
ASPECTOS ERGONÔMICOS FISIOLÓGICOS: EFEITOS DO CALOR NO DESEMPENHO DAS ATIVIDADES DE BOMBEIROS

*Elisane Veras da Silva de Brito¹
Natália Danielle Cordeiro Vitor²
Rodrigo Nascimento Ribeiro Alves³*

RESUMO

Existindo sob o lema “vidas alheias e riquezas salvar”, os corpos de bombeiros apoiados na missão constitucional, atuam em diversas frentes, que os expõe à diversas situações de risco. Para sua proteção os principais elementos empregados são os EPI/EPR, os quais exercem sobrecarga que podem variar de 21 a 27 kg. Se, por um lado, a ausência dos itens de proteção expõe os bombeiros aos diversos riscos de acidentes e lesões, por outro, o aumento da proteção gera esforços adicionais. Diante do exposto, este trabalho objetivou relacionar, através de uma revisão de artigos e entrevistas semiestruturadas os efeitos fisiológicos apresentados pelos bombeiros em decorrência do uso dos EPI/EPR nas ações de combate a incêndio. O questionário foi elaborado com o uso da ferramenta de planilhas do Google (Google docs) e disponibilizado via mensagem eletrônica aos militares do Corpo de Bombeiros do Espírito Santo e teve um total de 362 participações. A revisão bibliográfica apontou que a sobrecarga exercida pelo uso do EPI/EPR pode apresentar consequências a saúde como redução na capacidade cardiorrespiratória, danos ao sistema musculoesquelético, além de alterações psicológicas. Enquanto que o questionário mostrou que mais de 88% dos entrevistados apresentou fadiga e mais de 70% já experimentou algum grau de desidratação durante o trabalho, concluindo que há necessidade de adoção de medidas que previnam danos a saúde do bombeiro. Portanto, sugere-se a elaboração de um procedimento operacional padrão visando estabelecer intervalos regulares de recuperação que darão ao bombeiro melhor condição de trabalho durante o combate ao incêndio.

Palavras-Chave: Bombeiros. Efeitos fisiológicos. EPI. Ergonomia.

Artigo Recebido em 21/12/2017 e Aceito em 12/09/2018

¹ Engenheira Civil, Pós-Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho;

² Engenheira Florestal, Pós-Graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho;

³ Engenheiro Civil, Pós-Graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho.

1. INTRODUÇÃO

A organização do homem em sociedade se deveu prioritariamente por uma necessidade de proteção e sobrevivência do grupo. Neste sentido, a medida que a sociedade se desenvolveu foi criando mecanismos de auto regulação e proteção. Dentre os diversos órgãos destinados à proteção da vida em sociedade, estão aqueles destinados a atividade de combate a incêndios (NFPA e IAFC, 2004).

O primeiro corpo organizado de bombeiros surgiu em Roma no ano 22 a.C., o qual inicialmente era destinado apenas à atividade de combate a incêndios. Os corpos de bombeiros tiveram suas missões alargadas apenas durante a segunda guerra mundial em função das consequências para a população urbana, especialmente nos Estados Unidos da América e em países da Europa (MENEZES, 1998). Em território nacional, a existência dos Corpos de Bombeiros recebeu o disciplinamento da Constituição Federal nos ditames do Art. 144 (BRASIL, 1988).

Existindo sob o lema “vidas alheias e riquezas salvar”, os corpos de bombeiros apoiados na missão constitucional, atuam em diversas frentes, dentre as quais destacam-se a prevenção e combate a incêndio, a proteção, a busca e salvamento, o socorro médico de emergência pré-hospitalar, a proteção e salvamento aquáticos, as pesquisas científicas em seu campo de atuação funcional, o controle da observância dos requisitos técnicos contra incêndios de projetos de edificações antes de sua liberação ao uso, além das atividades educativas de prevenção de incêndio, pânico coletivo e de proteção ao meio ambiente (COELHO, 2009).

É verídico relatar que a diversidade de ações sob responsabilidade do corpo de bombeiros os expõe a diversas situações de risco. Essas situações, como por exemplo incêndios onde o cenário pode mudar com muita rapidez em função da interação complexa de múltiplos fatores como clima, temperatura,

vento, luminosidade, comportamento das pessoas envolvidas e desempenho dos equipamentos empregados, exigem que os bombeiros apresentem técnica apurada, conhecimentos alargados e dedicação fraterna (COELHO, 2009).

O principal elemento de proteção empregado nas atividades dos bombeiros são seus pesados equipamentos de proteção individual (EPI), os quais são compostos de uma roupa de duas peças confeccionado principalmente em mesclas de fibras aramidas intrinsicamente anti-chamas, capuz, capacete, luvas, botas e complementado por um equipamento autônomo de proteção respiratória (EPR) (NFPA, 2004). Na figura 01 é apresentado o peso acrescentado ao corpo do bombeiro com o uso do uniforme e EPI's da corporação.



Figura 01. Peso médio do uniforme mais equipamentos utilizados pelos bombeiros.

Segundo Moretti (2003, apud OLIVEIRA, 2008) em pesquisas laboratoriais na UNIFESP, mostrou que o uso de EPI e de EPR pelos Bombeiros resulta em sobrecarga que pode variar de 21 a 27 kg e redução da capacidade física cardiorrespiratória desses profissionais em até 30%. Outro ponto de atenção quanto ao uso dos EPIs é o seu efeito no sistema musculoesquelético em face da mudança de centro de gravidade e restrição de movimentos (SMITH, *et al.* 2008).

Se, por um lado, a ausência dos itens de proteção expõe os bombeiros aos diversos riscos de acidentes e lesões próprios dos ambientes das ocorrências

de incêndio, por outro, o aumento da proteção gera esforços adicionais com os quais terão que lidar, tais como o aumento do peso a ser carregado, perda do tato, da mobilidade e destreza e, em particular, o aumento do estresse fisiológico.

Sabe-se que nos últimos anos foram realizados grandes investimentos na aquisição de EPIs mais adequados as atividades dos bombeiros, porém os procedimentos e legislação internos ainda são carentes em se tratando da área de saúde e segurança do trabalho (SST). A exemplo do corpo de bombeiros do ES que adotam normativas internacionais, onde há maior conscientização dos riscos da atividade, muitas questões relacionadas as melhorias na segurança ainda não estão adequadamente esclarecidas (BRAGA, *et al.* 2016), dificultando as tratativas ao problema.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo relacionar, através de uma revisão sistematizada de artigos e entrevistas semiestruturadas os efeitos fisiológicos apresentados pelos bombeiros em decorrência do uso dos equipamentos de proteção individual nas ações de combate a incêndio.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.2 EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO

As condições térmicas ambientais são largamente relatadas em estudos científicos, os quais correlacionam seus efeitos ao desempenho das atividades humanas.

Segundo Dul *et al.* (2004) os fatores ambientais que contribuem para a condição de conforto ou estresse térmico são divididos em: i) fatores físicos que determinam as trocas de calor do corpo com o meio, temperatura do ar, temperatura radiante, velocidades do ar e umidade relativa; ii) fatores fisiológicos que referem-se a alterações na resposta fisiológica do organismo, resultantes da exposição contínua a determinada condição térmica; iii) fatores psicológicos, que são aqueles que se relacionam às diferenças na percepção e

na resposta a estímulos sensoriais; e iv) tipo de vestimenta utilizada, a fim de servir como barreira para a troca de calor.

Esses fatores podem ser intensificados nas regiões de climas muito quentes e úmidos, pois qualquer atividade realizada aumentará a produção de calor do corpo que podem ser agravados pelo tipo de vestimenta, ventilação insuficiente e a alta umidade relativa que dificultam a perda de calor para o meio (HACKEMBERG, *et al.*, 2001).

Além desses fatores, Ciocci (2004) relatou que a exposição em ambientes com temperatura e umidade alta pode causar câimbras, esgotamento, fadiga e até danos ao cérebro, podendo chegar à morte. O calor é um grande causador de estresse, e o grau de estresse pode variar de acordo com a idade, saúde, e características do corpo. Na tabela 01 estão ilustrados possíveis sintomas de stress térmico associado a intervalos de temperatura aparente ou índice de calor (IC).

Tabela 01. Possíveis sintomas de stress térmico associado a intervalos de temperatura aparente ou índice de calor (IC)

Temperatura Aparente	Nível de Perigo	Síndrome de Calor (Sintomas)
27° a 32°C	Atenção	Possível fadiga em casos de exposição prolongada e atividades físicas
32° a 41°	Muito cuidado	Possibilidade de câimbras, esgotamento e insolação para exposições prolongadas e atividade física
41° a 54°C	Perigo	Câimbras, insolação, e esgotamento prováveis. Possibilidade de dano cerebral (AVC) para exposições
Superior à 54°C	Extremo perigo	Insolação e Acidente Vascular Cerebral (AVC) iminente

Fonte: Ciocci (2004).

Essas situações de estresse térmico podem ser medida através de índices que informam da qualidade ambiental do local de trabalho: i) Sobrecarga térmica é avaliado pelo índice WBGT1 - Norma ISO 7243 -1989; ii) Conforto térmico é medido através dos índices PMV2 e PPD3 - Norma ISO 7730 -1994;

e iii) NR -15 - ANEXO 3 - MT/1978 - Limites de tolerância para exposição ao calor.

Quando analisados trabalhadores que se encontram em ambiente de trabalho sobre influência de radiação solar e calor, percebe-se que as reações orgânicas provocadas por temperaturas elevadas provocam alterações desde fadiga até o aparecimento de sérias perturbações psicológicas que podem conduzir ao esgotamento e prostração (ASTETE *et al.*, 1989).

Essas alterações podem apresentar-se em nível de menor complexidade, como cansaço e sonolência, redução do desempenho físico e aumento de erros devido à perda de atenção e concentração (KROEMER *et al.*, 2005). Entretanto, podem tornar-se perigosas quando as reações físicas e a perda de concentração provocarem acidentes de trabalho e lesão térmica. Isto ocorre porque o organismo humano não suporta variações acima de 4°C em sua temperatura interna sem queda da capacidade física e mental do indivíduo (GALLOIS, 2002). Esses efeitos da hipertermia causam a chamada síncope pelo calor, que acontece quando os órgãos internos não recebem oxigênio suficiente. Os mais atingidos são o cérebro e o coração (site DPUNION⁴).

Estudos da NASA *apud* Ciocci (2004) apontaram para perdas na produtividade quando há excesso de calor no ambiente de trabalho (Tabela 02). O relatório descreve que quando a temperatura da área de trabalho atinge 30°C a produtividade cai cerca de 20% e há um aumento de 75% na frequência de erros.

Tabela 02. Relação da temperatura com produtividade e frequência de erros

Temperatura (°C)	26	28	30	32	34	36	38	40
Produtividade (%)	-6,5	-12,5	-20,00	-28,5	-39,0	-51,0	-64,5	-76,5
Frequência de erros (%)	+3,5	+12	+75	+270	+550	+700	-	-

Fonte: Ciocci, 2004.

⁴<https://www.dpunion.com.br/blog/temperaturas-altas-podem-trazer-riscos-fisicos-aos-trabalhadores/>

Não esquecendo que altos índices de temperaturas favorecem, ainda, a rápida desidratação do trabalhador, que é reconhecida como uma doença potencialmente grave que se caracteriza pela baixa concentração não só de água, mas também de sais minerais e líquidos orgânicos no corpo, a ponto de impedir que ele realize suas funções normais.

Além dessas questões mais agudas, as temperaturas altas podem trazer riscos físicos aos trabalhadores também em longo prazo. O desequilíbrio hídrico, ou seja, a perda excessiva de água, causa o envelhecimento precoce do organismo, percebidos principalmente pelo envelhecimento da pele, mas também por esgotamento do sistema muscular e vascular (site DPUNION). A depressão pode atingir o trabalhador que se sujeitar a esse regime durante um tempo prolongado, devido à redução das atividades cerebrais causadas pela falta de oxigênio no cérebro.

1.3 EFEITOS FISIOLÓGICOS NOS BOMBEIROS

Levantamentos do ano de 2008 nos Estados Unidos apontam que cerca de 25% de todas as mortes ocorridas naquele país se deviam a parada cardíaca. Quando observado separadamente o grupo populacional “bombeiro”, 45% das mortes ocorridas em serviço foram diretamente ligadas a uma parada cardíaca súbita. (KUNG et al, 2008 e ESFA,202 *apud* SMITH, 2008).

No Brasil, Santos (2014) em um estudo baseado em autópsias na cidade de Ribeirão Preto (SP), analisou retrospectivamente 4501 relatórios exarados entre os anos de 2006 e 2010 buscando identificar os casos de morte súbita cardíaca. Neste estudo foi apontado uma taxa de 20% de mortes súbitas por parada cardíaca no período. O valor apresentado é compatível com o estudo norte americano para a população em geral.

Infelizmente, os Corpos de Bombeiros no Brasil não dispõem de estatísticas desse nível. Sabe-se, apenas, que um estudo prospectivo regressivo baseado nos atestados de óbitos está sendo elaborado pelo Corpo

de Bombeiros Militar do Espírito Santo, com o objetivo de traçar o perfil de mortalidade dentre os bombeiros dessa região.

Na ausência de estudos brasileiros e baseando-se na similitude de dados encontrado em estudos posteriores, abaixo apresenta-se dados de um estudo norte-americano que demonstra que as fatalidades cardiovasculares em bombeiros podem ocorrer em indivíduos com doenças cardiovasculares subjacentes, diagnosticadas ou não, e que a probabilidade de ocorrência se eleva após as atividades de supressão de incêndios.

1.3.1

O Estudo de Illinois

A universidade de Illinois nos Estados Unidos publicou em 2008 um estudo intitulado "*Fatalidades e lesões em bombeiros: O papel do estresse térmico e o EPI*" (livre tradução).

O estudo foi dividido em duas fases. Na primeira chamada de fogo real os participantes executavam um combate a incêndio simulado. Na segunda, eram levados ao laboratório de pesquisa cardiovascular para obtenção de dados em repouso. Um dos objetivos seria comparar o uso de dois modelos de EPIs, se haveria diferença nos resultados fisiológicos e na interação deste equipamento e as atividades de combate a incêndios.

Essa pesquisa contou com 122 bombeiros masculinos divididos igualmente entre profissionais e voluntários. Os bombeiros foram selecionados após um questionário que buscou determinar e excluir da amostra os portadores de arteriosclerose ou ainda que estivessem sob o efeito de medicações que afetassem parâmetros sanguíneos, principalmente anticoagulantes.

O teste de fogo real consistiu em simular atividades típicas de bombeiros numa edificação de dois andares dedicada a treinamentos operacionais contra incêndios. Durante os testes a temperatura ambiente a nível médio foi mantida em cerca de 80°C. Os bombeiros testaram igual e aleatoriamente dois tipos de equipamentos de proteção, o atualmente utilizado pelas corporações e um

Revista FLAMMAE

Revista Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco

Seção 2 – Artigos de Opinião

Artigo publicado no Vol.04 Nº10 - Edição de JUL a DEZ 2018 - ISSN 2359-4837(online)

Versão on-line disponível em: <http://www.revistaflammae.com>.

modelo mais avançado proveniente do projeto HERO. O projeto HERO é mais leve e apresenta uma menor isolamento térmica do que o equipamento padrão, conta com tecidos de algodão retardante ao fogo, capuz em uma mescla de aramida mais macia, bota de couro mais leves, capacete de menor volume e peso e principalmente, um sistema inovador que conduz o ar exalado da peça facial para o interior do casaco buscando aperfeiçoar a dissipação de calor. Este conjunto, sem a proteção respiratória, pesava em torno de 9,5 kg.

Uma vez realizadas as atividades que duravam cerca de 18 minutos eles eram entrevistados e respondiam a perguntas relativas seu estado físico, mental e emocional. Dados fisiológicos como temperatura corporal, frequência cardíaca, oxigenação sanguínea e concentração de dióxido e monóxido de carbono foram obtidos.

As figuras 02 e 03 apresentam os dois modelos testados. A primeira o modelo tradicional e atualmente em uso em todas as unidades de bombeiros e a segunda o modelo advindo do projeto HERO que é mais leve demandando menos fisiologicamente, além de prover proteção adicional contra agentes químicos, biológicos e nucleares.



Figura 02. Modelo de EPI tradicional.

Fonte: <https://www.facebook.com/bombeirosmilitares>



Figura 03. Modelo de EPI oriundo do Projeto Hero.

Fonte: Federal Emergency Management Agency (FEMA).

De forma geral, as alterações fisiológicas parecem resultar do fato de que as atividades de combate a incêndios serem desenvolvidas em ambiente muito quente. Entretanto, pouca diferença foi demonstrada entre os dois modelos de EPIs utilizados.

Na tabela 03, apresenta-se os dados de temperatura e frequência cardíaca em dados médios, na qual poderá ser observado que não houve variação significativa entre os dois modelos de EPI, exceto na temperatura dos braços e pescoço, o que é explicado pelo menor isolamento térmico apresentado pelo projeto HERO.

Tabela 03. Resposta fisiológica à atividade de combate a incêndios

	Pré-teste	Pós-teste
Temperatura do núcleo corporal	37,6 °C	38,3 °C
Temperatura do pescoço	33 °C	38,11 °C
Temperatura dos braços	32,6 °C	37,8 °C
Frequência Cardíaca	94,5 BPM	169,1BPM

Os resultados dos testes de avaliação do sangue também não foram afetados pelo modelo do EPI, mas se mostraram influenciados pelo tempo de exposição. A principal alteração notada se deveu a acentuada desidratação com uma redução do volume plasmático⁵ da ordem de 9,1% resultando em hemoconcentração⁶.

Outro resultado importante foi a identificação de alteração no sistema de controle da coagulação sanguínea. Em situação normal haveria um equilíbrio entre os mecanismos de formação e destruição de coágulos. Um aumento no potencial de formação de coágulos está diretamente ligado à ocorrência de um evento cardíaco repentino.

⁵ O plasma corresponde a cerca de 55% do volume do sangue e é constituído por cerca de 90% de água.

⁶ Aumento da concentração de elementos figurados devido à redução do volume de plasma

Os exames realizados demonstraram um aumento da presença de protrombina⁷ e uma inibição das atividades fibrinolíticas⁸ pós-atividades de combate a incêndios. Uma vez que esses mecanismos não são alterados por exercícios físicos, os resultados demonstraram uma resposta exclusiva desse sistema a atividade de bombeiro consistente com o aumento do potencial de coagulação.

Esse aumento do potencial de coagulação pode vir a ser umas das explicações do alto índice de morte súbita em bombeiros devido a infartos durante o atendimento de ocorrências.

1.4

SISTEMAS DE ARREFECIMENTO

INDIVIDUAL

Como verificado no estudo anterior, o aumento da temperatura corporal é sem dúvida um resultado da atividade intensa associado ao uso do EPI e o ambiente inóspito dos incêndios. De forma a buscar uma maneira efetiva de reabilitar rapidamente os bombeiros, estudos foram realizados buscando estabelecer o melhor procedimento de se dissipar rapidamente o calor retido no corpo de forma que este tenha maior durabilidade no cenário de sinistro.

A seguir apresentaremos duas técnicas que se mostraram mais adequadas para o fim preestabelecido:

- i) A recuperação passiva é um método prático, simples e econômico. O bombeiro deverá ter acesso a uma área resguardada e fresca e a possibilidade de beber água para reidratação. Esta técnica consiste na remoção do equipamento de respiração e dos equipamentos de proteção individual. Mas apenas pode ser benéfica em condições onde a temperatura ambiente é baixa, possivelmente nos meses de inverno, não devendo ser aplicada em climas mais quentes ou durante os meses de verão.

⁷ Proteína plasmática inativa, precursora da trombina e essencial para a coagulação sanguínea;

⁸ A fibrinólise é um processo que evita que os coágulos sanguíneos cresçam e se tornem problemáticos

ii) A recuperação ativa em condições ambientais quentes pode ser a única opção viável para reduzir a tensão térmica e cardiovascular, associada ao uso do equipamento de proteção individual e aparelho de respiração por extensos períodos de tempo. Esta estratégia de recuperação é utilizada essencialmente nos períodos de repouso do indivíduo e tem a capacidade de aumentar significativamente o tempo total de trabalho e tolerância ao calor dos bombeiros (SELKIRK *et al.*, 2004).

Segundo Barr *et al.* (2009) a recuperação ativa subdivide-se em três métodos de arrefecimento: Sistema de arrefecimento por convecção forçada; Sistema de arrefecimento através de água; Sistema de arrefecimento através de gelo (Figura 04).



Figura 04. Estratégias de recuperação ativa: a) sistema de arrefecimento por convecção forçada; b) imersão das mãos e antebraços; e c) colete de arrefecimento.

Fonte: Adaptado de Barr *et al.*, 2009.

O sistema de arrefecimento por convecção forçada (Figura 04A) baseia-se essencialmente no uso de um ventilador para movimentar o ar, provocando um arrefecimento no indivíduo por evaporação do suor. No entanto, para que tal aconteça a temperatura do ar tem que ser inferior à temperatura da pele (JUDGE, 2003; BARR *et al.*, 2009). Este é um método simples e econômico

capaz de promover a perda de calor por convecção. Estudos realizados mostram que o uso de ventiladores como uma forma de arrefecimento constitui um método eficiente na redução do estresse fisiológico do bombeiro, reduzindo significativamente a frequência cardíaca e a temperatura profunda do corpo após um período de trabalho com a duração de 10 minutos (BARR *et al.*, 2009).

O sistema de arrefecimento através da água (Figura 04B) atua principalmente nas zonas do corpo humano onde existe maior concentração de anastomoses arteriovenosas, que é na zona dos pés, mãos e antebraços (MAGALHÃES *et al.*, 2001; BARR *et al.*, 2009). A aplicabilidade deste método procede-se à imersão das mãos e antebraços do indivíduo num recipiente com água a uma temperatura de 10 a 20°C. Este método é eficaz na redução da tensão provocada pelo calor nos bombeiros, com a maior perda de calor a ocorrer nos primeiros 10 minutos de imersão (HOUSE, 1998; GIESBRECHT *et al.*, 2007; BARR *et al.*, 2009), permitindo a redução da temperatura cutânea e simultaneamente a refrigeração do sangue que retorna à zona central do corpo, reduzindo assim a temperatura profunda do corpo. Contudo, para que este método seja bem-sucedido é essencial que o fluxo sanguíneo seja mantido de modo a garantir a redução da temperatura do corpo. É um método simples e fácil de utilizar devido à acessibilidade de água da torneira que geralmente está a uma temperatura de 15 a 20°C. No entanto, se água estiver a uma temperatura igual ou superior a 20°C, as mãos e antebraços devem estar totalmente submersos para que a eficácia deste método de arrefecimento seja elevada (GIESBRECHT *et al.*, 2007; BARR *et al.*, 2009).

No arrefecimento através de gelo (Figura 04C) geralmente são utilizados coletes de arrefecimento. Estes podem conter blocos de gelo ou um material de mudança de fase e têm como objetivo atenuar a temperatura retal e da pele, operando por condução. Tradicionalmente são utilizados cerca de 10 minutos antes de dar início ao exercício, com o intuito de reduzir o nível cardiovascular e de termorregulação e aumentar a capacidade de exercício durante a

exposição ao calor (BARR *et al.*, 2009). O uso destes durante os 40 minutos que precedem o início da atividade demonstrou ter benefícios fisiológicos para os bombeiros, apresentando uma redução da temperatura profunda do corpo de cerca 0,7°C, após 30 minutos de trabalho no calor de moderada intensidade (BARR *et al.*, 2009).

1.4.1

Comparação e análise das técnicas

de arrefecimento

Sabe-se que diversos métodos de arrefecimento têm sido estudados com o objetivo de restaurar o equilíbrio fisiológico no menor tempo possível após a exposição ao calor, de modo a reduzir a carga térmica e aumentar a eficácia operacional do bombeiro. Porém, muitas das tecnologias utilizadas não são práticas e nem eficazes na redução da temperatura profunda do corpo durante o período de recuperação (HONEYWELL, 2009; MENDES, 2009).

Quanto aos métodos de arrefecimento supracitados, constata-se que o método por imersão das mãos e antebraços é mais eficiente na redução da temperatura do corpo, verificando-se uma menor variação da temperatura retal após o primeiro período de trabalho, comparativamente ao método de arrefecimento por convecção forçada (Figura 05).

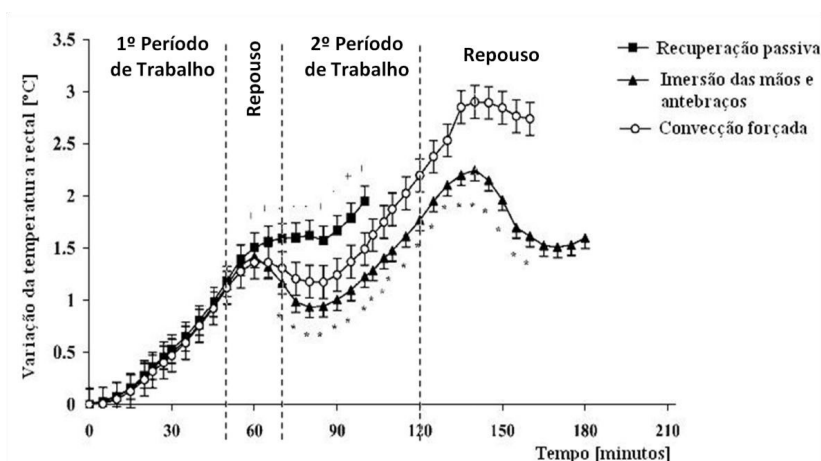


Figura 05. Variação da temperatura retal em função do tempo e comparação entre as técnicas de imersão das mãos e antebraços, convecção forçada e recuperação passiva.

Fonte: Adaptado de McLellan e Selkirk, 2006.

Em outro estudo, BARR *et al.* (2009) submeteram bombeiros a várias atividades simuladas de busca e salvamento num edifício em chamas e examinaram os efeitos do uso de um colete de arrefecimento em conjunto com o método de arrefecimento por imersão das mãos e antebraços durante um período de recuperação de 15 minutos. Concluíram que a estratégia de arrefecimento combinada apresenta melhores resultados na redução da temperatura profunda do corpo, temperatura da pele e da frequência cardíaca, comparativamente a resultados de outros autores com recurso à utilização destas estratégias separadamente.

2. METODOLOGIA

Com o propósito de cumprir com os objetivos dessa pesquisa, foi elaborado um questionário online, com o uso da ferramenta de planilhas do Google (Google docs). O link foi disponibilizado via mensagem eletrônica aos militares que voluntariamente responderam o questionário semiestruturado. O objetivo foi verificar, do ponto de vista dos bombeiros que atuam diretamente no incêndio, se já sentiram ou viram algum colega sentir qualquer agravo decorrente do calor e se possuíam conhecimento acerca de protocolos ou ações destinadas a mitigação desses agravos a saúde.

O questionário ficou disponível para acesso de 04 a 20/04/2018 e teve um total de 362 participações. Esse montante representava naquele momento 31,02% do efetivo total do Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo. Quando retirado deste total somente o quantitativo de bombeiros exercem exclusivamente a atividade de atendimento a emergências, temos 341 participações, o que corresponde a 61,62%. A tabela 04 apresenta o perfil geral dos participantes.

Tabela 04. Dados gerais dos participantes da pesquisa quantitativa

Revista FLAMMAE

Revista Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco

Seção 2 – Artigos de Opinião

Artigo publicado no Vol.04 Nº10 - Edição de JUL a DEZ 2018 - ISSN 2359-4837(online)

Versão on-line disponível em: <http://www.revistaflammae.com>.

Perguntas	Variável	Frequência	%	Média
Posto/Graduação	Major	02	0,5	--
	Capitão	06	1,6	
	Tenentes	17	4,7	
	Subtenente	10	2,8	
	Sargentos	110	30,4	
	Cabo	153	42,3	
	Soldado	64	17,7	
Sexo	Masculino	316	87,3	--
	Feminino	46	12,7	
Idade	Até 25 anos	9	2,4	35 anos
	26 a 30	102	28,1	
	31 a 35	122	33,7	
	36 a 40	51	14,1	
	41 a 45	43	11,8	
	46 a 55	36	9,9	
Tempo de serviço no CBMES	Até 5 anos	45	12,4	11,7 anos
	6 a 10	178	49,1	
	11 a 20	82	22,6	
	21 a 25	35	9,6	
	26 a 30	51	5,8	
	Mais de 30	2	0,5	
Tempo de serviço exclusivo no atendimento a emergências	Até 5 anos	118	32,6	9,3 anos
	6 a 10	138	38,1	
	11 a 20	76	21,0	
	21 a 25	20	5,5	
	26 a 31	10	2,8	

Conforme a tabela acima, os participantes foram majoritariamente homens o que corresponde à realidade do efetivo do CBMES. Cerca de 76% dos participantes tem entre 26 e 40 anos de idade, sendo, portanto, um efetivo relativamente jovem. Quanto a experiência 49% do efetivo pesquisado possui entre 6 a 10 anos de serviço. O tempo médio de experiência exclusivamente dedicado ao atendimento de emergências foi de 9,3 anos e 90,4% dos participantes são compostos de soldados, cabos e sargentos que são os níveis hierárquicos que compõem as equipes de atendimentos emergenciais. O

gráfico 01 apresenta a distribuição conforme função exercida durante as emergências.

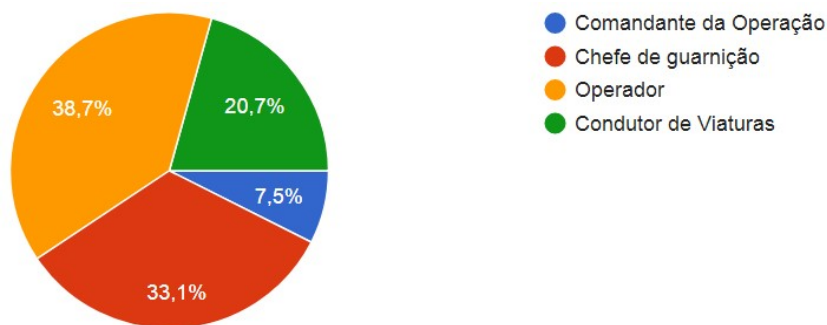


Gráfico 01. Distribuição do efetivo por função nas emergências

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Além das perguntas de identificação, a pesquisa era composta de 07 perguntas direcionadas a determinar o EPI utilizado, os efeitos advindos do uso do EPI, qual o tempo médio de atuação de um bombeiro e se existe e é conhecido algum procedimento operacional que vise mitigar tais efeitos deletérios. Abaixo segue a discursiva sobre os questionamentos abordados.

Quanto perguntado sobre a necessidade de revezamento nas emergências, aproximadamente 80% dos entrevistados afirmaram que precisam de revezamento em até uma hora. Desta forma, fica evidente a necessidade de se programar pausas nestes períodos para que os bombeiros possam se recuperar e manter o ritmo de trabalho (Gráfico 02).

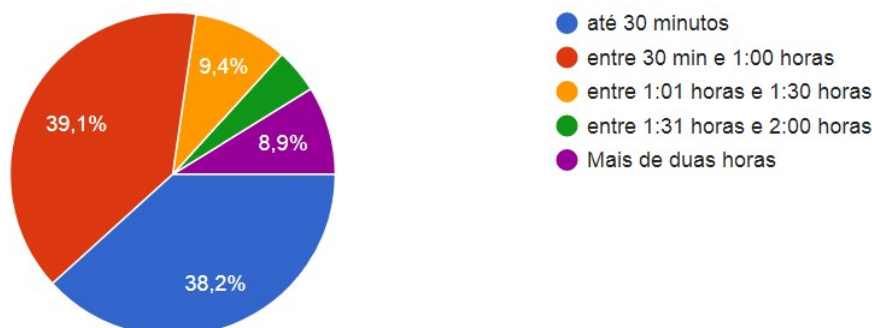


Gráfico 02. Média de tempo de atuação em combate a incêndio estrutural sem revezamento

Quanto a utilização de EPI na gráfico03 apresenta-se o percentual de adesão.

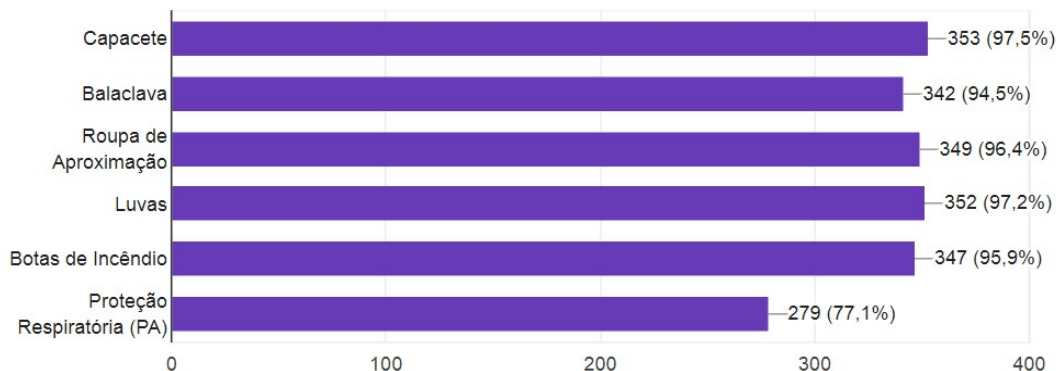


Gráfico03. EPIs mais utilizados no combate de incêndios urbanos

É possível observar que a proteção respiratória é a de menor adesão, o que pode estar relacionado ao peso, o esforço respiratório adicional e principalmente, a dificuldades logísticas no enchimento dos cilindros no local das ocorrências.

Quanto aos sintomas causados pela exposição do corpo humano a altas temperaturas 88,7% dos entrevistados relataram já terem sentido fadiga intensa, 74% relataram perda acentuadas do desempenho físico e 77,6% relataram desidratação. Esses resultados corroboram com os estudos citados na revisão bibliográfica (Gráfico 04).

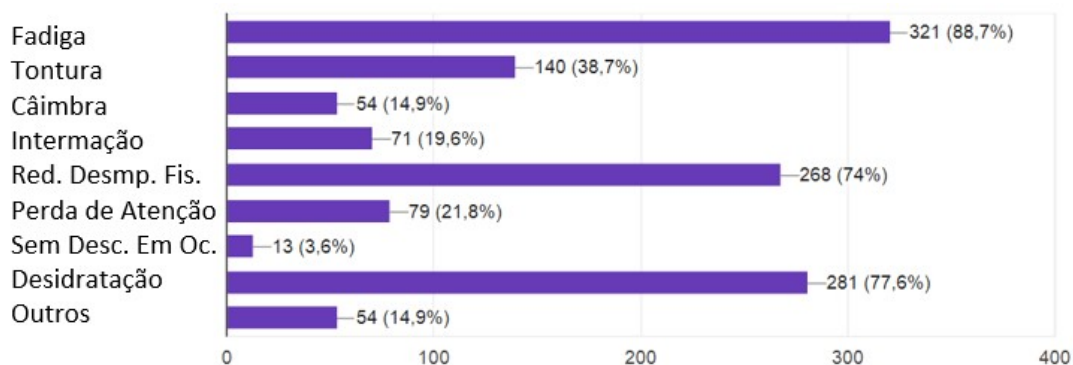


Gráfico04. Lista dos efeitos fisiológicos mais comuns decorrentes da exposição ao calor intenso.

Sobre a adoção de medidas mitigadoras pelos gestores da emergência é possível observar que mais de 70% dos entrevistados tem a percepção de que se é tomada decisões corretas para tal finalidade (Gráfico 05).

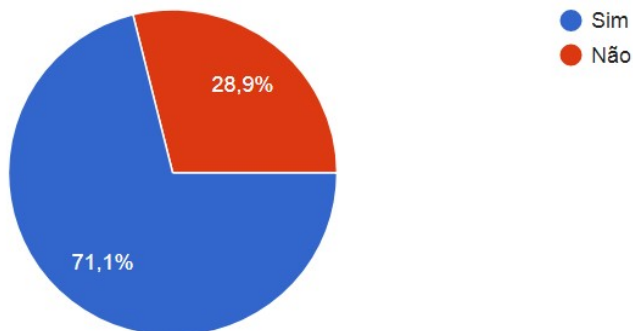


Gráfico 05. Adoção de medidas pelos gestores para minimizar os efeitos fisiológicos nos bombeiros em atuação

Quanto ao grau de percepção sobre a ligação entre o desconforto causado pelo EPI atualmente utilizado e os efeitos do estresse térmico apontado anteriormente, os bombeiros entendem, em sua maioria que o EPI é fator determinante para os efeitos deletérios sentidos durante um atendimento a emergência (Gráfico 06).

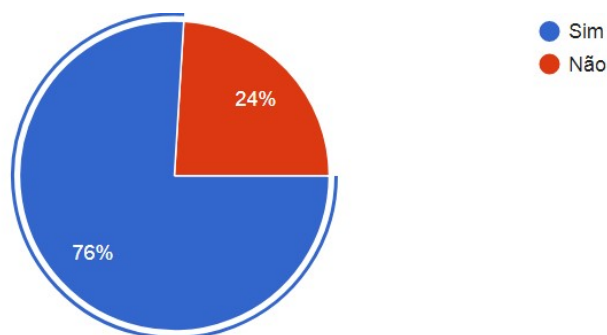


Gráfico06. Percepção entre a relação do estresse térmico e o uso do EPI

Acerca do conhecimento sobre a existência ou não de um procedimento operacional que estabeleça os padrões de intervalos de descanso e recuperação, cerca de 60% dos entrevistados responderam que existe ou não sabiam informar. Sabe-se que esse tipo de procedimento não existem no

Corpo de Bombeiros do Espírito Santo, portanto a maioria dos entrevistados podem ter sido influenciada pelas ações tomadas dos gestores das emergências (Gráfico 07). Isso fica evidente quando separamos a amostra e tomamos a resposta somente dos oficiais que atuam na função de comando, pois de um total de 24 oficiais, somente um afirmou ter conhecimento de um procedimento padrão.

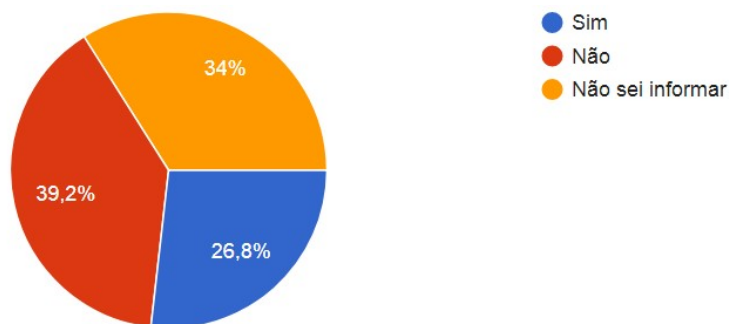


Gráfico 07. Conhecimento sobre a existência do Procedimento Operacional Padrão

Quanto a estrutura logística apropriada o mesmo “erro” no resultado foi encontrado demonstrando haver um desencontro de informações a esse respeito dentro da estrutura funcional da corporação (Gráfico 08).

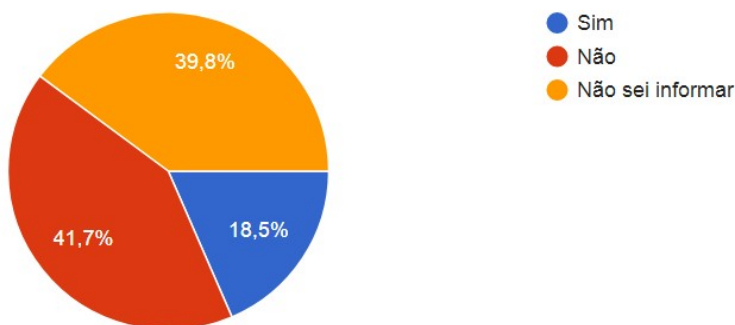


Gráfico 08. Existência de estrutura logística operacional voltada à manutenção das condições de trabalho dos bombeiros em ocorrências prolongadas

Ressalta-se que a amostra pesquisada foi em sua maioria absoluta composta das graduações de sargentos, cabo e soldados, que são por sua natureza os executores das ações de resgate e por isso os mais afetados diretamente pelo objeto da pesquisa, os efeitos adversos provenientes do uso do EPI necessário para essas atividades.

Resumidamente, as informações apresentadas dão conta de que mais de 88% apresentou fadiga durante o trabalho e mais de 70% do efetivo já experimentou algum grau de desidratação durante uma ocorrência e que segundo a percepção dos próprios bombeiros, está se dá em função do uso do EPI necessário para essas atividades que, se por um lado protege das altas temperaturas de um incêndio, por outro gera um acúmulo de calor que acelera o processo de desidratação que pode levar ao diversos outros sintomas listados. Desta forma, fica clara a necessidade de adoção de medidas que previnam a desidratação e a fadiga adiantada.

Uma vez determinado que pausas para descanso e reidratação são a solução possível e imediata a serem adotadas, visto que melhorias no EPI (projeto HERO) não surtiram o efeito desejado, a segunda questão a ser respondida seria com que periodicidade deve-se priorizar essas pausas de reabilitação. Os bombeiros entrevistados informaram que o período máximo de 1 hora era possível atuar sem que houvesse um revezamento.

Ainda sobre o tempo de trabalho sem revezamento, 39% do público pesquisado aponta que uma pausa logo após trinta minutos de trabalho seria adequada e outros 38% apontam logo após uma hora. Desta forma, um procedimento que priorize a minimização da fadiga acentuada e da desidratação deve prever pausas obedecendo esses intervalos, ou seja, um intervalo curto aos trinta minutos e outro um pouco mais prolongado após uma hora de trabalho.

4. PROPOSIÇÕES

Conforme observado na pesquisa não há procedimento operacional padrão (POP) estabelecido no Corpo de Bombeiros, ficando a cargo do gestor da emergência as decisões quanto a conveniência de estabelecer ou não uma área de recuperação. Tal deficiência poderia ser suprida pelo estabelecimento de POP dedicado a estabelecimento e operação de áreas de reabilitação.

Os POP's devem ser implementados para garantir que as operações de reabilitação comecem sempre que as operações de emergência representem o risco de forçar o pessoal além de um nível seguro de resistência física ou mental.

Há de se registrar que os procedimentos operacionais devem ser usados como guias para a tomada de decisão, mas não pode ser percebido como um substituto a experiência do comandante de operações pois por mais completo que seja o procedimento, certamente no cenário haverá situações diversas das contempladas no procedimento e este pode acabar por impedir uma tomada de decisão rápida e eficiente do comandante.

Como não há lei ou padrão brasileiro que estabeleça critérios específicos para quando estabelecer operações de reabilitação, os procedimentos a seguir foram elaborados tomando por base as orientações contidas na norma NFPA 1584 - *Standard on the Rehabilitation Process for Members During Emergency Operations and Training Exercises* (ed. 2015) (Padrão para o Processo de Reabilitação de Membros durante Operações de emergência e Exercícios de Treinamentos).

i) Procedimentos Operacionais (POP nº1):

A guarnição de bombeiros deve auto reabilitar-se (descansar com hidratação) por pelo menos 10 minutos após o esgotamento de um cilindro EPR de 30 minutos ou após 20 minutos de trabalho intenso sem usar um EPR.

O Chefe de Operações ou de Guarnição presente no local deve garantir que todos os bombeiros designados para operarem na área quente do incidente estejam fisicamente aptos antes de retornar as operações.

ii) Procedimentos Operacionais (POP nº2):

A guarnição inteira, incluindo seu chefe, deve entrar em uma área de reabilitação formal, receber reidratação adequada, ser avaliadas medicamente

e descansar por um mínimo de 20 minutos após qualquer uma das seguintes atividades:

- Depleção de dois cilindros EPR de 30 minutos;
- Esgotamento de um cilindro EPR de 45 ou 60 minutos;
- Sempre que utilizarem roupas químicas de proteção nível A; e
- Após 40 minutos de trabalho intenso sem EPR.

É importante que as operações de reabilitação funcionem sob o guarda-chuva da estrutura do Sistema de Comando de Incidente (SCI), que será responsável por avaliar, segundo os POP's já apresentados, pela sua instalação ou não. E, uma vez instalada, que todas as decisões estratégicas e táticas sejam tomadas levando em conta sua existência e necessidades operativas. Além disso, deve o comandante garantir que haja na área destinada a recuperação materiais necessários para adotar o método por imersão das mãos e antebraços, por ser considerado mais eficiente na redução da temperatura do corpo conforme explicitado acima.

5. CONCLUSÃO

Os estudos apresentados demonstraram que a atividade de combate a incêndios é fisicamente demandante e capaz de alterar a fisiologia do bombeiro de forma única e diferenciada. Além disso, o EPI, devido a seu peso pode alterar o centro de gravidade corporal sendo também causa de acidentes e lesões permanentes do sistema musculo esquelético.

A pesquisa mostrou também que em caso de grandes sinistros, com duração superior a duas horas de combate à incêndios, é comum a ocorrência de revezamentos mas não de forma organizada e preventiva. Este ocorre por iniciativa de alguns e principalmente, num momento em que o bombeiro já está em um grau de estafa que torna sua recuperação mais demorada e custosa em termos fisiológicos.

O protocolo proposto visa então, proporcionar um modelo padronizado de intervalos regulares de recuperação que darão ao bombeiro plena condição

de trabalho durante todo o período o que resulta em última análise num aumento da segurança das operações.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAE STANDARD 55-1992, **Thermal environment conditions for human occupancy**, ver 2003

ASTETE, M. W.; GIAMPAOLI, E.; ZIDAN, L. N.. **Riscos físicos**. São Paulo, SP: Fundacentro, 1989.

CIOCCI, Marcus V. Reflexos do Excesso de Calor na Saúde e na Redução da Produtividade. Add Eletronics, Compilado a partir das publicações: **Excessive Heat and Worker Safety**—Universidade da Pensilvânia e NASA, 2004.

COELHO, L. C. A. **A gestão de situações críticas e os bombeiros**. 2009.

Disponível em:

<<http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/625/378>>. Acesso em 13 set. 2017.

DE CAMARGO. Maristela Gomes; FURLAN. Maria Montserrat Diaz Pedrosa. Resposta fisiológica do corpo às temperaturas elevadas: exercício. extremos de temperatura e doenças térmicas. **Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 2, 2011.

DO RIO, Rodrigo Pires; PIRES, Licínia. **Ergonomia:fundamentos da prática ergonômica**. LTr, 2001.

DUL, J.; WEERDMEEESTER, B.. Ergonomia prática. 2. ed.. São Paulo, SP: Blücher, 2004.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. **Educar em Revista**, n. 16, p. 181-191, 2000.

FEDERAL. Senado. Constituição da república federativa do Brasil. **Brasília: Senado**, 1988.

FEMA: Federal Emergency Management Agency. **Emergency Incident Rehabilitation**. 2008. U.S. Fire Administration. Feb-2008.

FLESCH, J. B.; BEYER, P. O..**Avaliação do conforto e stress térmico em uma lavanderia hospitalar**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 2003, Curitiba. Anais... Curitiba, PR: [S. n.], 2003. p. 322-329.

GALLOIS, Nelson Simões Pires et al. **Análise das condições de stress e conforto térmico sob baixas temperaturas em indústrias frigoríficas de Santa Catarina**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Disponível em:

http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR600452_9449.pdf.

Acessado em 27 set. 2017

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11. ed.. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2006.

GÜNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

HACKENBERG, A. M.; PEREIRA, J. T. V.; LIMA FILHO, E. C. **A influência das variáveis ambientais e pessoais nas sensações térmicas dos trabalhadores fabris e as recomendações da bioclimatologia**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, Campinas. Anais... Campinas, SP: [S. n.], 2001. p. 1-8.
ILDA, Itiro; WIERZZBICKI, Henri AJ. **Ergonomia. Projeto e produção**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

Judge, J., **“Thermal Stress”, ITEC 471,2003**. Disponível em : <<http://www.public.iastate.edu>>. 17 jan. 2018.

HOUSE, J. R., **“Reducing heat strain with ice-vests or hand immersion”**, Environmental Medicine Unit, Institute of Naval Medicine (INM), Gosport, PO122DL,UK, 1996

HONEYWELL, **“Kore Kooler Rehab Chair”**, Honeywell First Responder Products, formerly by Total Fire Group, 2009.

KROEMER, Karl HE; GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Bookman Editora, 2005.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P.. **Conforto térmico e stress térmico**. Florianópolis, SC: UFSC/LabEEE, 2002

LARSEN. Brianna et al. Simulated firefighting task performance and physiology under very hot conditions. **Frontiers in physiology**, v. 6, p. 322, 2015.

MENDES, R. J. P. , **“Exposição Térmica em Incêndios Florestais – Vestuário de Proteção e Condições de Trabalho de Bombeiros”**, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2009.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION et al. NFPA 1584, **Standard on the Rehabilitation Process for Members During Emergency Operations and Training Exercises**. National Fire Protection Association, 2008.

NFPA, N. F. P. A.; IAFC, I. A. O. F. C. **Fundamentals of Fire Figther Skills**. Sudbury, Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers, 2004.

Normas Regulamentadoras. Disponível em:<<http://conexaobombeiro.blogspot.com.br/2016/03/normas-regulamentadoras-nrs-o-que-sao-e.html>>. Acesso em 27 abr. 2017.

OLIVEIRA, Raul Santo de. **Relação da aptidão física expressa pelos componentes composição corporal e cardiorrespiratório com nível de estresse de bombeiros do serviço de resgate da polícia militar do estado de São Paulo**. 2008.

Revista FLAMMAE

Revista Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco

Seção 2 – Artigos de Opinião

Artigo publicado no Vol.04 Nº10 - Edição de JUL a DEZ 2018 - ISSN 2359-4837(online)

Versão on-line disponível em: <http://www.revistaflammae.com>.

SANTOS, Neri dos; FIALHO, Francisco. **Manual de análise ergonômica do trabalho**. Curitiba: Gênese, v. 2, p. 316, 1997.

SANTOS, I. I. K. **Aspectos ergonômicos relacionados à atividade de socorro público pré-hospitalar**. (São José: Universidade do Vale de Itajaí, 2008. Monografia apresentada ao curso superior de tecnologia em gestão de emergências). Universidade do Vale de Itajaí, 2008.

SELKIRK, Glen A.; MCLELLAN, Tom M.; WONG, J. Active versus passive cooling during work in warm environments while wearing firefighting protective clothing. **Journal of occupational and environmental hygiene**, v. 1, n. 8, p. 521-531, 2004.

SILVA, Alexandre Pinto, ERGONOMIA INTERPRETANDO A NR 17: **Manual Técnico e prático para a interpretação da Norma Regulamentadora da nº 17** – 2ª edição – Bauru, SP: LTr, 2016.

SMITH, D. L; et al. **Firefighter fatalities and injuries: the role of heat stress and PPE**. Firefighter Life Safety Research Center, Illinois Fire Service Institute, University of Illinois, 2008.

ROCHA, Marcius, **NR 17 Comentada**. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/3340832/marcius-rocha---nr-17-comentada>. Acesso em 15 dez. 2017.

Temperaturas altas podem trazer riscos físicos aos trabalhadores. Disponível em: <<https://www.dpunion.com.br/blog/temperaturas-altas-podem-trazer-riscos-fisicos-aos-trabalhadores>>, >, Acesso em 27 set. 2017.