

CONTROLE DA TEMPERATURA CORPORAL DURANTE O COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL: REVISÃO DE LITERATURA

Felipe Campos Raimundo¹

<https://orcid.org/0009-0008-0293-8103>

Ricardo Alves Barbosa²

<https://orcid.org/0009-0007-4830-9225>

RESUMO

O incêndio florestal pode ser definido como a combustão incontrolável em determinada vegetação. A atividade de combate a incêndio florestal pode submeter o indivíduo a diversas adversidades; entre elas, cita-se o estímulo térmico oriundo das chamas. Para controlar o calor presente no ambiente, necessita-se de que o aparelho termorregulatório do indivíduo seja capaz de diminuir a temperatura do corpo; no entanto, em algumas situações, os mecanismos de arrefecimento corporal podem não ser suficientes. Conseqüentemente, pode ser necessário intervenções externas para evitar temperaturas elevadas e deletérias. Assim, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura narrativa das estratégias para prevenção e tratamento do estresse térmico corporal nos combates a incêndios florestais. Para a elaboração deste estudo, foram realizadas buscas nas bases de dados *Scielo*, *Pubmed* e *Google Acadêmico*, utilizando-se palavras-chave como “estresse térmico”, “incêndio florestal”, “doenças térmicas”, “arrefecimento corporal”. Após a revisão, constatou-se que a prevenção do estresse térmico pode ser realizada, principalmente, com as seguintes estratégias: condicionamento físico, composição corporal, hidratação, repouso, imersão em água, ventilação forçada e pulverização de água (combinada ou não com ventilação forçada e/ou ventilação natural).

Palavras – chave: Estresse térmico; Termorregulação; Doenças térmicas; Arrefecimento corporal.

¹ Bacharel em Ciências Militares pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

² Bacharel em Ciências Militares pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, Bacharel em Educação Física e Especialista em Educação em Saúde pela Universidade Federal de Minas Gerais.

BODY TEMPERATURE CONTROL DURING FOREST FIRE: LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Forest fire can be defined as combustion reactions that are out of control, affecting certain vegetation, and which may or may not be caused by human factors (GOIÁS, 2017). The forest fire fighting activity can measure the individual to several adversities; among them, the thermal stimulus from the flames is mentioned. To control the heat present in the environment, the thermoregulatory device must be able to cool the body. However, in some hypotheses, the body's cooling mechanism may not be enough, and external measures may be necessary to prevent the body from reaching high and harmful temperatures. Thus, the primary objective of the present study was to carry out a narrative literature review of strategies for the prevention and treatment of thermal stress in forest fire fighting. For the preparation of this review, searches were performed in the Scielo, Pubmed, and Academic Google databases, using keywords such as thermal stress, "forest fire", "thermal illnesses", "body cooling". After the review, it was found that the prevention of heat stress can be carried out, mainly, with the following strategies: physical conditioning, body composition, hydration, rest, immersion in water, forced ventilation and water spraying (combine dor not with ventilation forced and\or natural ventilation).

Key Words: Thermal stress; Thermoregulation; Thermal diseases; Body cooling.

Artigo Recebido em 04/07/2023
Aceito em 12/11/2023
Publicado em 20/12/2023

1. INTRODUÇÃO

O incêndio florestal pode ser definido como reações de combustão que estão fora de controle, incidindo sobre determinada vegetação, e que podem ou não ser ocasionadas por fatores humanos (GOIÁS, 2017). O Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) é responsável pela preservação da ordem pública e incolumidade de bens e pessoas; entre essas responsabilidades, cita-se o constante atendimento a incêndios florestais (MINAS GERAIS, 2020a). Nos anos de 2017 a 2020, por exemplo, o CBMMG registrou 64.335 ocorrências (CINDS, 2021).

Para efetuar o atendimento em ocorrências de combate a incêndio florestal (CIF), em regra, os bombeiros estão equipados com diversos materiais pesados (abafadores, bombas/mochilas costais e sopradores) e em ambientes com terrenos acidentados, concentrados de fumaça e de gases tóxicos (MARTIN et al., 2020). Destarte, no combate às chamas, registra-se um grande desgaste físico e emocional; pois, o profissional está submetido tanto ao calor do esforço físico produzido pelo metabolismo quanto ao calor gerado pelo fogo na vegetação (RODRIGUES, 2018). Conseqüentemente, esse trabalho em temperaturas elevadas pode ser responsável por perdas significativas na capacidade laborativa do indivíduo (ROSA & MELO LIMA, 2019; OIT, 2020). Além disso, a soma de todos esses fatores pode proporcionar aos bombeiros uma situação de sobrecarga térmica que pode levar a alterações metabólicas e enzimáticas promovendo lesões térmicas e/ou morte (QUINTAL, 2012).

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) recomenda que trabalhos realizados em condições extremas de temperatura desfrutem, principalmente, de carga horária reduzida e/ou de pausas regulares durante o decorrer da atividade (OIT, 2019). No entanto, devido à natureza emergencial dos incêndios florestais, nem sempre é possível cumprir as recomendações da

OIT. Dessa forma, evidencia-se que os trabalhos extenuantes podem perdurar por horas e sem momentos regulares para descanso do profissional.

Diante do exposto, o conhecimento de estratégias para prevenção e tratamento do estresse térmico durante o atendimento a ocorrências de incêndios florestais torna-se fundamental; pois, nessas condições extremamente desafiadoras para o aparelho termorregulatório corporal, há a possibilidade de o indivíduo apresentar enfermidades induzidas pelo calor. Caso não ocorra o devido controle da temperatura corporal, o indivíduo poderá manifestar sintomas que vão desde tontura até a morte. Assim, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura narrativa das estratégias para prevenção e tratamento do estresse térmico corporal nos combates a incêndios florestais.

Para a elaboração do estudo, escolheu-se o método de revisão de literatura narrativa. Logo, não foram utilizados critérios explícitos e/ou sistemáticos para a busca e análise dos artigos. Assim, foram realizadas determinadas buscas nas bases de dados *Scielo*, *Pubmed* e *Google Acadêmico*, utilizando-se palavras-chave como “estresse térmico”, “incêndio florestal”, “doenças térmicas”, “arrefecimento corporal”.

2 DESENVOLVIMENTO

- **TERMORREGULAÇÃO CORPORAL**

A manutenção das funções metabólicas do corpo humano depende de uma temperatura constante na faixa dos 37 °C (± 0.6 °C) (HEALTHLINK BC, 2021). A fim de promover a manutenção da temperatura corporal nessa faixa, o corpo utiliza o aparelho termorregulatório; ele funciona como uma estrutura fisiológica para promoção de trocas de calor com o ambiente (TALAIA & FERREIRA, 2010). Assim, esses mecanismos estabelecem um equilíbrio da quantidade de energia produzida e dissipada no organismo de acordo com as

condições físicas e ambientais as quais o corpo está exposto (CAMARGO & FURLAN, 2011).

O bom funcionamento do aparelho termorregulatório decorre, diretamente, dos sensores termosensíveis presentes na pele que enviam informações através de pulsos elétricos para o hipotálamo (BRAZ, 2005). De acordo com as condições físicas do corpo e do ambiente, o hipotálamo envia comandos aos mecanismos efetores (sistema ativo); na sequência, a estrutura fisiológica corporal é ativada para a devida sincronização termorregulatória, e conseqüentemente, para a estabilização térmica corporal (RUAS, 2001).

As trocas de calor entre o corpo e o ambiente ocorrem, principalmente, por meio de radiação, convecção, condução e evaporação (ARAÚJO, LIRA & DA SILVA, 2019). Além desses processos convencionais, o organismo também utiliza outros mecanismos em busca do equilíbrio térmico; entre eles, destaca-se o sistema ativo que compreende a vasoconstrição, vasodilatação e transpiração (FIALA, 1999).

- **Condução**

A condução é o processo em que exige fluxo natural de calor da região com maior temperatura para a região com menor temperatura; nesse processo, necessariamente, deve existir um meio físico para a transferência do calor; pois, a condução se baseia na transferência de energia entre partículas por choques mecânicos (KREITH & BOHN, 2003). Assim, as moléculas da região com maior temperatura se chocam com as partículas da região de menor temperatura e, conseqüentemente, transferem a elas parte de sua energia cinética (BARROSA, 2004).

- **Convecção**

A convecção se caracteriza pelo transporte de matéria, de maneira forçada ou natural, juntamente com o calor; ou seja, a energia transferida é a

própria energia interna da matéria (KREITH & BOHN, 2003). As ondas de convecção são garantidas graças à diferença de densidade do fluido em deslocamento; no contexto da termorregulação corporal, o ar quente mais próximo à pele tem menor densidade que o ar mais afastado; portanto, tais massas de ar passam a ocupar lugares opostos através do movimento das ondas de convecção (KREITH & BOHN, 2003). Destaca-se, ainda, que esse processo é intensificado quando existe aumento da velocidade do ar (CAMARGO & FURLAN, 2011).

- Radiação

A radiação é uma forma de transferência de calor baseada na emissão de ondas eletromagnéticas entre corpos em que a frequência depende da temperatura do elemento emissor (KREITH & BOHN, 2003). Toda matéria com temperatura acima de zero *Kelvin* está constantemente emitindo e recebendo radiações; se um corpo entrou em equilíbrio térmico com o ambiente, significa que a taxa de emissão das ondas se igualou a taxa de recepção (MAGALHÃES, ALBUQUERQUE, PINTO & MOREIRA, 2001).

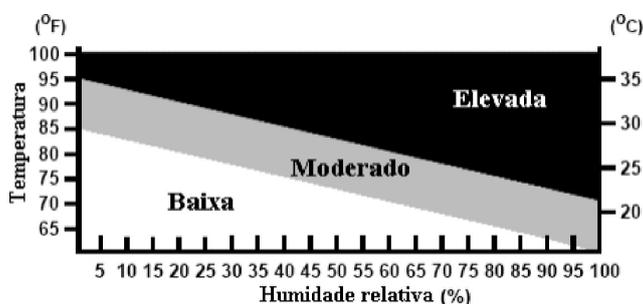
- Transpiração/Evaporação

O processo de transpiração se baseia no transporte de água para fora do corpo através das glândulas sudoríparas (ARAÚJO et al., 2019). Uma vez que as moléculas de água se encontram na superfície da pele, elas utilizam a temperatura do corpo para promover a evaporação delas (ARAÚJO et al., 2019). Logo, constata-se que os processos de transpiração e evaporação se complementam com o intuito de viabilizar a dissipação de energia térmica do corpo (MOURA & XAVIER, 2012).

Esse mecanismo é afetado pelo nível da umidade atmosférica (MELO-MARINS, SOUZA-SILVA, SILAMINI-GARCIA & LAITANO, 2017) e pela velocidade do vento (RODRIGUES, 2018). Em relação à umidade atmosférica, quanto maior a saturação de umidade presente na atmosfera, mais difícil se

torna a evaporação do suor (MELO- MARINS et al., 2017). A figura 1 mostra a relação entre a temperatura corporal (em °C e °F) e a umidade relativa do ar. Dessa forma, é possível perceber que, com o aumento da temperatura corporal e da umidade relativa do ar, o processo torna-se insuficiente; conseqüentemente, há elevação do risco de sobrecarga térmica no indivíduo.

Figura 1 - Progressão do risco de sobrecarga térmica e sua relação com temperatura corporal e umidade relativa do ar.



Fonte: QUINTAL (2012)

Em relação à velocidade do vento, quando ela está baixa, há estímulo para a saturação de vapor de água nas proximidades do corpo; conseqüentemente, aumenta-se a dificuldade da evaporação do suor (RODRIGUES, 2018). Assim, em síntese, constata-se que a alta umidade do ar e a baixa velocidade do vento estão comumente relacionadas ao aumento da probabilidade de estresse térmico do indivíduo (RODRIGUES, 2018). Além disso, cabe ressaltar que a transpiração é responsável pela perda de fluidos corporais; e se esses fluidos não são repostos de forma adequada, aumenta-se a probabilidade de desidratação do indivíduo (MELO-MARINS et al., 2017).

- Vasodilatação periférica

A vasodilatação é um mecanismo de termorregulação corporal que visa aumentar a perda de calor para o ambiente, por meio do aumento do volume sanguíneo nas regiões mais próximas da pele, intensificando a perda de calor por radiação e convecção (BRAZ, 2005). É importante ressaltar que nesse

cenário, o sangue funciona como um importante mecanismo de fluxo de calor no corpo (CAMARGO & FURLAN, 2011). Ou seja, dessa forma, a gerência da quantidade de sangue nas periferias do corpo permite ao organismo controlar a quantidade de energia dissipada (MOURA & XAVIER, 2012; CAMARGO & FURLAN, 2011).

- Troca de calor no CIF

Conforme demonstrado até o momento, constata-se que, durante o atendimento em uma ocorrência de incêndio florestal, há a probabilidade de haver uma interação térmica significativa entre o ambiente e o indivíduo. Em situações típicas de incêndios florestais, o organismo passa a receber calor do ambiente, principalmente, por meio da radiação e da convecção das chamas (PENG, SU, YU & JIANG, 2019). Em contrapartida, a energia predominante que o ambiente recebe do indivíduo é resultante, especialmente, da transpiração/evaporação do suor.

Além do calor emanado pela vegetação em chamas durante um incêndio florestal; cita-se, também, o próprio metabolismo corporal como uma importante fonte interna produtora de calor (CAMARGO & FURLAN, 2011). Além disso, caso o combate ocorra durante o dia, acrescenta-se, também, a radiação solar como relevante fonte externa. Assim, constata-se que há algumas causas internas e externas de estresse térmico durante o combate e que, conseqüentemente, os mecanismos termorregulatórios podem ser insuficientes para a manutenção da temperatura corporal central do indivíduo (CAMARGO & FURLAN, 2011).

- - ESTRATÉGIAS PARA PREVENÇÃO DO ESTRESSE TÉRMICO

- - Condicionamento físico

O sistema circulatório, por meio do controle do fluxo de sangue no corpo, é um importante componente do mecanismo termorregulatório para

administrar a dissipação de energia e promoção do equilíbrio térmico (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2016). Como a prática constante de exercícios físicos promove a melhora da capacidade circulatória e o aumento do volume sanguíneo (SHARKEY & GASKILL, 2009), o condicionamento físico representa uma forma eficiente de prevenção do estresse térmico (MARTIN et al., 2020).

Além dos fatores citados acima, destaca-se, também, que durante situações que envolvam algum tipo de esforço mecânico, pessoas com melhores condicionamento físico começam a transpirar antes do que as menos capacitadas fisicamente (PARSONS, STACEY & WOODS, 2019). Como consequência direta desse processo, é possível perceber uma diminuição da temperatura corporal e uma diminuição da frequência cardíaca; sendo que ambos os fatores contribuem para diminuir os riscos de morte por sobrecarga cardiovascular (SHARKEY & GASKILL, 2009). Em um estudo desenvolvido por Sharkey e Gaskill (2009), por exemplo, constatou-se que um trabalhador com um bom nível de condicionamento físico terminou um teste de duas horas de trabalho com uma taxa de 118 batimentos por minuto; enquanto, o menos apto fisicamente terminou o mesmo teste com 164 batimentos por minuto.

Há evidências que trabalhadores fisicamente ativos se adaptam ao calor duas vezes mais rápido do que trabalhadores sem histórico de atividade física (SHARKEY & GASKILL, 2009). Assim, há alguns autores que consideram o preparo físico a melhor estratégia de mitigação da temperatura em situações de sobrecarga térmica (ALHADAD, TAN & LEE, 2019). Tal conclusão foi estabelecida a partir do trabalho que reuniu diversas pesquisas acerca de estratégias para redução da temperatura corporal; sendo que cada estudo foi avaliado de acordo com a capacidade de intervenção em diminuir a temperatura corporal antes, durante e após o exercício; sendo que, ao final foi calculada uma média ponderada para cada estratégia (ALHADAD et al., 2019).

Como não foram encontrados estudos específicos para o condicionamento físico em atividades de CIF, evidencia-se as recomendações da *National Fire Protection Association* (NFPA) e da Organização Mundial da

Saúde (OMS). Conforme a NFPA 1583, as avaliações físicas periódicas são essenciais para qualquer tipo de função onde o trabalho manual é essencial para o desempenho da atividade. Tal norma ainda estabelece que a aptidão física deve ser avaliada pela capacidade aeróbica, composição corporal, força muscular, resistência muscular e flexibilidade, ao passo que o aumento da capacidade aeróbica, força muscular e resistência podem ser atingidos com programas regulares de exercícios físicos e um planejamento alimentar adequado (NFPA, 2020). A OMS recomenda para adultos de 18 a 64 anos a prática de, pelo menos, 150 minutos de atividade física aeróbica moderada ou 75 minutos de atividade física intensa por semana, a fim de evitar mortalidade por doenças cardiovasculares (OMS, 2020). A OMS ainda recomenda a prática de atividade de fortalecimento muscular com intensidade alta ou moderada por, pelo menos, 2 dias na semana (OMS, 2020).

- Composição corporal

O excesso de gordura corporal e de peso estabelecem uma relação com o nível de condicionamento físico e podem representar um risco considerável à saúde do indivíduo (BARR, GREGSON & REILLY, 2009; QUINTAL, 2012). A gordura corporal funciona como um isolante térmico que ajuda na manutenção da temperatura do organismo em locais frios; porém, em excesso, principalmente em locais quentes, ela dificulta a dissipação de calor (QUINTAL, 2012; BARR et al., 2009). Já o excesso de peso está frequentemente relacionado a níveis insuficientes de capacidade cardiorrespiratória, que somada à elevada quantidade de massa corpórea, podem representar um grande risco de sobrecarga cardiovascular (QUINTAL, 2012). Destaca-se que as mortes de origem cardiovascular são a principal causa de falecimento de bombeiros durante o serviço operacional (MANI, RAO, JAMES, & BHATTACHARYA, 2015; NFPA, 2020); e que, frequentemente, elas são resultado do estresse térmico associado ao esforço físico (MCLELLAN & SELKIRK, 2006).

Assim como o condicionamento físico, a composição corporal ideal pode ser alcançada com programas regulares de treinamento físico e uma alimentação adequada. Uma forma simples e viável de analisar a composição corporal de um indivíduo baseia-se na relação entre o índice de massa corpórea (IMC) e a medida da circunferência abdominal (PEIXOTO, BENÍCIO, LATORRE & JARDIM, 2006).

- **Aclimação**

Em situações de CIF, para os combatentes permanecerem efetivos no trabalho e preservarem a saúde, é necessário adaptar-se às condições hostis do ambiente; para isso, a aclimação ao calor se mostra essencial em tais circunstâncias (QUINTAL, 2018). A aclimação térmica representa ajustes fisiológicos no organismo induzido pela exposição prolongada a ambientes com temperaturas extremas, resultando em maior tolerância a variações de temperatura e retardando o aumento da temperatura corporal (QUINTAL, 2018). Indivíduos com um bom condicionamento físico, por exemplo, adaptam-se ao calor duas vezes mais rápido que pessoas sem o devido preparo físico (SHARKEY & GASKILL, 2009).

Como resposta ao processo de aclimação, o corpo promove uma série de adaptações fisiológicas para se moldar ao ambiente quente, dentre elas podemos citar: o mecanismo de transpiração que se inicia antes de um aumento significativo na temperatura corporal (MCARDLE et al., 2016). Além disso, ocorre também aumento da transpiração, diminuição da frequência cardíaca, concentração de sais perdidos na urina e na transpiração e uma melhor distribuição do suor sobre a pele, promovendo um aumento da taxa de evaporação (SHARKEY & GASKILL, 2009).

Os efeitos da aclimação se elevam quando a exposição ao calor é estabelecida em conjunto ao esforço físico (PARSONS et al., 2019); uma vez que essa combinação provoca o aumento da temperatura interna durante os processos de adaptação (CAMARGO & FURLAN, 2011). Para estabelecer uma

aclimação completa e efetiva, é necessário expor o indivíduo a pelo menos três semanas de adaptação (JUDGE, 2003 *apud* QUINTAL, 2012); embora os primeiros sinais já comecem a aparecer com quatro a sete dias depois da primeira exposição (PARSONS et al., 2019). O tempo de aclimação ao calor deve ser de duas a quatro horas por dia conjugado com a realização de atividade física em que a intensidade é aumentada de forma gradual (MCARDLE et al., 2016). Esclarece-se que uma vez que a exposição ao calor não é mantida com certa frequência, os efeitos da adaptação térmica podem ser perdidos (RHOADES & TANNER, 2005).

Diante de todas as peculiaridades necessárias para alcançar resultados satisfatórios nessa estratégia; a aclimação prolongada ao calor, provavelmente, não será alcançada pelos bombeiros militares que realizam as atividades de CIF. Uma vez que, além da necessidade de intensa carga horária de exposição ao calor e treinamento físico; também é imprescindível a manutenção de uma rigorosa regularidade das atividades.

2.2.4 Hidratação

A transpiração e evaporação do suor é o mecanismo mais eficiente na dissipação de calor corporal (GUYTON & HALL, 2011). Dessa forma, destaca-se que a reposição hídrica é essencial nas atividades de CIF (LOMBELLO & BARBOSA, 2021); pois, com uma hidratação adequada é possível conservar o volume de sangue e, conseqüentemente, manter níveis adequados de transpiração (SHARKEY & GASKILL, 2009).

O *American College of Sports Medicine* (ACSM) (2006) estabelece diretrizes para uma hidratação eficiente durante a prática de exercícios físicos e, ainda acrescenta que, a hidratação deve ocorrer antes, durante e após o período de esforço físico (SHARKEY & GASKILL, 2009; HERNANDEZ & NAHAS, 2009). Em operações de CIF, estima-se que os bombeiros produzem, em média, cerca de 400 kcal/hora de calor metabólico e recebem 180 kcal/hora de calor advindo do ambiente, totalizando 580 kcal/hora de ganho de calor;

consequentemente, estima-se que, em média, é necessário, aproximadamente, a ingestão de um litro de água por hora para o indivíduo dissipar esse ganho de calor (SHARKEY & GASKILL, 2009).

Apesar de existirem diversas recomendações para hidratação durante a prática de exercícios físicos na literatura; constata-se que, recentemente, foi criado um protocolo de reposição hídrica específico para as atividades de CIF (LOMBELLO & BARBOSA, 2021). Assim, nesse estudo, foram estabelecidos padrões de temperatura, tipo, quantidade de líquido a ser ingerido na referida atividade entre outras informações. Em síntese, o protocolo determina que os combatentes devem ingerir de 250 a 500 ml de líquido, preferencialmente, duas horas antes do combate. Durante a realização da atividade, é adequado ingerir aproximadamente 300 ml de líquido a cada 15 min, sendo que para combates com tempo superior a uma hora é indicado a combinação de água com pó isotônico. Após a ação dos combatentes, é apropriado manter o consumo de líquidos, mesmo sem sentir sede, visto que o mecanismo de sede não é suficiente para promover a manutenção de níveis satisfatórios de líquido no organismo. Por fim, a temperatura recomendada para ingestão da bebida deve estar entre 15° e 22° C. Dessa forma, é indicado que antes do início da atividade, o líquido esteja em temperatura inferior aos 15° C; e durante o combate, ele seja armazenado, preferencialmente, em local fresco e com menor intensidade de chamas.

- **Repouso**

Durante períodos de repouso, é possível aumentar consideravelmente a vasodilatação periférica do corpo; pois, durante esse tempo, não existe uma grande demanda de sangue para regiões centrais. Consequentemente, ao aumentar o fluxo de sangue nas extremidades, é possível expandir a dissipação de energia (NAGASHIMA, 2006). Em situações de esforço físico, tal cenário se torna inviável devido a necessidade de uma maior parcela de

sangue circulando pelos músculos que estão trabalhando (NAGASHIMA, 2006).

Estima-se que mesmo em situações de repouso, os músculos podem ser responsáveis por produzir até 25% do calor corporal (CAMARGO & FURLAN, 2011). À medida que existe algum tipo de esforço físico, a contração muscular promove uma intensificação dessa produção energética (CAMARGO & FURLAN, 2011). Dessa forma, apenas o repouso já se torna suficiente para ajudar na manutenção térmica do indivíduo (CAMARGO & FURLAN, 2011).

Cabe ressaltar que a combinação do esforço físico com desidratação estimula um agravamento considerável da sobrecarga térmica do indivíduo; visto que além da elevada temperatura corporal ocasionada pela contração muscular, o organismo não consegue manter um nível aceitável da taxa de transpiração; isso compromete a conservação do equilíbrio térmico do corpo devido à escassez de água (NAGASHIMA, 2006). Portanto, é importante destacar a importância do repouso em tal cenário como forma de evitar maiores danos à saúde do combatente.

A prática de repouso passivo (descanso sem combinação com outras estratégias de arrefecimento) se mostrou ineficaz quando a temperatura externa ao incêndio foi alta (BARR et al., 2009; NFPA, 2020). Já estudos conduzidos por Carter, Rayson, Wilkinson, Richmond e Blacker (2007), que analisaram as variações de temperaturas durante os períodos de descanso em ambientes com temperaturas menores, indicaram uma eficácia na estratégia observando uma diminuição da temperatura central dos indivíduos. Assim, em síntese, o estudo demonstrou que estabelecer períodos de repouso com hidratação permitem um maior controle da temperatura corporal, se o descanso for realizado em locais frescos ou em períodos de inverno.

Sharkey e Gaskill, (2009) estabelecem diretrizes com relação ao tempo de descanso dos combatentes durante as atividades de CIF. Tais autores preconizam que, a cada duas horas de atuação dos bombeiros no combate às chamas, dependendo das condições ambientais e da taxa de calor metabólico

do indivíduo, deve haver um período médio de descanso de uma hora (SHARKEY & GASKILL, 2009; KIM, COCA, WILLIAMS & RAYMOND, 2011). Porém, tal estudo foi realizado com base nos parâmetros de incêndios florestais nos Estados Unidos da América. Nesse país, há relatos que a progressão do fogo na vegetação se desenvolve de forma mais agressiva e com maior velocidade de propagação em relação aos incêndios florestais brasileiros. Assim, os combatentes estadunidenses podem atingir a fadiga e a sobrecarga térmica mais rapidamente. Logo, em território mineiro, provavelmente, há uma necessidade de aumento do tempo de trabalho e/ou uma redução no tempo de descanso recomendado por Sharkey e Gaskill (2009) dada as diferenças da natureza do combate.

- Imersão em água

Por um lado, o alto calor específico da água permite a absorção de grande quantidade de energia com pequenas variações na temperatura dela; portanto, a água funciona como um eficiente absorvedor de calor (TALAIA & FERREIRA, 2010). Por outro lado, em situações de sobrecarga térmica corporal, os mecanismos termorregulatórios atuam intensamente a fim de manter o equilíbrio térmico; nesse cenário, as zonas de anastomoses arteriovenosas se dilatam com o intenso fluxo sanguíneo na região e podem ser importantes regiões de transferência de calor (BARR et al., 2009).

Os pés e as mãos são ricos em anastomoses arteriovenosas; conseqüentemente, relata-se que, quando eles são colocados em contato com a água, tendem a transferir grande quantidade de calor; principalmente, nos primeiros 10 minutos de interação (GIESBRECHT, JAMIESON & CAHILL, 2007; BARR et al., 2009). A imersão das mãos e dos antebraços em água com temperaturas de 10 a 20°C, mostrou-se eficaz em relação ao controle térmico e no aumento do desempenho no trabalho em ambiente quente (BARR et al. 2009). Assim, a temperatura das mãos deve estar acima do limite que causa a vasoconstrição, vale lembrar que essa temperatura pode ser reduzida

conforme aumento da intensidade da hipertermia do indivíduo (MCTIFFIN & PETHYBRIDGE, 1994); no entanto, em regra, não é indicada realizar a imersão em água em temperaturas inferiores 10°C; pois, isso poderia promover uma vasoconstrição local e, conseqüentemente, interromper parcialmente a taxa de fluxo de sangue e diminuir a perda de calor corporal (SELKIRK, MCLELLAN & WONG, 2004). Caso a temperatura do líquido ultrapasse os 20°C, recomenda-se que as mãos e os antebraços estejam completamente submersos para a execução da estratégia (GIESBRECHT et al., 2007; BARR et al., 2009).

Em um estudo que comparou a eficácia das respostas fisiológicas do corpo quando expostas ao processo de imersão em água; os participantes caminharam na esteira, com o EPI de combate a incêndio, em um ambiente quente, até que a temperatura retal deles atingisse 38.5°C. Na sequência, a imersão dos antebraços em água foi aplicada a uma parte da amostra; enquanto a outra parte, foi submetida a imersão das pernas em água por um período de 20 minutos. Posteriormente, todos os participantes foram expostos a um ensaio de tolerância ao trabalho. Os resultados demonstraram que não houve uma diferença significativa para as medidas fisiológicas como: variação da temperatura retal, fluxo cardíaco, temperatura da pele e avaliação da percepção do esforço. Contudo, em relação ao aumento da tolerância ao calor, a imersão das pernas em água se mostrou mais efetiva quando comparada à imersão dos antebraços. Dessa forma, foi possível observar um aumento da tolerância de trabalho em 24% da amostra que teve as pernas resfriadas comparada aos indivíduos que tiveram a imersão dos antebraços (KATICA et al., 2011).

Em outro estudo os autores compararam a efetividade da estratégia de imersão em água, a ingestão de pedaços de gelo e a estratégia de resfriamento passivo. Após a conclusão de uma tarefa de busca e resgate, os bombeiros removeram parte do EPI e foram alocados, aleatoriamente, em um dos seguintes grupos: imersão em água, ingestão de gelo ou estratégia passiva. Na imersão em água, os bombeiros entraram numa banheira com

água a temperatura de 15°C, até a altura do umbigo, com os braços para fora. Na ingestão de gelo, os participantes consumiram uma bebida de solução hipotônica com gelo derretido na seguinte proporção: 7g/Kg à temperatura de -1°C. Na estratégia passiva, os participantes apenas retiraram parte do EPI e repousaram. Todas as estratégias foram executadas na sombra e na mesma temperatura ambiente com uma duração de 15 minutos. Os resultados demonstraram que a estratégia passiva pode ser insuficiente para reduzir rapidamente as temperaturas centrais; no entanto, a imersão em água e a ingestão se mostraram eficientes em resfriar o corpo e diminuir a temperatura central dos bombeiros. Assim, concluiu-se no estudo que as estratégias de resfriamento ativo foram mais eficazes quando comparados aos de resfriamento passivo (WALKER, DRILLER, BREARLEY, ARGUS & RATTRAY, 2014).

Devido à alta eficácia dos métodos ativos, destaca-se que a importância da utilização dessa estratégia. No entanto, vale lembrar que no cenário de ocorrência de CIF, a disponibilidade de recursos hídricos pode ser limitada. Sendo que, muitas vezes, a água da mochila costal, que está constantemente recebendo energia térmica das chamas, pode ser a única fonte disponível. Assim, nota-se que a água da mochila costal pode ser um importante recurso para resfriamento das anastomoses arteriovenosas; no entanto, ressalta-se, também, que há uma probabilidade da água disponível apresentar uma temperatura superior aos 20 °C (temperatura limite recomendada para executar a estratégia). Assim, além da imersão dos antebraços em água; recomenda-se, principalmente, caso haja disponibilidade, a utilização de fontes naturais de água no terreno.

- Ventilação forçada

O processo de ventilação se baseia na elevação das taxas de convecção e de evaporação do suor; uma vez que o fluxo de ar do ventilador é direcionado para a pele, existe um deslocamento da massa de ar situada nas

adjacências da pele que está saturada com umidade; essa massa de ar é substituída por ar fresco (não saturado) que intensifica o processo de evaporação e a transferência de calor por meio da convecção (SELKIRK et al., 2004). Em um estudo que utilizou a estratégia resfriamento com dez minutos de ventilação, constatou-se uma diminuição da temperatura central e da frequência cardíaca do indivíduo (CARTER et al, 1999). Porém, para que tal estratégia seja eficiente, é necessário que a temperatura do ar seja menor que a temperatura da pele (BARR et al., 2009) e a ventilação seja realizada em local aberto (SELKIRK et al., 2004). Além disso, destaca-se que a roupa de proteção individual reduz, de forma considerável, o arrefecimento corporal; portanto, para obtenção de melhores resultados, indica-se a retirada de parte do EPI antes da realização de tal estratégia (MORRIS et al. 2020).

Na atividade de CIF, uma provável alternativa para a substituição dos ventiladores, seria a utilização dos próprios sopradores que já são utilizados para debelaram o fogo. Dessa forma, a ventilação poderia ser realizada no próprio local de atuação nas frentes de trabalho e sem a necessidade de uma logística externa aos equipamentos utilizados para combaterem o incêndio.

- Pulverização

A estratégia de pulverização se caracteriza por pulverizar gotículas de água na superfície da pele para, na sequência, ocorrer a evaporação (SELKIRK et al., 2004). No entanto, destaca-se que o excesso de umidade, provocado pela nebulização, pode dificultar a evaporação do suor e, conseqüentemente, pode provocar um superaquecimento dos bombeiros expostos a tal estratégia (BARR et al.,2009). Assim, para impedir o acúmulo de líquido na pele, enfatiza-se que a pulverização de água deve ser realizada em locais abertos (SELKIRK et al., 2004).

Um estudo investigou a estratégia de pulverização de água combinada com a estratégia de ventilação. Para isso, foi pulverizada água sobre a pele do indivíduo e utilizou- se um ventilador, a uma distância de 1,5 metros, por um

período de 20 minutos. Constatou-se que a amostra exposta a essa estratégia combinada, depois de passarem por uma série de atividades físicas, demoravam um tempo 25% maior para atingirem a exaustão no trabalho de combate a incêndio comparada à amostra que teve resfriamento passivo (consistia apenas em remover parte dos equipamentos de proteção e repousar). Por fim, os autores ainda reforçaram que, preferencialmente, a pulverização de água deve ser combinada com a ventilação natural e/ou com a ventilação forçada para se obter os melhores resultados (SELKIRK et al., 2004).

A realização tanto da estratégia de pulverização de água quanto da estratégia combinada de pulverização de água com ventilação pode ser aplicada nas atividades de CIF. Afinal, a mochila costal pode ser utilizada para pulverizar água e o soprador, provavelmente, pode ser utilizado como recurso para ventilação forçada. Reforça-se que a água deve ser borrifada, preferencialmente, nos antebraços/mãos e nas pernas/pés; pois, conforme dito anteriormente, essas regiões são ricas em anastomoses arteriovenosas (BARR et al., 2009). Além disso, esclarece-se que tronco, as coxas e os braços também são regiões capazes de promover intensa troca de calor (WALKER et al., 2014).

- Conforto térmico

A ASHRAE Standard Fundamental 55-2010 define o conforto térmico como um estado mental do indivíduo que manifesta satisfação com as características térmicas do ambiente. Dessa forma, o conforto térmico está associado ao nível de empenho do organismo em proporcionar uma manutenção da temperatura corporal (ROSA & MELO LIMA, 2019). A sensação de conforto térmico é atingida quando a taxa de calor absorvida do ambiente pelo corpo somada à produção energética resultante de processos metabólicos se igualam à energia térmica perdida para o ambiente (RUAS, 2001). Porém, para alguns autores, a sensação de conforto térmico nem

sempre é atingida exclusivamente pela neutralidade térmica, considerando que cada indivíduo dispõe de uma sensação térmica específica de acordo com o ambiente ao qual está exposto (MOURA & XAVIER, 2012).

- ENFERMIDADES INDUZIDAS PELO CALOR

Na atividade de CIF, quando o aumento de energia corporal ultrapassa a capacidade de dissipação de calor, é relativamente comum a elevação da temperatura interna; conseqüentemente, aumenta-se a probabilidade do indivíduo desenvolver enfermidades induzidas pelo calor (CUDY & RUBY, 2011; BHATTACHARYA et al., 2015); entre elas, destacam-se a exaustão térmica (CAMARGO & FURLAN, 2011), a insolação (WALKER et al., 2014) e a hipertermia (BHATTACHARYA et al., 2015). Conforme demonstra-se detalhadamente a seguir, caso os sinais e sintomas não forem identificados e tratados adequadamente, uma série de circunstâncias relacionadas a doenças térmicas incapacitantes podem acontecer (MCARDLLE et al., 2016).

- Câibras induzidas pelo calor

Distúrbio caracterizado pelo estímulo de espasmos musculares resultantes, principalmente, pela desarmonia na quantidade de água e eletrólitos no corpo. Observa-se que esse desbalanceamento é provocado por uma intensa produção de suor (MC ARDLE et al., 2016). Assim, constata-se que a hidratação, conforme recomendação preconizada por protocolo específico (LOMBELLO & BARBOSA, 2021), pode ser essencial para prevenção desse distúrbio na atividade de CIF. Em relação ao tratamento, demonstra-se que essa condição não está associada à elevação da temperatura corporal (WALKER et al., 2014); logo, o tratamento se resume, principalmente, a repouso e hidratação do indivíduo (CAMARGO & FURLAN, 2011).

- **Síncope induzida pelo calor**

Distúrbio caracterizado, principalmente, pela deficiência de oxigênio nos órgãos centrais devido ao intenso fluxo sanguíneo nas periferias (CHESHIRE, 2016); conseqüentemente, o indivíduo apresenta quadros de tontura e desmaio (GUEDES & BAPTISTA, 2011). Como a aclimatação aumenta o volume sanguíneo e, conseqüentemente, minimiza a vasodilatação periférica em ambiente com elevadas temperaturas; ela é uma estratégia importante para prevenção desse distúrbio (CAMARGO & FURLAN, 2011). Em relação ao tratamento, recomenda-se repouso na posição horizontal e, assim que possível, fornecimento de hidratação (NIOSH, 2016).

- **Exaustão térmica**

Distúrbio caracterizado pela incapacidade do indivíduo de manutenção do esforço mecânico; sendo que isso é ocasionado, principalmente, pela elevada perda de água e eletrólitos (CAMARGO & FURLAN, 2011). Entre os sinais e sintomas mais comuns estão, fraqueza, cefaleia, ansiedade, taquicardia, tontura, náusea, vômitos e diarreia (GAMBRELL, 2002 apud CAMARGO & FURLAN, 2011; RHOADES & TANNER, 2005). Em relação ao tratamento para exaustão térmica, recomenda-se realizar resfriamento corporal do indivíduo, repouso em local fresco e arejado e, assim que possível, fornecimento de hidratação (CAMARGO & FURLAN, 2011).

- **Insolação**

Distúrbio caracterizado por uma condição hipertérmica resultante da evolução da exaustão térmica (WALKER et al., 2014); de modo que a temperatura central do organismo ultrapasse os 41 °C (GUYTON & HALL, 2011). Essa condição, geralmente, é originada por altas temperaturas do ambiente aliada à atividade física (GUYTON & HALL, 2011) e está associada a

quadros de desidratação que ultrapassem 3% de massa corporal (MARINS et al. 2017). Entre os principais sintomas, destaca-se a confusão mental, tontura e a perda da consciência (CAMARGO & FURLAN, 2011). Em relação ao tratamento, recomenda-se repouso em local fresco e arejado, retirada das vestimentas e, na sequência, aplicar a estratégia de imersão em água (GAMBRELL, 2002 apud CAMARGO & FURLAN, 2011).

- Sobrecarga cardiovascular

O estresse térmico das chamas associado ao trabalho executado pelos bombeiros durante a atividade de CIF constitui um importante risco ocupacional (MANI et al., 2015); pois, o sistema cardiovascular, além de suprir as demandas de intenso fluxo sanguíneo para os músculos durante a execução do trabalho, deve suprir também as demandas termorregulatórias (KALES et al., 2007). Dessa forma, é imprescindível destacar que, durante a atividade de CIF, pode ocorrer o desenvolvimento de uma sobrecarga cardiovascular; conseqüentemente, quando associada a um condicionamento físico insuficiente e/ou a doenças cardíacas já existentes, essa sobrecarga pode ocasionar a morte do indivíduo (QUINTAL, 2012). Destaca-se, também, que conforme a NFPA (2020), a sobrecarga cardiovascular está relacionada a um elevado número de mortes; sendo que, em 2019, 45,83% das mortes de bombeiros em serviço nos Estados Unidos foram de origem cardiovascular.

Após análise de todas as enfermidades provocadas pelo calor, em síntese, constatam-se que as principais formas de tratamento em campo são a hidratação e o repouso. Isso posto, vale ressaltar a importância da disseminação de tal conhecimento no âmbito interno da corporação. Visto que, essas duas formas extremamente simples de tratamento, são os recursos terapêuticos para todas as enfermidades descritas nesse estudo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura narrativa das estratégias para prevenção e tratamento do estresse térmico corporal nos combates a incêndios florestais. Após a revisão, constatou-se que a prevenção do estresse térmico pode ser realizada, principalmente, com as seguintes estratégias: condicionamento físico, composição corporal, hidratação, repouso, imersão em água, ventilação forçada e pulverização de água (combinada ou não com ventilação forçada e/ou ventilação natural). Além disso, destaca-se que, em condições extremamente desafiadoras para o aparelho termorregulatório corporal, sem a aplicação das estratégias preventivas, há a possibilidade de o indivíduo apresentar enfermidades induzidas pelo calor; assim, ele poderá manifestar sintomas que vão desde tontura à morte.

REFERÊNCIAS

- ALHADAD, S. B.; TAN, P. M. S.; LEE, J. K. W. Efficacy of heat mitigation strategies on core temperature and endurance exercise: A meta-analysis. **Frontiers in Physiology**, Singapore, v. 10, n. 2, p. 71, fevereiro 2019.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 7ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- ARAÚJO, L. G. S; LIRA, H. D. S; SILVA, M.A. B. A Importância Dos Mecanismos De Termorregulação do Organismo Durante a Atividade Física. **Foreign Affairs**, Caruaru/Pernambuco, v. 91, n. 5, p. 1689–1699, 2019.
- ARENS, E. A. et al. ASHRAE STANDARD 55-2010. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**.
- BARR, D.; GREGSON, W.; REILLY, T. The thermal ergonomics of firefighting reviewed. **Applied Ergonomics**, Liverpool/United Kingdom, v.41, n.1, p.161-172, setembro 2010.

BARROSA, Marcelo R. **Princípios fundamentais da transferência de calor**. 2004. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia de Transportes - Universidade de Pernambuco (UPE), 2004.

BRAZ, José Reinaldo Cerqueira. Fisiologia da termorregulação normal. **Revista Neurociências**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 12–17, julho/setembro 2005.

CAMARGO, M. G.; MARI, M. D. P. F. Resposta Fisiológica do Corpo às Temperaturas Elevadas: Exercício, Extremos de Temperatura e Doenças Térmicas. **Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 2, p. 278–288, maio/agosto 2011.

CAMARGO, E. M.; AÑEZ, C. R. R. **Diretrizes da OMS para atividade física e comportamento sedentário**. Genebra/Suíça, 2020.

CARTER, J.M; RAYSON, M.P; WILKINSON, D.M; RICHMOND, V; BLACKER, S. Strategies to combat heat strain during and after firefighting. **Journal of Thermal Biology**, Bristol/Inglaterra, v. 32, n. 2, p. 109–116, 2007.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES DE DEFESA SOCIAL. **CINDS**. Disponível em: <<http://www.seguranca.mg.gov.br/component/gmg/page/354-integra>>. Acesso em 20 ago. 2021.

CHESHIRE, W. P. Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**, Flórida/EUA, v. 196, p. 91–104, 2016.

CUDDY, J. S.; RUBY, B. C. High work output combined with high ambient temperatures caused heat exhaustion in a wildland firefighter despite high fluid intake. **Wilderness and Environmental Medicine**, v. 22, n. 2, p. 122–125, 2011.

FAHY, R.; PETROLI, J.; MOLIS, J. Firefighter Fatalities in the US-2019. **NFPA Research Report**, n. 7, p. 1–26, 2020.

FIALA, M. D.; LOMAS, K. J.; STOHRER, M. Modeling in Physiology. **Journal of Applied Physiology**, Stuttgart/Alemanha, v. 82, p. 2045–2053, 1999.

GIESBRECHT, G. G.; JAMIESON, C.; CAHILL, F. Cooling hyperthermic firefighters by immersing forearms and hands in 10°C and 20°C water. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 78, n. 6, p. 561–567, 2007.

GOIÁS, Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. **Manual Operacional de Bombeiros: Prevenção e Combate a Incêndios Florestais**, 1. ed. Goiânia - Goiás: CBMGO, 260f, 2017.

GUEDES, J.; SANTOS BAPTISTA, J. Riscos Associados à Prática de Esforço em Condições de Calor Extremas. **Actas do 10º Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica (CIBEM 10)**, Cidade do Porto/Portugal, 2011.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**, 12ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2011.

HEALTHLINKBC. **Body Temperature**. 2021.Disponível em:
<<https://www.healthlinkbc.ca/medical-tests/hw198785>> Acesso em: 16 ago. 2021.

HERNANDEZ; A. J.; NAHAS, R. M. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 15, n. 3, p. 3–12, maio/junho 2009.

JACKLITSCH B., WILLIAMS J., MUSOLIN K., COCA A., KIM J-H, TURNER N. Criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. **National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH Publ. 106**, fevereiro 2016

KALES, S. N. et al. Emergency Duties and Deaths from Heart Disease among Firefighters in the United States. **New England Journal of Medicine**, EUA, v. 356, n. 12, p. 1207–1215, 2007.

KATICA, C. P.; PRITCHETT, R. C.; PRITCHETT, K. L.; POZZI, A. T. D.; GYTIS, B.; BURNHAM. T. Effects of forearm vs leg submersion in work tolerance time in a hot environment while wearing firefighter protective clothing. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, Alabama/EUA, v. 8, n. 8, p. 473–477, 2011.

KIM, J.H.; COCA, A.; WILLIAMS, W. J.; RAYMOND, J. R. Effects of liquid cooling garments on recovery and performance time in individuals performing strenuous work wearing a firefighter ensemble. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, Londres/Inglaterra, v. 8, n. 7, p. 409–416, 2011.

KREITH, F.; MANGLIK R. M.; BOHN, M. S. **Princípios de transferência de calor**. 1ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2010.

LOMBELLO, R.A.C; BARBOSA, R.A. A hidratação na atividade de combate a incêndio florestal. **Vigiles**, v. 4, n.1, p. 118-136, 2021.

MAGALHÃES, S.; ALBUQUERQUE, R. R; PINTO, J. C.; MOREIRA, A. L. **Termorregulação**. 2001. Universidade do Porto – Faculdade de Medicina. Porto, 2001.

MANI, A.; RAO, M.; JAMES, K.; BHATTACHARYA, A. Individualized Prediction of Heat Stress in Firefighters: A Data-Driven Approach Using Classification and Regression Trees. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, Londres/Inglaterra, v. 12, n. 12, p. 845–854, julho 2015.

MARTIN, D. R. F. S; SEGEDI, L.C.; SOARES, E. M. K. V. K.; NOGUEIRA, R. M; CRUZ, C. J. G; FONTANA, K. E.; MOLINA, G. E.; PORTO, L. G. G. Nível de atividade física e sobrecarga cardiovascular em bombeiros militares durante combate a incêndio florestal: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, Distrito Federal, Brasília, v. 45, n. 16, p. 34-40, junho 2020.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício, Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan Ltda, 2016.

MCLELLAN, T. M.; SELKIRK, G. A. The management of heat stress for the firefighter: A review of work conducted on behalf of the Toronto Fire Service. **Industrial Health**, Toronto/Canada, v. 44, n. 3, p. 414–426, abril 2006.

MCTIFFIN, Lianne; PETHYBRIDGE, Roger J. Cold water immersion of the hands and met for cooling hyperthermic individuals. **Envir Ergon**. Institute of Naval Medicine. Montebello/Canada, p. 208-209, setembro 1994

MELO-MARINS, D.; SOUZA-SILVA, A. A.; SILAMINI-GARCIA, E.; LAITANO, O. Termorregulação e equilíbrio hídrico no exercício físico: aspectos atuais e recomendações. **Revista brasileira ciência e movimento**, v. 25, n. 3, p. 170–181, 2017.

MORRIS, N. B; JAY, O.; FLOURIS, A.D.; CASANUEVA, A. GAO. C.; FOSTER, J.; HAVENITH, G. NYBO, L. Sustainable solutions to mitigate occupational heat strain - An umbrella review of physiological effects and global health perspectives. **Environmental Health: A Global Access Science Source**, Copenhagen/Dinamarca v. 19, n. 1, p. 1–24, 2020.

MOURA, L. F.; XAVIER, A. A. P. Sensação Térmica e Ações para o Conforto Térmico: Um Estudo de Caso. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa/Paraná, v. 8, n. 2, p. 209–228, abril 2012.

NAGASHIMA, Kei. Central mechanisms for thermoregulation in a hot environment. **Industrial Health**, Tocorozawa/Japão, v. 44, n. 3, p. 359–367, abril 2006.

NFPA 1583. **Standard on Health-Related Fitness Programs for Fire Department Members.**

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). Trabalhar num planeta mais quente: O impacto do stress térmico na produtividade do trabalho e no trabalho digno. **Bureau Internacional do Trabalho**, Genebra, 2020.

PARSONS, I. T.; STACEY, M. J.; WOODS, D. R. Heat Adaptation in Military Personnel: Mitigating Risk, Maximizing Performance. **Frontiers in Physiology**, v. 10, n. Dezembro 2019.

PEIXOTO, M. D. R. G. et al. Circunferência da cintura e índice de massa corporal como preditores da hipertensão arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 87, n. 4, p. 462–470, 2006.

PENG, L.; SU, B.; YU, A.; JIANG, X. Review of clothing for thermal management with advanced materials. **Cellulose**, Melbourne/Austrália, v. 26, n. 11, p. 6415–6448, maio 2019.

QUINTAL, Pedro Emanuel da Silva. **Caracterização do estresse térmico no combate a incêndios e avaliação de sistemas de arrefecimento individual.** 2012. 73f. Tese de Mestrado. Universidade de Coimbra - Faculdade de Ciências e Tecnologia. Coimbra, 2012.

RHOADES, R. A.; TANNER, G. A. **Fisiologia médica.** 2ª ed. Rio de Janeiro, Editora: Guanabara Koogan, 2005.

RODRIGUES, Ricardo Miguel Moreira. **Uso de vestuário de proteção impregnado com água por bombeiros em combate a incêndios de alta intensidade.** 2018. 76f. Tese de Mestrado. Universidade de Coimbra – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Coimbra, 2018.

ROSA, V. C.; LIMA, L. E. M. O estresse térmico visto como um risco ocupacional. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa-Paraná, v. 15, n. 2, p. 53–73, 2019.

RUAS, A. C. **Avaliação de conforto térmico: contribuição à aplicação prática das normas internacionais.** 1999. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: Unicamp, 2001.

SELKIRK, G. A.; MCLELLAN, T. M.; WONG, J. Active versus passive cooling during work in warm environments while wearing firefighting protective clothing. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, Toronto/Canada, v. 1, n. 8, p. 521–531, 2004.

SHARKEY, Brian J. e GASKILL Steven E. **Fitness and work capacity: 2009 edition**: Montana - United States of America, A publication of the National Wildfire Coordinating Group, Missoula Technologic and Development Center, USDA Forest Service, December 2009.

TALAIA, M.; FERREIRA, V. Stress térmico na frente de fogo no combate a incêndio florestal: avaliação de risco. **Territorium 17**, Aveira /Portugal, n. 17, p. 83–91, 2010.

WALKER, A.; DRILLER, M.; BREARLEY, M.; ARGUS, C.; RATTRAY, B. Cold-water immersion and iced-slush ingestion are effective at cooling firefighters following a simulated search and rescue task in a hot environment. **Appl Physiol Nutr Metab**. v. 39 p.1159-1166 2014.