK; JEON, 2020), da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (CAMM *et al.*, 1996; THAYER; LANE, 2007; MOLINA *et al.*, 2016; PORTO *et al.*, 2019), da frequência cardíaca de recuperação (FCR) (COLE *et al.*, 1999; JOUVEN *et al.*, 2005), do teste de estresse ortostático ativo (BORST *et al.*, 1981; EWING *et al.*, 1978; 1980; McCRORY *et al.*, 2016), que podem ser analisados tanto em repouso como após o exercício máximo e são capazes de fornecer medidas de prognósticos para morbimortalidade cardíaca e/ou morte súbita (LAHIRI; KANNANKERIL; GOLDBERGER, 2008; QIU *et al.*, 2017). Destacamos aqui as contribuições de Nogueira e Porto (2016), que ao avaliar por meio da VFC de bombeiros do Distrito Federal verificaram predominância do ramo simpático na maioria dos voluntários, tanto em laboratório como antes de um plantão operacional e após o término do plantão. Além disso, os pesquisadores demonstraram que após, decorridas 12h de um plantão operacional, os bombeiros apresentaram prejuízo em um marcador de atividade parassimpática comparativamente à medida obtida no início da avaliação em laboratório (NOGUEIRA; PORTO, 2016).

Prejuízos à FAC de forma recorrente em favor da predominância simpática e baixa atividade parassimpática, por exemplo, que podem ser relacionados à exposição crônica e recorrente a fatores estressores sem que haja o devido retorno aos valores basais, tem sido apontada como agente limitante da capacidade funcional e como um possível agente etiológico de diferentes distúrbios cardiometabólicos e preditor de morte súbita. A citar, tais prejuízos podem afetar a disponibilização de energia para diversos sistemas (URIEL *et al.*, 2013) o que, por sua vez, pode comprometer tarefas básicas funcionais, inclusive em repouso (MAGKAS *et al.*, 2019). Ainda podem estar associados ao aumento do risco de insuficiência cardíaca (SHAH *et al.*, 2013), de hipertensão arterial (SCHROEDER *et al.*, 2003), de diabetes (SILVA; OLIVEIRA *et al.*, 2017) e de arritmias cardíacas (FRANCIOSI *et al.*, 2017), o que reforça a importância da manutenção da integridade do SNA para a preservação da saúde dos bombeiros militares.

A exposição à fumaça e à alta demanda física que envolvem as atribuições ocupacionais desses agentes os predis põem a um estado de depressão parassimpática e ao aumento da atividade simpática sobre o coração (KALES; SMITH, 2017), característica recentemente observada nessa população, mesmo em condição de repouso (PORTO *et al.*, 2019).

Além disso, a partir de um marcador simples como a FC de repouso (FCrep), é possível ter indicações iniciais de melhora ou piora na FAC, sendo que a menor FCrep se mostra muitas vezes relacionada ao aumento da atividade vagal (ramo

parassimpático) no repouso, que exerce um efeito cardioprotetor por melhorar a estabilidade elétrica cardíaca. Já o aumento da FCrep está associado à redução da atividade vagal e/ou de hiperatividade simpática que podem refletir uma condição de surgimento de arritmias ventriculares malignas e morte súbita no repouso (BILLMAN, 2002; PARK; JEON, 2020; ZHANG; WANG; LI, 2016). Outro marcador que é um forte preditor de mortalidade é a FCR (medida que avalia a capacidade do sistema cardiovascular de retornar aos valores basais imediatamente após exercício aeróbio máximo). Em um estudo sobre a FCR, observou-se que indivíduos que apresentam redução da FCR  $\leq 12$  bpm no primeiro minuto de recuperação apresentam uma taxa de mortalidade cardiovascular maior quando comparados àqueles com uma redução na FCR  $> 12$  bpm (COLE *et al.*, 1999).

Por fim, destaca-se o papel da aptidão cardiorrespiratória, especialmente obtida por meio do exercício aeróbico, que apresenta associação positiva com muitos marcadores da FAC (BUCHHEIT; GINDRE, 2006). Em estudo desenvolvido com bombeiros militares do Distrito Federal, baixos níveis de aptidão cardiorrespiratória estiveram associados a baixos níveis de modulação parassimpática sobre o coração (PORTO *et al.*, 2019), o que reforça a relevância da integridade autonômica cardíaca para a atividade laboral e saúde geral de bombeiros militares.

#### 4 QUALIDADE DO SONO E RISCOS OCUPACIONAIS E CARDIOVASCULARES EM BOMBEIROS

Bombeiros têm escalas de plantão variadas, contudo a mais tradicional é aquela em que se estabelecem 24h de trabalho e 48h de descanso. Este tipo de escala pode afetar o ciclo sono-vigília e está associado a prejuízos na qualidade do sono (BARGER *et al.*, 2009; CHARLES *et al.*, 2016; FERNANDES-JUNIOR *et al.*, 2016). Sono e vigília aqui são entendidos como “comportamentos endógenos recorrentes, que refletem mudanças coordenadas na organização da dinâmica funcional do cérebro e que otimizam os processos fisiológicos, comportamentais e de saúde” (NIMH, 2013). Por saúde do sono, entende-se “um padrão multidimensional de sono-vigília, adaptado às demandas individuais, sociais e ambientais que promovam bem-estar físico e mental”. Logo, o indivíduo com boa saúde de sono é aquele que possui “satisfação subjetiva de sono, com sono em horário adequado ao ritmo circadiano natural do ser humano em período de 24h, com duração adequada, alta eficiência e estado sustentado de alerta durante o período de vigília” (BUYSSE, 2014).

Esses conceitos abarcam ao menos 5 componentes independentes associados à saúde do sono, quais sejam: a) duração do sono; b) eficiência e continuidade do sono; c) turno/período de sono; d) estado de alerta e sonolência; e e) qualidade subjetiva do sono (BUYSSE, 2014). Desses, a duração do sono é o componente mais largamente estudado, dada a facilidade na aplicação de questionários populacionais. Na população em geral, a duração média de sono em 24h é entre 7h e 8h (FORD; CUNNING; CROFT, 2015). Contudo, profissionais que trabalham por escala de 24h ou mais tendem a apresentar prejuízos nos componentes da saúde do sono (BERGER, 2009; CHARLES *et al.*, 2016).

Fatores associados à vida em sociedade que tenham o condão de alterar os padrões biológicos do ciclo sono-vigília, tais como doenças, trabalho, viagens, atividades socioculturais, dentre outros, que porventura desajustem tal ciclo, podem ter consequências agudas e crônicas para a saúde dos indivíduos (JAMES *et al.*, 2017; MORRIS *et al.*, 2016). Nessa perspectiva, a quebra de somente um ciclo de sono-vigília (equivalente a uma noite em claro) pode ser suficiente para aumentar os valores de pressão arterial sistólica e diastólica, alterar os ajustes autonômicos cardíacos e aumentar os níveis de fatores pró-inflamatórios no sangue (MORRIS *et al.*, 2016). De modo crônico, indivíduos com duração de sono <6h apresentaram risco de mortalidade por todas as causas aumentado em 12%, além disso, maior chance de desenvolver obesidade, diabetes tipo II, dislipidemias, hipertensão, doenças cardiovasculares e doença coronariana em relação àqueles indivíduos com duração de sono entre 7h-8h por noite (ITANI *et al.*, 2017). Por fim, prejuízos na qualidade e na duração do sono podem afetar marcadores subclínicos importantes no diagnóstico de doenças cardiovasculares, tais como níveis de cálcio coronariano, velocidade de onda de pulso e espessura da íntima média carotídea (AZIZ *et al.*, 2017).

Para exercer sua atividade ocupacional em segurança, bem como para sua boa saúde, o bombeiro deve ter uma adequada saúde do sono. Durante muitos anos, acidentes em serviço foram a segunda maior causa de morte em bombeiros norte-americanos, representando cerca de 19% das mortes em serviço naquela corporação em 2019 (FAHY; PETRILLO; MOLIS, 2020). Baseando-se nisso, investigações conduzidas com amostras representativas da população norte-americana de bombeiros identificou que 97% deles trabalhavam em períodos maiores ou iguais a 24h, cerca de 40% apresentavam ao menos 1 distúrbio de sono, sendo que estes últimos demonstraram o dobro de probabilidade de se envolverem em acidentes com veículos, além de risco aumentado para sofrerem lesões em serviço (BARGER *et al.*, 2015).

Comparativamente a outras áreas de estudo, poucos são os estudos que buscaram conduzir intervenções que visassem minimizar os efeitos da quebra dos ciclos de sono-vigília em profissões que envolvam plantões de 24h, especialmente em bombeiros. As principais intervenções propostas são normalmente classificadas em medicamentosas e não medicamentosas. Dentre as não medicamentosas, programas de atividade física/exercício físico são fortes aliados para a manutenção da adequada saúde do sono e da aptidão cardiovascular, como veremos a seguir, além de proposições de cochilos durante o plantão, principalmente para amenizar os efeitos da sonolência diurna, e recomendações para que durante os períodos de descanso desses profissionais minimizem a exposição à luz à noite (principalmente de celular, televisão, *notebooks* em geral), o que poderia favorecer o adormecimento mais rápido (BARGER *et al.*, 2009; JAMES *et al.*, 2017; LUYSTER *et al.*, 2012).



## 5 IMPORTÂNCIA DA APTIDÃO FÍSICA PARA O BOMBEIRO

A aptidão física (APF) pode ser entendida como a capacidade de desenvolver tarefas cotidianas sem apresentar fadiga excessiva, possibilitando uma boa relação entre a tarefa a ser desempenhada e o indivíduo que a realiza (CASPERSEN; POWELL; CHRISTENSON, 1985; GUEDES; GUEDES, 1995). Destacamos alguns componentes da APF relacionados à saúde, como: força muscular, aptidão cardiorrespiratória (ACR) e composição corporal. Eles, além de forte associação com a saúde da população geral, também estão relacionados à atividade profissional dos bombeiros, vez que, para executarem suas atividades ocupacionais de maneira segura e eficiente, em especial o combate a incêndio, faz-se necessário que tenham elevada capacidade aeróbica, força muscular, resistência muscular, além de outros componentes da aptidão física.

Para entender como diversos componentes da APF se relacionam com as tarefas ocupacionais específicas dos bombeiros, SHEAFF *et al.* (2010) avaliaram a APF e também um teste de desempenho profissional de bombeiros, o qual inclui atividade como arraste de mangueira, subida de escada e rastejo (todos usando EPI). Componentes da APF como potência, resistência, força muscular e ACR foram altamente associados a um melhor tempo de realização do teste profissional. Os autores concluíram que, dentre os componentes da APF relacionados à saúde, a ACR foi o mais importante para o desempenho bem-sucedido no combate a incêndio e em outras atividades profissionais, respondendo por mais de 80% da variância no teste de desempenho profissional. Assim, com base nos resultados do estudo citado, a ACR deve receber especial atenção, não só pela sua importância para a saúde, mas para as atividades profissionais dos bombeiros.

Outro componente da APF, a força muscular, além de ser de grande importância para o desempenho profissional, também possui um grande papel de indicador de saúde (RUIZ *et al.*, 2008; SHEAFF *et al.*, 2010; TIMPKA *et al.*, 2014). Evidências consistentes apoiam a ideia de que a força muscular é um preditor de risco cardiometabólico de algumas doenças e de mortalidade (RUIZ *et al.*, 2008; TIMPKA *et al.*, 2014), mesmo em população com excesso de adiposidade (KIM *et al.*, 2017). As vias fisiológicas que relacionam a força com o risco cardiometabólico colocam a massa muscular como o principal agente de sua relação, visto que o músculo esquelético é o principal local de captação de glicose mediada por insulina, estando intimamente relacionada à força (ANDERSEN *et al.*, 2003).

Em um estudo longitudinal com mais de 20 anos de acompanhamento, foi visto que homens com faixa etária entre 35-54 anos que apresentavam maiores valores de força de preensão manual, em comparação com o grupo que apresentava menores valores, tiveram redução de 48% no risco de morte por todas as causas. Em outras faixas etárias, 55-64 e 65-75 anos, o risco de morte permaneceu reduzido em 28% e 43% respectivamente, para aqueles com maiores valores de força de preensão manual. Os pesquisadores também demonstraram que o efeito do incremento de 5 kg de força de preensão resultou em 11% de redução do risco de morte por todas as causas, e em 14% do risco para doenças cardíacas. Após 20 anos de acompanhamento, o risco relativo para morte por todas as causas foi significativamente menor para cada incremento de 5 kg de força de preensão (SASAKI *et al.*, 2007).

Um estudo recentemente publicado realizado com bombeiros norte-americanos avaliou a associação entre a capacidade de realizar flexões de braço com eventos cardiovasculares, demonstrando que, quanto maior o número de flexões, menor foi o risco de desenvolver doença cardiovascular (YANG *et al.*, 2019). Assim, os participantes capazes de completar mais de 40 flexões tiveram uma redução de 96% nos eventos cardiovasculares incidentes, em comparação com aqueles que completaram menos de 10 flexões (YANG *et al.*, 2019). Os participantes que foram capazes de realizar 11 ou mais flexões no início do estudo também reduziram o risco de eventos cardiovasculares de forma significativa em 64%, sendo que esse valor tendeu a aumentar com o aumento do número de flexões (YANG *et al.*, 2019). Importante destacar que o grupo que conseguiu realizar entre 11 e 20 repetições já apresentou importante ganho para a saúde em termos de redução do risco, comparativamente àqueles que realizaram no máximo 10 repetições.

Outro componente fundamental da APF é a composição corporal. Apenas nos anos 1980 a comunidade científica passou a considerá-la como um fator determinante da APF relacionada à saúde (NAHAS, 2017). O sábio Hipócrates já discutia sobre os efeitos de se ter uma composição corporal adequada ou não para a saúde, sendo que seus relatos sugerem que a morte súbita é mais comum entre aqueles que são obesos, se comparados aqueles que não são, além de descrever a obesidade como sendo o prenúncio de outras doenças (BAIN, 2006; HU FRANK, 2008).

Sabe-se que a obesidade está associada a mudanças negativas nas artérias, aumentando a rigidez delas e contribuindo para o risco de desenvolver doenças cardiovasculares e acidente vascular cerebral (KAPPUS *et al.*, 2014; WILSON *et al.*, 2002). Apesar da forte evidência científica relacionando os efeitos negativos para a saúde decorrentes da obesidade, atualmente não há diretrizes ocupacionais descrevendo a obesidade como uma condição limitadora para o serviço ativo entre os bombeiros (NOGUEIRA; PORTO, 2016).

Entretanto, a falta de uma diretriz ou de equipamentos sofisticados não justifica a ausência da mensuração da composição corporal (CC) de bombeiros das diversas corporações brasileiras, bem como a necessidade de se implementar estratégias para a promoção de uma boa CC entre esses militares. Mesmo com o avanço da tecnologia relacionada aos métodos para mensurar a CC, a simplicidade e o baixo custo das medidas antropométricas, especialmente a massa corporal e a estatura, têm sido um atrativo aos pesquisadores nesses tempos de escassez financeira para a pesquisa, assim como por sua aplicabilidade. Paralelamente, esse tipo de medida tem sido amplamente utilizado em estudos epidemiológicos, sendo de grande utilidade na avaliação de grupos populacionais, ainda que apresente baixa acurácia na avaliação individual (MANCINI, 2015).

O índice de massa corporal (IMC) como uma medida da CC tem sido utilizado com frequência para descrever a prevalência de excesso de peso (IMC entre 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup>) e de obesidade (IMC ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup>), tanto na população em geral quanto entre bombeiros. Estudo de Munir *et al.* (2012) demonstrou que 54% e 11% dos bombeiros do Reino Unido foram classificados com excesso de peso e obesidade, respectivamente. O mesmo estudo demonstrou que, após dois anos, o percentual de bombeiros com excesso de peso reduziu para 53% e o de obe-

sos aumentou para 13%. Já o estudo de Gurevich *et al.* (2017), desenvolvido com bombeiros russos, encontrou prevalência de sobrepeso e obesidade de 68,6% e 18,8, respectivamente. A realidade de bombeiros de carreira norte-americanos é mais preocupante: Poston *et al.* (2011) demonstraram que 76,7% destes profissionais estavam com excesso de peso, sendo que 32,6% estavam obesos. Este mesmo estudo, após a realização de um cálculo de regressão, demonstrou que o incremento de uma unidade no IMC correspondeu a 9% a mais de chance de o bombeiro se afastar do trabalho devido a lesão. É incrível como uma ferramenta de mensuração simples pode expressar tantas informações.

Apesar das pertinentes críticas sobre a limitação intrínseca do IMC em distinguir massa muscular de tecido adiposo, este índice da CC tem sido aceito como um método apropriado para estimar a prevalência de obesidade. Este fato também pode ser comprovado em estudo de Porto *et al.* (2016), no qual se avaliou a CC de bombeiros através da mensuração do percentual de gordura, pela medida de dobras cutâneas (tricipital, suprailíaca e abdominal - método referência) e o IMC. A prevalência de obesidade estimada pelo IMC foi de 13,3% e pelo percentual de gordura foi de 15,9%. Contrariamente à hipótese mais comum, nessa pesquisa se observou que a prevalência de obesidade entre bombeiros foi semelhante entre os dois métodos e com a diferença numérica sempre a menor pelo IMC, quando comparada à medida do percentual de gordura. Em nenhuma condição o IMC superestimou a prevalência de obesidade, seja amostra toda, em quase 4 mil militares avaliados, ou em qualquer subgrupo por idade ou aptidão física. Ainda, o IMC, com o ponto de corte usualmente empregado para definir obesidade ( $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup>) demonstrou ser uma boa ferramenta para identificar indivíduos não obesos (PORTO *et al.*, 2016).

Outro componente da APF que merece destaque é a capacidade cardiorrespiratória (ACR). A NFPA sugere uma ACR de 12 METs (Taxa de Equivalente Metabólico), cerca de  $42 \text{ mL}(\text{kg} \cdot \text{min})^{-1}$  de consumo de oxigênio, como exigência mínima para o desempenho eficiente e seguro nas atividades de bombeiros, em especial o combate a incêndios. Não há nenhuma recomendação oficial de órgãos nacionais, sendo que os autores sugerem o uso do mesmo padrão, em especial para bombeiros que possam vir a participar da atividade de maior sobrecarga fisiológica, como o combate a incêndio. Ressalta-se que uma ACR de 12 METs corresponde, em cálculos médios, a uma corrida de 2400m em 12 minutos. Um estudo de coorte com bombeiros americanos de carreira constatou que pouco mais de um terço apresentava ACR de 12 METs (NFPA, 2007).

Estudo realizado na Universidade de Brasília – Faculdade de Educação Física, em parceria com o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF), demonstrou que a ACR de bombeiros brasileiros, estimada a partir do teste de Cooper, apresentou valor mediano de 42,4 (18,2 - 64,7) ml (kg.min)<sup>-1</sup>, sendo que 2240 participantes (52,9%) tiveram VO<sub>2</sub>max maior que 12 METs (NOGUEIRA; PORTO, 2016). Neste estudo, observou-se forte associação entre a ACR de bombeiros com a composição corporal avaliada por diferentes indicadores. Este mesmo grupo de pesquisadores demonstrou a viabilidade da medida da ACR de bombeiros através de um questionário. Neste estudo recentemente publicado, foram comparados os valores de consumo de oxigênio estimado a partir do teste de pista (Cooper

- 12 min) com os valores estimados pelo questionário de Jackson *et al.* (1990). Para as mulheres o questionário demonstrou alta similaridade entre a estimativa por ambos os métodos, ou seja: 100% das mulheres que atingiram a ACR mínima recomendada de 9,5 METs no teste de Cooper também atingiram através do questionário. Os valores médios entre as duas formas de avaliação foram muito semelhantes tanto para homens quanto para mulheres (SEGEDI *et al.*, 2020).

A viabilidade para realizar medidas de forma prática, segura, com adequada precisão e de baixo custo, como a medida do IMC, do número de flexões, de abdominais, da aptidão aeróbica em testes de pista ou por questionário, é altamente relevante no campo da saúde pública, possibilitando que, na ausência de recursos financeiros, tais medidas possam ser utilizadas para estimar o risco cardiovascular de modo fundamentado e a custo relativamente baixo.

## **6 TESTE DE APTIDÃO FÍSICA (TAF) COMO ESTRATÉGIA DE PROMOÇÃO DE SAÚDE ENTRE OS BOMBEIROS**

O teste de aptidão física (TAF) é o conjunto de testes físicos realizados com o objetivo de mensurar as principais valências físicas dos avaliados. Ele usualmente ocorre entre uma a três vezes por ano e os avaliados devem ser capazes de atingir a condição de apto ou uma pontuação mínima, geralmente ajustada segundo a faixa etária e o gênero, de acordo com os regulamentos de cada instituição (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2002; SOUZA, 2014). Atualmente, as corporações de bombeiros e as outras forças de segurança pública, civis e militares no Brasil e no mundo, ao avaliarem a APF relacionada à saúde, analisam principalmente a aptidão cardiorrespiratória, a força e a composição corporal por meio de algum tipo de TAF. O TAF é normalmente exigido para o ingresso nas corporações e durante toda a carreira para esse grupo ocupacional.

Os testes mais utilizados para compor o TAF são o teste de *Cooper* para mensurar a aptidão cardiorrespiratória, os testes de flexão de cotovelo no solo (flexão de braço), flexão de tronco no solo (abdominal), flexão de cotovelo na barra suspensa (barra) para mensurar força/resistência muscular de membros superiores e tronco. É comum, também, avaliar a composição corporal e riscos à saúde dos indivíduos por meio da obtenção de índice de massa corporal (IMC), circunferência abdominal, relação cintura-quadril, testes de dobras cutâneas ou bioimpedância. Além destes, há, ainda, os testes simulados, os quais incluem, além do desempenho físico, as habilidades específicas da atividade profissional em ambiente controlado; porém, estes geralmente não são utilizados para fins de promoção e avaliação da saúde porque têm maior propensão de acometimentos durante a sua realização e muitos ainda não são validados cientificamente (ACSM, 2018; PORTO *et al.*, 2016).

Por serem testes de esforço máximo e submáximo, é comum ser feita uma triagem prévia daqueles que irão se submeter a eles, por meio de exames médicos, monitorização da pressão arterial e frequência cardíaca, entre outras variáveis fisiológicas, além das condições materiais, locais e de pessoal especializado para garantir o suporte básico de vida e minimizar as possibilidades de intercorrências de saúde. Após a triagem, os avaliados devem realizar os testes em uma

sequência específica, em formas de estações, sendo monitorados por avaliadores que possuem conhecimento técnico-profissional prévio sobre a aplicação e a utilização destes instrumentos de mensuração. A grande maioria dos avaliados, em função de já terem realizado várias vezes o TAF ao longo da carreira, estão familiarizados com os procedimentos e as normas para a execução dos testes ou são instruídos por meio de editais. Ao final espera-se que os indivíduos consigam atingir os índices mínimos e a condição de apto no TAF, para ingresso e/ou exercício da profissão (ACSM, 2018; EXÉRCITO BRASILEIRO, 2002; SOUZA, 2014). As definições de critérios mínimos de desempenho devem seguir valores indicados para a boa saúde e/ou o bom desempenho profissional, podendo variar entre as corporações e, em muitos casos, ainda merecem aprofundamento de discussão para a escolha dos melhores indicadores mínimos.

Uma estratégia importante, como primeiro passo para garantir que bombeiros tenham uma APF adequada para desempenhar as atividades em segurança, é exigí-la antes do ingresso. Possuir uma APF adequada não se reflete, somente, no desempenho profissional, mas, como afirmado ao longo deste artigo, na saúde do profissional. A capacidade de realizar os requisitos mínimos de esforço físico contribui para manter níveis satisfatórios de APF, bem como gera menor probabilidade de intercorrências por acometimentos de saúde ao longo da vida e da atividade profissional (SMITH; BARR; KALES, 2013; YANG *et al.*, 2019). Logo, o TAF, além de um momento de avaliação, é um elemento com potencial de promoção de saúde, já que pode estimular a prática regular de atividade física e uma boa aptidão física em grupo de profissionais que são submetidos a altos níveis de estresse físico e emocional por conta de sua atividade laboral. Nesta perspectiva, o TAF pode auxiliar na promoção da saúde, segurança no trabalho, na diminuição do absenteísmo, na prevenção de moléstias da saúde e, conseqüentemente, contribuir com menores prejuízos pessoais e institucionais por problemas ligados à baixa aptidão física e a moléstias de origem laboral (BAUR *et al.*, 2012; BLAIR *et al.*, 1996; HASKELL *et al.*, 2007; KUEHL *et al.*, 2013). Vale destacar que o TAF não se confunde e nem exclui o teste de aptidão profissional, que, por sua vez, não deve ser visto como opção alternativa ao TAF. Os dois têm objetivos distintos, devendo integrar políticas amplas de avaliação profissional, seja com foco na saúde ou no desempenho profissional.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo em voga resume uma série de evidências científicas sobre os riscos cardiovasculares e metabólicos em bombeiros ao realizarem sua atividade-fim, incluindo um fator de risco importante e muitas vezes esquecido – o sono. Apresenta-se também um panorama científico sobre a importância da aptidão física relacionada à saúde para o desempenho profissional e saúde do bombeiro, que em muitos aspectos pode se estender para todos os profissionais de Segurança Pública do país, além de uma visão de melhoria da qualidade de vida, bem como a implementação de políticas públicas de saúde por meio do teste de aptidão física (TAF), de ações de promoção da aptidão física e do nível de atividade física dos profissionais, além de outro componente não destacado aqui, que é a recomendação geral de redução do comportamento sedentário.

Atualmente, o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal estabeleceu um projeto de parceria com a Universidade de Brasília, que proporcionou a implementação de políticas públicas na área de saúde, com evidências científicas para a recomendação de: a) treinamento físico, com destaque para o treinamento aeróbico com ênfase nas recomendações da NFPA quanto à condição física ideal para o combate a incêndio; b) incentivo à prática regular de atividades físicas, tendo sido as unidades operacionais equipadas com academias de musculação; c) incentivo à redução de tempo sentado, a fim de reduzir o estresse do plantão de serviço e o risco de doenças cardiometabólicas; d) alimentação saudável, com um olhar especial para estratégias de escolhas alimentares mais adequadas. Com a retirada de refeitórios foi implementada a possibilidade de cada militar receber sua etapa (recurso financeiro) para alimentação. Neste quesito, faz-se necessária a implementação de programas educativos, com orientação com palestras sobre os riscos de doenças associadas à má alimentação, como a obesidade e a síndrome metabólica; e) incremento de rotinas de triagem médico-ocupacional, mediante realização de exames bienais e de rotina pela Policlínica da Instituição, que faz o acompanhamento dos militares; neste aspecto evidências recentes têm apontado também para a necessidade da inclusão de avaliação da estrutura do coração e a saúde vascular, com *screening* para, por exemplo, cardiomegalia e doença arterial coronariana, além dos fatores de risco tradicionais (SMITH *et al.*, 2019; SMITH *et al.*, 2018); f) políticas com foco na melhoria da qualidade do sono, com um melhor acompanhamento e desenvolvimento de pesquisas; g) além da adoção de estratégias fundamentais para o aumento da segurança e a redução dos agravos à saúde dos profissionais, visando salvar vidas e promover uma melhora de sua qualidade.

A pesquisa científica apresenta, ainda, importante contribuição para o entendimento do risco cardiovascular, bem como o papel da aptidão física para o bombeiro militar, no contexto da necessidade de se apresentar métodos de fácil aplicação e de baixo custo na identificação de profissionais mais suscetíveis para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares agudas durante o exercício da atividade operacional. Ressalta-se a necessidade da continuidade de novas pesquisas que tenham como objetivo avaliar o efeito cardioprotetor associado ao aumento do treinamento físico e suas consequências durante e após a atividade laboral, visando à detecção precoce de bombeiros mais suscetíveis para agravo à saúde, em especial de morte súbita cardíaca em serviço. Neste contexto, destacamos como bom exemplo de parceria de sucesso a longa e muito profícua colaboração que se estabeleceu entre o CBMDF e o Grupo de Estudos em Fisiologia e Epidemiologia do Exercício e da Atividade Física da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília (GEAFS).

A implementação das referidas políticas públicas adotadas pela corporação vem colhendo resultados positivos, proporcionando a realização anual do TAF de todos os militares no Centro de Capacitação Física, além de aferição de pressão arterial e mensuração do índice de massa corporal. Os dados coletados anualmente permitem avaliar as condições físicas, a melhoria da qualidade de vida, além de possibilitar o acompanhamento de pesquisadores da universidade na rotina dos militares nas unidades respectivas em que cumprem a escala de serviço

Rosenkranz Maciel Nogueira; Daniel R F Saint-Martin; Edgard de Melo Keene von Koenig Soares; João Paulo Araújo Barbosa; Kevin Alves Barreto; Mayda de Castro Silva; Leonardo Correa Segedi; Carlos Janssen Gomes da Cruz; Giliard Lago Garcia; Welere Gomes Barbosa; Guilherme Eckhardt Molina; Luiz Guilherme Grossi Porto

e realizam o treinamento físico.

Constata-se que, ausentes a boa condição orgânica e altos níveis de aptidão física, essa classe de profissionais pode não ser capaz de desempenhar operacionalmente, e com segurança, todos os seus deveres funcionais, já que necessitam de atributos físicos específicos, para salvaguardar as vítimas, bem como a sua própria integridade.

Por isso, é importante que se tenha um olhar voltado à saúde dos militares, a fim de evitar afastamentos para tratar patologias adquiridas, por exemplo, a hipertensão e o diabetes, bem como eventuais limitações ocasionadas pelas doenças. Boa parte de tais comorbidades pode ser prevenida com atividade física, sem onerar, posteriormente, a instituição com gastos para tratamentos médicos, evitando-se maiores prejuízos, não só pela falta desses militares ao serviço, como pela sobrecarga dos outros servidores que precisam trabalhar mais para compensar as dificuldades motoras de seus companheiros.

Evidencia-se que os gastos provenientes da impossibilidade do profissional de atuar na atividade de bombeiro, pela redução de produtividade, do absenteísmo devido a doença ou a incapacidade e pela perda de uma pessoa qualificada são muito elevados. Embora pareça, num primeiro momento, que os dispêndios estejam atrelados apenas a cirurgias e aos custos com tratamentos clínicos e médicos, evidencia-se que a falta do militar ao trabalho, bem como suas limitações operacionais, oneram, ainda mais, o custeio respectivo. Destaca-se neste contexto que políticas de promoção da saúde e do desempenho profissional, quando colocadas como prioridade, abrem portas para os potenciais benefícios econômicos acima mencionados. Ainda que custos em promoção da saúde devam ser vistos como investimento, há de se considerar também a relação custo-efetividade, visto que os recursos são sempre limitados e o objetivo maior é a promoção da saúde.

Desta forma, a pesquisa contribui para o desenvolvimento de estratégias de atuação preventiva no seio da corporação, colaborando assim para que se possa atingir cada vez mais um trabalho de excelência na prestação de serviços à sociedade, que tem como lema: “VIDAS ALHEIAS E RIQUEZAS SALVAR”.

## REFERÊNCIAS

ACSM. **ACSM's exercise testing and prescription**. 1st ed. Philadelphia: Wolters Kluwer. 2018.

ANDERSEN, J. L. et al. Resistance training and insulin action in humans: effects of-training. **The Journal of physiology**, v. 551, n. 3, p. 1049–1058, 2003.

AZIZ, M. et al. Association of subjective and objective sleep duration as well as sleep quality with non-invasive markers of sub-clinical cardiovascular disease (CVD): a systematic review. **Journal of atherosclerosis and thrombosis**, v. 24, n. 3, p. 208–226, 2017.

BAIN, C. Commentary: What's past is prologue. **International Journal of Epidemiology**, v. 35, n. 1, p. 16–17, 2006.

BARGER, L. K. et al. Common Sleep Disorders Increase Risk of Motor Vehicle Crashes and Adverse Health Outcomes in Firefighters. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, 2015.

BARGER, L. K. et al. Neurobehavioral, health, and safety consequences associated with shift work in safety-sensitive professions. **Current neurology and neuroscience reports**, v. 9, n. 2, p. 155–164, 2009.

BAUR, D. M. et al. Low fitness is associated with exercise abnormalities among asymptomatic firefighters. **Occupational Medicine**, v. 62, n. 7, p. 566–569, 2012.

BILLMAN, G. E. Aerobic exercise conditioning: a nonpharmacological antiarrhythmic intervention. **Journal of applied physiology**, v. 92, n. 2, p. 446–454, 2002.

BLAIR, S. N. et al. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. **Jama**, v. 276, n. 3, p. 205–210, 1996.

BORST, C.; WIELING, W.; VAN BREDERODE, J. F. M. Testing for autonomic neuropathy. **The Lancet**, 10, 1981.

BUYSSE, D. J. Sleep health: can we define it? Does it matter? **Sleep**, v. 37, n. 1, p. 9–17, 2014.

CAMM, A. J. et al. 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**. 1996.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**, v. 100, n. 2, p. 126–131, 1985.

CHARLES, L. E. et al. Separate and joint associations of shift work and sleep quality with lipids. **Safety and health at work**, v. 7, n. 2, p. 111–119, 2016.

COLE, C. R. et al. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. **New England journal of medicine**, v. 341, n. 18, p. 1351–1357, 1999.

COOTE, J. H. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. **Experimental physiology**, v. 95, n. 3, p. 431–440, 2010.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Manual de treinamento físico militar - C 20-20**. Rio de Janeiro: v. 03, 2002. Disponível em: [http://www.esao.eb.mil.br/images/Arquivos/CMB/publicacoes/manual\\_de\\_campanha\\_treinamento\\_fisico\\_militar.pdf](http://www.esao.eb.mil.br/images/Arquivos/CMB/publicacoes/manual_de_campanha_treinamento_fisico_militar.pdf). Acesso em: 23 nov. 2020.

EWING, D. J.; CAMPBELL, I. W.; MURRAY, A.; NEILSON, J. M.; CLARKE, B. F. "Immediate Heart-Rate Response to Standing: Simple Test for Autonomic Neuropathy in Diabetes." **BMJ**, v. 1, n. 6106, p. 145–47, 1978.

FAHY, R. F.; PETRILLO, J. T.; MOLIS, J. L. **Firefighter Fatalities in the US - 2019**. 2020.

FERNANDES-JUNIOR; ARAÚJO, S.; RUIZ, F. S.; ANTONIETTI, L. S.; TUFIK, S.; MELLO, M. T. Sleep, Fatigue and Quality of Life: A Comparative Analysis among Night Shift



Rosenkranz Maciel Nogueira; Daniel R F Saint-Martin; Edgard de Melo Keene von Koenig Soares; João Paulo Araújo Barbosa; Kevin Alves Barreto; Mayda de Castro Silva; Leonardo Correa Segedi; Carlos Janssen Gomes da Cruz; Giliard Lago Garcia; Welere Gomes Barbosa; Guilherme Eckhardt Molina; Luiz Guilherme Grossi Porto

Workers with and without Children. ***PloS One***, v. 11, n. 7, 2016.

FERNHALL, B. et al. Acute effects of firefighting on cardiac performance. ***European Journal of Applied Physiology***, v. 112, n. 2, p. 735–741, 2012.

FORD, E. S.; CUNNINGHAM, T. J.; CROFT, J. B. Trends in self-reported sleep duration among US adults from 1985 to 2012. ***Sleep***, v. 38, n. 5, p. 829–832, 2015.

FRANCIOSI, S. et al. The role of the autonomic nervous system in arrhythmias and sudden cardiac death. ***Autonomic Neuroscience***, v. 205, p. 1–11, 2017.

GRANT, C. C. **NFPA History**. 2020. Disponível em: [www.nfpa.org/About-NFPA/NFPA-overview/History-of-NFPA](http://www.nfpa.org/About-NFPA/NFPA-overview/History-of-NFPA). Acesso em: 23 nov. 2020.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. Atividade física, aptidão física e saúde. ***Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde***, v. 1, n. 1, p. 18–35, 1995.

GUREVICH, K. G. et al. Obesity prevalence and accuracy of BMI-defined obesity in Russian firefighters. ***Occupational Medicine***, v. 67, n. 1, p. 61–63, 2017.

HEIL, D. P. Estimating energy expenditure in wildland fire fighters using a physical activity monitor. ***Applied Ergonomics***, v. 33, n. 5, p. 405–413, 2002.

HU, FRANK. **Obesity epidemiology**. Oxford University Press. 2008.

ITANI, O. et al. Short sleep duration and health outcomes: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. ***Sleep medicine***, v. 32, p. 246–256, 2017.

JACKSON, A. S. et al. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing: ***Medicine & Science in Sports & Exercise***, v. 22, n. 6, p. 863, 1990.

JAMES, S. M. et al. Shift work: disrupted circadian rhythms and sleep implications for health and well-being. ***Current sleep medicine reports***, v. 3, n. 2, p. 104–112, 2017.

JOUVEN, X. et al. Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. ***New England Journal of Medicine***, v. 352, n. 19, p. 1951–1958, 2005.

KALES, S. N. et al. Emergency duties and deaths from heart disease among firefighters in the United States. ***New England Journal of Medicine***, v. 356, n. 12, p. 1207–1215, 2007.

KALES, S. N.; SMITH, D. L. Firefighting and the Heart: Implications for Prevention. ***Circulation***, v. 135, n. 14, p. 1296–1299, 2017.

KAPPUS, R. M. et al. Obesity and Overweight Associated With Increased Carotid Diameter and Decreased Arterial Function in Young Otherwise Healthy Men. ***American Journal of Hypertension***, v. 27, n. 4, p. 628–634, 2014.

KARASON, K. et al. Heart rate variability in obesity and the effect of weight loss. ***Am. Journal of Cardiol.***, v. 83, n. 8, p. 1242–1247, 1999.

KIM, Y. et al. Independent and joint associations of grip strength and adiposity with all-cause and cardiovascular disease mortality in 403,199 adults: the UK Biobank study. ***The American journal of clinical nutrition***, v. 106, n. 3, p. 773–782, 2017.

KUEHL, K. S. et al. Economic benefit of the PHLAME wellness programme on firefighter injury. **Occupational Medicine**, v. 63, n. 3, p. 203–209, 2013.

LIAO, Li-Mei; AL-ZAITI, S. S.; CAREY, M. G. Depression and heart rate variability in firefighters. **SAGE open medicine**, v. 2, p. 1-4, 2014. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2050312114545530>. Acesso em: 23 nov. 2020.

LUYSTER, F. S. et al. Sleep: a health imperative. **Sleep**, v. 35, n. 6, p. 727–734, 2012. Disponível em: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3353049/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3353049/). Acesso em: 23 nov. 2020.

MANCINI, M. C. **Tratado de obesidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

MBANU, I. et al. Seasonality and coronary heart disease deaths in United States firefighters. **Chronobiology International**, v. 24, n. 4, p. 715–726, 2007.

McCRORY, C.; BERKMAN, L. F.; NOLAN, H.; O’LEARY, N.; FOLEY, M. and KENNY, R. A. Speed of Heart Rate Recovery in Response to Orthostatic Challenge. **Circulation Research**, v. 119, n. 5, p. 666–675, 2016.

MOLINA, G. E.; FONTANA, K. E.; PORTO, L. G. G. and JUNQUEIRA, L. F. Post-Exercise Heart-Rate Recovery Correlates to Resting Heart-Rate Variability in Healthy Men. **Clinical Autonomic Research**, v. 26, n. 6, p. 415–21, 2016.

MORRIS, C. J. et al. Circadian misalignment increases cardiovascular disease risk factors in humans. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 10, p. E1402–E1411, 2016.

MUNIR, F.; CLEMES, C.; HOUDMONT, J. and RANDALL, R. Overweight and Obesity in UK Firefighters. **Occupational Medicine**, v. 62, n. 5, p. 362–65, 2012.

NAHAS, M. V. **Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo**. 7. ed. Florianópolis: Ed. do Autor, 2017.

NIMH. National Institute of Mental Health. **Arousal and regulatory systems: workshop proceedings**. 2013. Disponível em: [www.nimh.nih.gov/research/research-funded-by-nimh/rdoc/arousal-and-regulatory-systems-workshop-proceedings.shtml](http://www.nimh.nih.gov/research/research-funded-by-nimh/rdoc/arousal-and-regulatory-systems-workshop-proceedings.shtml). Acesso em 23 nov. 2020.

NFPA. **NFPA 1582, Standard on Comprehensive Occupational Medical Program for Fire Departments**. Quincy: National Fire Protection Association, 2007. National Fire Protection Association, 2007.

NOGUEIRA, R. M.; Porto, L. G. G. **Avaliação da função autonômica cardíaca e da sobrecarga cardiovascular de bombeiros militares durante turno de serviço operacional**. Dissertação (mestrado em Educação Física). 92 f., il. Brasília: Universidade de Brasília, 2016.

PARK, D.; JEON, J. Y. The Prognostic Value of Resting Heart Rate for Health Status. **Exercise Science**, v. 29, n. 1, p. 24–33, 2020.

PORTO, L. G. G. et al. Agreement between BMI and body fat obesity definitions in a physically active population. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 60, n. 6, p. 515–525, 2016.

Rosenkranz Maciel Nogueira; Daniel R F Saint-Martin; Edgard de Melo Keene von Koenig Soares; João Paulo Araújo Barbosa; Kevin Alves Barreto; Mayda de Castro Silva; Leonardo Correa Segedi; Carlos Janssen Gomes da Cruz; Giliard Lago Garcia; Welere Gomes Barbosa; Guilherme Eckhardt Molina; Luiz Guilherme Grossi Porto

- PORTO, L. G. G. et al. Firefighters' basal cardiac autonomic function and its associations with cardiorespiratory fitness. **Work**, v. 62, n. 3, p. 485–495, 2019.
- PORTO, L. G. G. et al. Bombeiro militar e saúde: práticas e desafios – uma perspectiva do grupo de estudos em fisiologia e epidemiologia do exercício e da atividade física (GEAFS). **Revista FLAMMAE**, v. 6, n. 16, p. 7–38, 2020.
- POSTON, W. S. C. et al. The prevalence of overweight, obesity, and substandard fitness in a population-based firefighter cohort. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 53, n. 3, p. 266–273, 2011.
- RUIZ, J. R. et al. **Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study.** *Bmj*, v. 337, p. a439, 2008. Disponível em: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2453303/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2453303/). Acesso em 23 nov. 2020.
- SANTOS, L. P. **A expectativa de sobrevivência do Bombeiro Militar do DF e a Reforma dos Regimes de Previdência Pública Brasileira.** Brasília: CBMDF, 2011. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/33870/1/2018\\_DanielRodriguesFerreira-SaintMartin.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/33870/1/2018_DanielRodriguesFerreira-SaintMartin.pdf). Acesso em 23 nov. 2020.
- SASAKI, H. et al. Grip Strength Predicts Cause-Specific Mortality in Middle-Aged and Elderly Persons. **The American Journal of Medicine**, v. 120, n. 4, p. 337–342, 2007.
- SCHROEDER, E. B. et al. Hypertension, blood pressure, and heart rate variability: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. **Hypertension**, v. 42, n. 6, p. 1106–1111, 2003.
- SHAH, S. A. et al. Relation of short-term heart rate variability to incident heart failure (from the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis). **The American journal of cardiology**, v. 112, n. 4, p. 533–540, 2013.
- SHEAFF, A. K. et al. Physiological determinants of the candidate physical ability test in firefighters. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 3112–3122, 2010.
- SILVA e OLIVEIRA, J. et al. Heart rate variability based on risk stratification for type 2 diabetes mellitus. **Einstein São Paulo**: v. 15, n. 2, p. 141–147, 2017.
- SMITH, D. L. et al. Physiological, psychophysical and psychological responses of firefighters to firefighting training drills. **Aviat. Space Environ. Med.**, v. 67, n. 11, p. 1063-1068, 1996.
- SMITH; MANNING, T. S.; PETRUZZELLO, S. J. Effect of strenuous live-fire drills on cardiovascular and psychological responses of recruit firefighters. **Ergonomics**, v. 44, n. 3, p. 244–254, 2001.
- SMITH, D. L.; BARR, D. A.; KALES, S. N. Extreme sacrifice: sudden cardiac death in the US Fire Service. **Extreme Physiology & Medicine**, v. 2, n. 1, p. 1, 2013.
- SMITH, D. L. et al. Cardiovascular strain of firefighting and the risk of sudden cardiac events. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 44, n. 3, p. 90–97, 2016.
- SOTERIADES, E. S. et al. Cardiovascular disease in US firefighters: a systematic review. **Cardiology in Review**, v. 19, n. 4, p. 202–215, 2011.

SOUZA, F. **Como funciona o corpo de bombeiros**. How stuff works. 2014. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/33837/1/2018\\_LeonardoCorr%-C3%AAaSegedi.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/33837/1/2018_LeonardoCorr%-C3%AAaSegedi.pdf). Acesso em 23 nov. 2020.

THAYER, J. F.; LANE, R. D. The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. **Biological psychology**, v. 74, n. 2, p. 224–242, 2007.

TIMPKA, S. et al. Muscle strength in adolescent men and risk of cardiovascular disease events and mortality in middle age: a prospective cohort study. **BMC medicine**, v. 12, n. 1, p. 62, 2014.

URIEL, N. et al. Adrenergic activation, fuel substrate availability, and insulin resistance in patients with congestive heart failure. **JACC: Heart Failure**, v. 1, n. 4, p. 331–337, 2013.

VON H, E. D.; RASMUSSEN, A. K. R.; Medbø, J. I. Physiological Responses of Firefighters and Performance Predictors during a Simulated Rescue of Hospital Patients. **Ergonomics**, v. 49, n. 2, p. 111–126, 2006.

WILKINSON, A. F. et al. Physiologic strain of SCBA confidence course training compared to circuit training and live-fire training. **Applied Ergonomics**, v. 82, p. 102966, 2020.

WILSON, P. W. F. et al. Overweight and Obesity as Determinants of Cardiovascular Risk: The Framingham Experience. **Archives of Internal Medicine**, v. 162, n. 16, p. 1867, 2002.

YANG, J. et al. Association Between Push-up Exercise Capacity and Future Cardiovascular Events Among Active Adult Men. **JAMA Network Open**, v. 2, n. 2, p. 1-11, 2019.

ZHANG, D.; WANG, W.; LI, F. Association between resting heart rate and coronary artery disease, stroke, sudden death and noncardiovascular diseases: a meta-analysis. **Cmaj**, v. 188, n. 15, p. E384–E392, 2016.

ROSENKRANZ MACIEL NOGUEIRA [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-5254-7601](https://orcid.org/0000-0002-5254-7601)

DANIEL RODRIGUES FERREIRA SAINT MARTIN [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-6539-486X](https://orcid.org/0000-0002-6539-486X)

EDGARD DE MELO KEENE VON KOENIG SOARES [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-3696-9556](https://orcid.org/0000-0002-3696-9556)

JOÃO PAULO ARAÚJO BARBOSA [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-5262-2683](https://orcid.org/0000-0002-5262-2683)

KEVIN ALVES BARRETO [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-4515-7680](https://orcid.org/0000-0002-4515-7680)

MAYDA DE CASTRO SILVA [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-6795-4648](https://orcid.org/0000-0002-6795-4648)

LEONARDO CORREA SEGEDI [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0001-5139-2989](https://orcid.org/0000-0001-5139-2989)

CARLOS JANSSEN GOMES DA CRUZ [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-5879-8102](https://orcid.org/0000-0002-5879-8102)

GILIARD LAGO GARCIA [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-2340-4054](https://orcid.org/0000-0002-2340-4054)

WELERE GOMES BARBOSA [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-8220-7421](https://orcid.org/0000-0002-8220-7421)

GUILHERME ECKHARDT MOLINA [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-5937-079X](https://orcid.org/0000-0002-5937-079X)

LUIZ GUILHERME GROSSI PORTO [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-6240-1614](https://orcid.org/0000-0002-6240-1614)