



**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS**



**EFEITO DOS REPOSITORES HIDROELETROLÍTICOS NA REIDRATAÇÃO DE
BOMBEIROS MILITARES DO DISTRITO FEDERAL APÓS EXERCÍCIO EM
SIMULADOR DE DESENVOLVIMENTO DO INCÊNDIO**

José Carlos Sales Zanelli^{1,2}
Bruno Marcelino de Almeida Nunes³

RESUMO

Este trabalho avaliou os efeitos dos repositores hidroeletrólíticos sobre o grau de desidratação em bombeiros militares do Distrito Federal após combate a incêndio em simulador de desenvolvimento do incêndio. Foi realizado o estudo de caso com levantamento de dados no Centro de Treinamento Operacional (CETOP) do Corpo de Bombeiros do Distrito Federal. Foram definidos três momentos no estudo: M1 – antes do início de atividade em Simulador de Desenvolvimento do Incêndio; MD – após atividade, sem ingestão de líquidos; M2 – após reidratação sequente à atividade. Os bombeiros foram divididos aleatoriamente em dois grupos: GA (hidratados somente com água) e GH (hidratados com água e repositores hidroeletrólíticos) a fim de verificar o efeito da reidratação sobre cada grupo. Os grupos foram avaliados quanto à diferença média da perda hídrica relativa e perda ponderal, da frequência cardíaca, da pressão arterial sistólica e diastólica e de parâmetros urinários. GA apresentou uma média percentual de desidratação de 1,7% enquanto GH apresentou média de 1,3% em MD. Em M2, GA e GH recuperaram a perda ponderal. Ambos os grupos relataram sintomas como sede excessiva, boca seca, dor de cabeça e dificuldade de concentração em MD. Ambos os grupos relataram melhora dos sintomas em M2. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para nenhum parâmetro urinário avaliado. Não foi possível observar diferenças significativas em nenhum dos parâmetros avaliados. Ambos os protocolos de reidratação se mostraram eficientes para a recuperação da perda ponderal decorrente da desidratação. Entretanto, o grau de desidratação é fator a ser considerado para que haja comparação efetiva de reidratação entre grupos seguindo protocolos distintos de hidratação.

Palavras-chave: Desidratação. Reidratação. Água corporal. Calor. Eletrólitos.

¹ Artigo apresentado em 10 de junho de 2020 como requisito para aprovação no Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

² Cadete da Academia de Bombeiro Militar do Distrito Federal. Nutricionista pela Universidade Federal de Santa Catarina.

³ Capitão do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Assessor Técnico da Diretoria de Ensino. Nutricionista pela Universidade Federal de Pernambuco.

**EFFECT OF SPORTS DRINKS ON THE REHYDRATION OF MILITARY
FIREFIGHTERS FROM THE FEDERAL DISTRICT IN BRAZIL AFTER EXERCISE
IN FIRE DEVELOPMENT SIMULATOR**

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effects of sports drink on the degree of dehydration in military firefighters from the Fire Department of the Federal District in Brazil after firefighting in Fire Development Simulator (FDS). A case study was carried out with data collection at the Operational Training Center (CETOP) of the Fire Department of the Federal District in Brazil. Three moments were selected in the study: M1 - before the start of the simulation of fire in FDS; MD - after simulation, without fluids intake; M2 - after rehydration that followed the simulation. Firefighters were randomly divided into two groups: GA (hydrated with water only) and GH (hydrated with water and sports drink) for the purpose of verification of the rehydration effect on each group. The groups were evaluated for mean difference in water loss and weight loss, heart rate, systolic and diastolic blood pressure and urinary parameters. GA presented an average dehydration percentage of 1.7% while GH presented 1.3% in the MD. In M2, GA and GH recovered weight loss. Both groups reported symptoms such as excessive thirst, dry mouth, headache and difficulty concentrating on MD. Both groups reported symptom improvements at M2. There was no statistically significant difference between groups for any parameter evaluated in urine. It was not possible to observe significantly differences in any evaluated parameter. Both rehydration protocols were effective for recovering weight loss from dehydration. However, the degree of dehydration is a factor to be considered so that will have effective comparison of rehydration between groups following different hydration protocols.

Keywords: Dehydration. Rehydration. Body water. Heat. Electrolytes.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda os efeitos dos repositores hidroeletrólíticos na reidratação de bombeiros militares após a simulação de combate a incêndio urbano em Simulador de Desenvolvimento do Incêndio (SDI). Nesse sentido, o trabalho buscou responder à seguinte pergunta: “Bebidas hidroeletrólíticas podem otimizar a reidratação de bombeiros militares após operação de combate a incêndio?”. Tem como hipótese: “Bombeiros Militares, após operação de combate a incêndio, ficariam melhor hidratados ao fazerem uso de bebidas hidroeletrólíticas”.

Tal abordagem se justifica ao fato de bombeiros militares serem potenciais candidatos aos efeitos da desidratação no combate a incêndio e também ao fato de repositores hidroeletrólíticos serem boas fontes para a reidratação adequada, tendo em vista que bombeiros militares podem sofrer perda de desempenho físico e mental quando desidratados.

O principal objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos dos repositores hidroeletrólíticos sobre o grau de desidratação em bombeiros militares do Distrito Federal após o combate a incêndio em SDI. Além disso, descreveu o combate a incêndio urbano e o contêiner SDI utilizado nos treinamentos do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF); coletou parâmetros laboratoriais e sinais vitais de bombeiros militares expostos à queima em SDI e comparou os sinais e sintomas entre os bombeiros militares que fizeram uso de bebidas hidroeletrólíticas daqueles que não fizeram.

Esta tarefa foi realizada a partir de pesquisa bibliográfica sobre combate a incêndio urbano, desidratação, calor e atividade física. Foi realizado estudo de caso com levantamento de dados a partir da aferição dos sinais vitais e parâmetros laboratoriais dos bombeiros militares integrantes do 7º Curso de Operações em Incêndio – COI, que compuseram a amostra. Os dados poderão ser relevantes para o CBMDF no sentido de orientar os bombeiros militares de maneira adequada quanto ao consumo ideal de líquidos quando submetidos a atividade de combate a incêndio urbano. Esse consumo ideal visa preservar a saúde desses indivíduos e evitar o desgaste dos mesmos para, assim, aumentar a eficiência do combate.

2 COMBATE A INCÊNDIO URBANO

De acordo com a *National Fire Protection Association* (NFPA), o incêndio urbano padrão tem origem no comportamento negligente de pessoas ao realizarem atividades simples como cozinhar ou fumar. Acontece com maior incidência durante finais de semana e nas regiões onde há maior concentração de têxteis e mobília (AHRENS, 2013).

A atividade de combate a incêndio urbano é sabidamente desgastante ao Bombeiro Militar. Ela frequentemente envolve o militar e seu esforço físico em um ambiente quente enquanto usa equipamentos pesados e restritivos, chamados de Equipamento de Proteção Individual - EPI - e de Equipamento de Proteção Respiratória – EPR. Além disso, é uma atividade caracterizada por desidratação por repetidos episódios de esforço muscular e cardíaco, apresentando aumento do estímulo simpático-adrenal decorrente do calor e do estresse emocional (HORN *et. al*, 2012).

2.1 SIMULADOR DE DESENVOLVIMENTO DO INCÊNDIO (SDI)

O CBMDF usa durante os treinamentos para instrução e observação dos efeitos do fogo um contêiner marítimo – tipo *high cube* com as dimensões: 2,70 metros de altura, 12,00m de comprimento, 2,30m de largura, totalizando 28,30m² de área interna (Figura 1).

São previstas duas portas laterais de acesso com dimensões de 0,80m x 2,10m, além da abertura frontal que foi dividida em quatro portas iguais de 1,20m x 1,30m (Figura 2). O piso é de madeira, que vem na estrutura original do contêiner. O compartimento é dotado de características físicas que influenciam o incêndio, como: ventilação, quantidade e disposição de cargas de incêndio (MATA *et. al*, 2018). No CBMDF, a queima padronizada é realizada com 7 a 9 folhas de madeirites de 10mm a 12mm (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL, 2020).

Figura 1 – Contêiner marítimo tipo *high cube*



Fonte: O autor

Figura 2 – Portas frontais do contêiner marítimo



Fonte: O autor

As temperaturas dentro do SDI durante a queima podem ser conferidas por meio do uso de câmera térmica. É possível verificar temperaturas de até 1000°C na camada superior do ambiente durante um *flashover* e aproximadamente 400°C na madeira completamente carbonizada (MATA *et. al*, 2018). Esses valores, além do fluxo de calor, implicam no calor e na desidratação que os bombeiros sentem.

Esse tipo de treinamento foi desenvolvido na Suécia e é o modelo que alguns Corpos de Bombeiros do Brasil adotam em seus treinamentos. Nos treinamentos, os

participantes são confrontados com visibilidade restrita devido à saturação de fumaça, calor extremo, vapor d'água e chamas reais, o que propicia um treinamento mais realista para uma melhor atuação nas ocorrências (MATA *et. al*, 2018). Essa simulação, além de capacitar os bombeiros no combate ofensivo e desenvolvimento de melhoria de táticas, permite projetar os efeitos fisiológicos que o calor e a desidratação causam sobre os mesmos. Dessa forma, com o treinamento simulado é possível realizar uma queima controlada dentro do SDI e aferir sinais vitais e parâmetros laboratoriais dos bombeiros que foram submetidos ao treinamento simulado.

3 PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E LABORATORIAIS

A fisiologia se dedica ao estudo do funcionamento do organismo e pode explicar atividades que ocorrem no corpo humano (GUYTON, 2006). A bioquímica estuda estruturas e transformações a nível intracelular e as análises laboratoriais são capazes de identificar e quantificar elementos que indicam determinadas reações ou metabolismo (CHAMPE; HARVEY, 1996). O estado de hidratação é observado e avaliado de formas distintas que se complementam e auxiliam a realização de um diagnóstico.

3.1 SINAIS VITAIS

Os sinais vitais são indicadores do estado de saúde e preditores de diagnósticos. A pressão arterial (PA) e a frequência cardíaca (FC) atuam como importantes fatores de risco cardiovascular (MALACHIAS *et. al*, 2016).

Os valores de PA podem ser mensurados tecnicamente com o auxílio de esfigmomanômetro e estetoscópio ou ainda com aparelho medidor de pressão arterial digital. Segundo a 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial, as medidas de PA estão dentro da faixa de normalidade quando a pressão arterial sistólica se apresenta com valores abaixo de 130 mmHg e a pressão diastólica valores abaixo de 85 mmHg (MALACHIAS *et. al*, 2016).

A FC indica a quantidade de vezes que o coração bate no período de 60 segundos. Os valores de 60 a 100 batimentos por minuto (bpm) são considerados

dentro da normalidade pela Sociedade Brasileira de Cardiologia. Valores acima de 100 bpm sugerem diminuição do volume sanguíneo e valores abaixo de 60 bpm podem sugerir choque neurogênico e outras doenças (MALACHIAS *et. al*, 2016).

3.2 ÁGUA CORPORAL E DESIDRATAÇÃO

O corpo humano regula diariamente a quantidade hídrica que possui. No entanto, fatores de estresse podem fazer com que a porcentagem de água corporal total oscile.

As necessidades de ingestão de água de cada indivíduo variam e devem ser individualizadas devido a particularidades como idade, sexo, nível de atividade física e temperatura. A *National Athletic Trainer's Association* (NATA) recomenda a ingestão de 500 a 600mL de água ou outra bebida esportiva 2 a 3 horas antes do início da atividade física e, de 10 a 20 minutos antes do início do treino, mais 200 a 300mL, sendo que durante o exercício a reposição deve corresponder às perdas pelo suor e pela urina e que após o término do exercício se deve repor a quantidade total de líquido perdido (CASA *et. al*, 2000). Contudo, de acordo com as *Dietary Reference Intakes* (DRIs), a ingestão de 3,7 litros de líquidos para indivíduos fisicamente ativos do sexo masculino parece atender às necessidades da maioria da população (MEYERS *et. al*, 2006).

A água corporal total é distribuída em água intracelular e extracelular. Para que exista a homeostasia dos fluidos, deve haver a manutenção hídrica constante do corpo, que inclui o fluxo natural de dentro para fora das células (MARTINS *et. al*, 2007).

A desidratação pode ser definida pela contração do volume extracelular resultante dessas perdas hidroeletrolíticas e sua gravidade depende da depleção das reservas corporais e da relação entre o déficit de água e de eletrólitos (BARBOSA; SZTAJNBOK, 1999). Seus efeitos negativos sobre a saúde, força e performance de atletas têm sido assunto recorrente na literatura.

A classificação da desidratação ocorre de acordo com a magnitude do déficit de água, estimada através de sinais clínicos e da perda ponderal. Mara *et. al* (2007) trazem essa classificação como:

Figura 3 – Quadro de classificação da desidratação em função da perda ponderal

DESIDRATAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Leve	Perda de até 3% do peso de massa corporal com diminuição do desempenho
Moderada	Perda entre 3 a 6% da massa corporal com prejuízo da termorregulação, aparecimento de câibras, contraturas e colapso
Severa	Perda ponderal acima de 6% com manifestações clínicas de convulsões, coma e óbito.

Fonte: adaptado de Mara *et. al* (2007)

Para outros autores (GODOIS *et. al*, 2014; BARROS *et. al*, 2010), o cálculo indireto da perda hídrica feito a partir do peso corporal pode ser realizado com as seguintes equações:

$$\text{Perda hídrica relativa} = P_i \text{ (kg)} - P_f \text{ (kg)}$$

$$\% \text{ Desidratação} = \text{Perda hídrica relativa} \times 100 / P_i \text{ (kg)}$$

O equilíbrio hidroeletrolítico, a resistência física e a aclimatização têm demonstrado ser de grande importância na regulação da temperatura interna e no desempenho humano. Para o *American College of Sports Medicine*, a perda hídrica envolve também a perda de eletrólitos dissolvidos na água do suor, que trazem em conjunto, prejuízos à homeostase do indivíduo, podendo acarretar em hiponatremia, câibras, fraqueza, perda da potência, força e resistência muscular, dificuldade na concentração, tontura, desmaios, piora e perda da função renal, entre outros (SAWKA *et. al*, 2007). A avaliação subjetiva da desidratação do indivíduo quanto a esses sinais pode ser feita por meio de entrevista do tipo questionário.

3.2.1 Calor x desidratação

O calor se relaciona com a desidratação na atividade física e também na atividade de combate a incêndio. Vincent *et. al* (2017) constataram que a termorregulação é deficiente quando o corpo se encontra desidratado. Esta deficiência sugere que há diferenças significativas na produtividade do trabalho e que poderiam colocar os trabalhadores em maior risco.

Os elementos envolvidos no combate a incêndio – EPI, EPR e calor – contribuem para o aumento da temperatura corporal e dificultam o balanço hidroeletrólítico, além de favorecerem episódios de desidratação. Em contextos não relacionados ao combate a incêndio, indivíduos desidratados apresentaram capacidade de trabalho reduzida e temperatura corporal elevada, que puderam eventualmente levar o indivíduo à exaustão e ao infarto do miocárdio (RAINES *et. al*, 2013).

3.3 MARCADORES LABORATORIAIS

Os marcadores laboratoriais auxiliam no diagnóstico de doenças e também podem ser indicadores de alteração do estado de hidratação adequado. Relacionam-se com o estado de hidratação: cor, densidade da urina, proteínas totais urinárias, filamentos de muco, células epiteliais, cilindros, cristais, ureia urinária, creatinina urinária e pH urinário (CALIXTO-LIMA; REIS, 2012).

Os indicadores físicos na desidratação - cor e densidade - podem ser os mais sensíveis às variações pequenas ou agudas de água corporal. A cor da urina pode oscilar entre ligeiramente amarelo, transparente, amarelo-escuro, laranja, verde ou azul, vermelho e, em algumas situações, espumoso (CALIXTO-LIMA; REIS, 2012).

Ainda de acordo com Calixto-Lima e Reis (2012) a cor ligeiramente amarela sugere que o descarte de toxinas está adequado. Quando transparente, pode sugerir que o consumo de água está acima do necessário do corpo do indivíduo. Amarelo-escuro pode indicar desidratação e no longo prazo aumenta o risco de danos renais. As cores laranja, verde ou azul estão relacionadas à ingestão de alimentos, suplementos alimentares ou medicamentos. O vermelho também pode decorrer da

ingesta de algum alimento, contudo pode sugerir hematúria e um dano no sistema urinário. A presença de espuma na urina pode sugerir proteinúria (Figura 4).

Figura 4 – Quadro da cor e interpretação da diluição da urina

COR	INTERPRETAÇÃO
Ligeiramente amarela	Descarte de toxinas adequado
Transparente	Consumo de água acima do necessário
Amarelo-escuro	Desidratação
Laranja	Ingestão de alimentos Suplementos alimentares Medicamentos
Verde	
Azul	
Vermelho	Ingestão de alimentos Hematúria Dano no sistema urinário
Espuma	Proteinúria

Fonte: O autor

Em relação à densidade, o exame indica a concentração de substâncias sólidas diluídas na urina, como sais minerais. A classificação das faixas de hidratação pode ser apresentada conforme a Figura 5:

Figura 5 – Quadro de classificação das faixas de hidratação pela densidade urinária

Valor de referência	Classificação
<1010	Euhidratado
1010-1020	Desidratação leve
1021-1030	Desidratação significativa
>1030	Desidratação severa

Fonte: adaptado de Casa *et. al* (2000)

A concentração de proteínas totais pode estar aumentada na desidratação. Não são, no estado de normalidade, encontradas na urina devido aos rins não filtrarem moléculas grandes. Quando se fazem presentes na urina, costumam ter relação com dano renal (CALIXTO-LIMA; REIS, 2012).

A presença de muco na urina pode comumente ocorrer. No entanto, quando há aumento na liberação de muco na urina pode ser indicativo de algum problema, inclusive uma desidratação. É avaliada em associação com outros parâmetros complementares, já que geralmente é sinal de células epiteliais com cristais acumulados na urina. Essas células epiteliais na urina têm significado clínico apenas quando agrupadas em cilindros e, quando ocorre o agrupamento, sugerem desidratação (CALIXTO-LIMA; REIS, 2012).

A alteração de pH tem relação com a função renal. O rim é o principal órgão encarregado de manter o equilíbrio hídrico diminuindo a produção de urina por meio de hormônios como aldosterona e vasopressina (ADH). O quadro de desidratação implica em aumento do catabolismo de gordura, carboidratos e proteínas com o intuito de produzir água metabólica. Tais reações geram metabólitos que diminuem a filtração renal e assim ocorre a acumulação de ureia e creatinina. A diminuição da irrigação tecidual promove a anaerobiose com produção de íons H⁺ e lactato, levando à diminuição do pH (CALIXTO-LIMA; REIS, 2012).

4 REPOSITORES HIDROELETROLÍTICOS

Os recursos ergogênicos relacionados a reposição hidroeletrolítica têm se mostrado eficientes na reidratação de indivíduos submetidos a atividade física intensa. A intensidade do exercício, condições ambientais, nível de treinamento físico e estado de aclimação podem implicar em sudorese que exceda dois litros/hora (CARVALHO; MARA, 2010).

Países tropicais como o Brasil apresentam em boa parte do ano temperaturas elevadas. A reposição hidroeletrolítica adequada se torna ainda mais relevante nesse contexto para prevenir estados agudos ou crônicos de desidratação (SAMY; COSTA; FABRÍCIO, 2016).

De acordo com Biesek, Alves e Guerra (2005), uma boa estratégia de hidratação durante a atividade esportiva é a combinação de água, carboidratos e eletrólitos, sendo importante observar o volume, a frequência da ingestão, a temperatura e o tipo de substrato utilizado. Uma solução com carboidrato de 6 a 8% com sódio a 0,5% parece ser a proporção mais semelhante ao fisiológico e por isso recomendado para reposição hidroeletrólítica (DA SILVA *et. al*, 2011). O carboidrato presente no isotônico fornece substrato para manutenção da glicose nos músculos e os sais minerais atuam diretamente na função celular adequada (DA SILVA *et. al*, 2011).

A hiponatremia é caracterizada pela deficiência de sódio no sangue e traz sintomas condizentes com a desidratação, tais como câibras, dores de cabeça e reflexos motores diminuídos. A hipocalemia, caracterizada pela deficiência de potássio, também pode trazer câibras, fraqueza, além de se relacionar com distúrbios termo regulatórios e o infarto decorrido do calor (*heat stroke*) (SAWKA *et. al*, 2007).

5 METODOLOGIA

O estudo de caso foi realizado com levantamento de dados a partir da aferição dos sinais vitais e parâmetros laboratoriais dos bombeiros militares integrantes do 7º COI. Duas queimas, Queima 1 e Queima 2, foram realizadas em SDI. O número de participantes em cada queima era de dez indivíduos. Foram considerados não elegíveis a participar do estudo os indivíduos que não participaram da coleta de todos os parâmetros avaliados – peso, sinais vitais e marcadores urinários - ou que não assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A amostra final, após excluídos os indivíduos não elegíveis, foi de treze indivíduos.

O estudo se constituiu por três momentos: M1 – antes do início da atividade no SDI; MD – após atividade, sem ingestão de líquidos; M2 – após reidratação sequente à atividade. O momento M1 teve a coleta urinária realizada aproximadamente 24 horas antes do treinamento, sendo a amostra biológica entregue pelos participantes na recepção do laboratório de análises da Policlínica Médica do CBMDF (POMED). Os parâmetros de sinais vitais e peso corporal de M1 foram aferidos com os participantes sentados e em repouso antes do início das queimas. O momento MD aferiu o peso corporal dos participantes do estudo imediatamente após finalizarem a

atividade e desequiparem o EPR e EPI. O momento M2 teve a coleta do jato médio de urina coletado na primeira micção pós-atividade e após realizado completamente a reidratação fornecida pelo condutor do estudo. As amostras foram entregues pelos participantes diretamente na recepção do laboratório de análises da POMED. Os demais parâmetros de M2 (sinais vitais e peso corporal) foram coletados logo após o término da reidratação, com os participantes sentados e em estado de repouso.

Os bombeiros foram orientados a restringir o uso de anti-inflamatórios não-esteroidais, esteroides anabolizantes, suplementos alimentares que contivessem creatina em sua composição e fármacos diuréticos ou qualquer substância classificada como diurética que não seja a cafeína usual da dieta. Foram orientados a ingerir uma média de 3,7 litros nas 24h antecedentes à atividade, de modo que esse volume fosse distribuído uniformemente ao longo do dia anterior ao treinamento. Foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) a todos os participantes da atividade, os quais assinaram o mesmo após esclarecimentos de dúvidas.

5.1 GRUPOS

Para efeito de comparação, a amostra foi dividida em dois grupos: GA – grupo reidratado apenas com a ingestão de água; GH – grupo reidratado com a combinação de hidroeletrólíticos mais água. Ambos os grupos foram submetidos ao mesmo treinamento concomitantemente, sem qualquer tipo de distinção. O grupo GA recebeu um volume total de 1500mL de água para reidratação em M2 divididos em três garrafas de 500mL; o grupo GH recebeu um volume total de 750mL de água mais 750mL de isotônico (concentração de 6% de carboidrato e 0,5% de sódio), divididos em: uma garrafa de 500mL de isotônico, uma garrafa de 500mL de água e uma garrafa com a mistura de 250mL de água com 250mL de isotônico para a reidratação em M2.

5.2 SINAIS VITAIS

Para aferição da frequência cardíaca e pressão arterial, foi usado o medidor de pressão arterial digital Microlife® BP3AC1-1PC. O procedimento foi adotado em M1 e em M2 da mesma forma.

5.3 PESO CORPÓREO E PERDA HÍDRICA

Todos participantes da amostra foram pesados em balança digital G-Tech Glass 10® nos momentos M1, MD e M2, vestidos apenas de *short* térmico e *top*. Após coleta do peso corpóreo dos indivíduos em M1, MD e M2, foi calculada a perda hídrica estimada entre M1-MD; e M1-M2, segundo Godois *et. al* (2014); Barros *et. al* (2010).

5.4 DURAÇÃO E CARACTERÍSTICA DA ATIVIDADE

O tempo de atividade da queima no SDI foi cronometrado com auxílio de relógio de pulso e a queima ocorreu com o uso de 7 madeirites de 10mm. O protocolo dessa queima se encontra no manual do processo SEI 00053-00043769/2020-11 como Instrução Normativa IN 003/2020 (CBMDF, 2020). O protocolo de ataque no SDI-2 do manual foi conduzido, no qual duplas na linha de ataque realizam o procedimento de passagem de porta no SDI e ao adentrar, realizam o combate da fase gasosa ou sólida no interior, enquanto o instrutor opta por manter ou não a ventilação dependendo das condições dentro do SDI. Depois do combate o instrutor orientava que a dupla evacuasse e então era feito o *hot debriefing* que não deveria ultrapassar 1 minuto (CBMDF, 2020). Esse ciclo era repetido por pelo menos 3 vezes por dupla. O *debriefing* detalhado foi realizado ao final de toda atividade.

5.5 URINA

Toda a amostra de GA e GH seguiu o protocolo de jejum pós atividade e ingestão completa dos líquidos até a primeira micção. A micção foi realizada na POMED – Policlínica Médica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, com a coleta do jato médio. O material biológico foi entregue imediatamente ao recepcionista do laboratório após a coleta.

5.6 SINTOMAS

Foi aplicado um questionário individual para responder a percepção de sintomas inerentes à possível desidratação vivenciada pelos indivíduos nos momentos MD e M2 do estudo.

Após compilados os dados referentes à percepção de sintomas dos indivíduos, foi feita a comparação das respostas entre GA e GH.

5.7 PARÂMETROS LABORATORIAIS

Após ter os resultados de diagnóstico dos participantes do estudo divulgado pelo laboratório, foi feita a análise estatística dos dados laboratoriais para realização da comparação entre os grupos GA e GH.

5.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para todos os testes estatísticos, foi adotado o nível de significância de 95% ($p < 0,05$) em teste T Student Welch.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As queimas foram realizadas em 27 de setembro de 2019, sendo a Queima 1 iniciada às 8h30 com duração de 54 minutos, enquanto a Queima 2 teve início às 10h30 e duração de 47 minutos (Tabela 4). As duplas na linha de ataque permaneceram cerca de 3 minutos no interior do SDI, de modo intermitente. A temperatura média pela manhã foi de 22 graus e umidade média 80%, de acordo com o banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2020).

Após encerradas as queimas, as hidratações ocorreram fracionadas em três horários, de modo a permitir o esvaziamento gástrico e absorção de líquidos. A Hidratação 1, H1, foi de 500mL de repositor hidroeletrólítico para GH e de 500mL de água para GA. A Hidratação 2, H2, foi de 500mL de água para ambos os grupos. A

Hidratação 3, H3, foi de 250mL de água e 250mL de repositor hidroeletrólítico para GH e de 500mL de água para GA.

Figura 6 – Quadro de horários de início das queimas e suas respectivas hidratações, temperatura e umidade do dia

	Término	H1	H2	H3	Temperatura	Umidade
Queima 1	54'	63'	81'	107'	22°C	80%
Queima 2	47'	57'	75'	90'		

H1: Hidratação com distinção de líquidos suplementados em GA e GH; H2: Hidratação com água para ambos os grupos; H3: Hidratação com distinção de líquidos suplementados em GA e GH.

Fonte: O autor

O término da Queima 1 ocorreu após 54 minutos de seu início, quando ocorreu a segunda aferição de peso (MD). Com 63 minutos foi realizada a hidratação H1 após a queima. Com 81 minutos, ou seja, 18 minutos após H1, foi realizada a hidratação H2. Com 107 minutos, ou seja, depois de 26 minutos da H2, foi realizada a hidratação H3.

O término da Queima 2 ocorreu após 47 minutos de seu início, quando ocorreu a segunda aferição de peso (MD). Com 57 minutos foi realizada a hidratação H1 após a queima. Com 75 minutos, ou seja, 18 minutos após H1, foi realizada a hidratação H2. Com 90 minutos, ou seja, depois de 15 minutos da H2, foi realizada a hidratação H3 (Figura 6).

Tabela 1 – Comparação da diferença de peso corporal entre os grupos GA e GH nos momentos M1 e MD do estudo

Variáveis	GA	GH	p
Diferença média de PC em M1 (kg)	1.228	0.950	0.1531
Diferença média de PC em MD (kg)	0.528	0.400	0.5663

PC: Peso Corporal; Teste T Welch

Fonte: O autor

A média da diferença de peso corporal entre os momentos M1 - antes do início da queima- e MD - logo após a queima - entre o grupo GA e o grupo GH não foi estatisticamente significativo ($p>0,05$) (Tabela 1). Os dados sugerem que a desidratação ocorreu de modo semelhante em ambos os grupos.

Tabela 2 – Média com desvio-padrão do peso corporal, perda hídrica relativa e percentual de desidratação dos grupos GA e GH nos momentos M1 e MD – fase de desidratação

	M1	MD	PHR	% Desidratação
GA (kg)	72.485 ± 7.962	71.257 ± 7.774	1.228	1.7%
GH (kg)	73.152 ± 16.448	72.233 ± 16.362	0.919	1.3%

PHR: perda hídrica relativa de M1-MD

Fonte: O autor

As médias de peso corporal entre os grupos se mostraram semelhantes em M1 e em MD. A perda hídrica relativa é estabelecida, de acordo com Godois *et. al* (2014), como a diferença do peso corporal na situação de desidratação aguda. Aplicado ao estudo, é a diferença de M1 para MD. A perda hídrica relativa de GA foi de 1,228kg enquanto em GH foi de 0,919kg. O percentual de desidratação de GA foi de 1,7% e de GH 1,3%. Em ambos os grupos a desidratação foi classificada como leve (<3% do peso corporal), segundo os autores Mara *et. al* (2007) (Tabela 2).

Nunes (2013) apresentou em seu estudo sobre desidratação de bombeiros militares do Distrito Federal após queima em SDI a média percentual de desidratação de 4,5% nos militares que não fizeram reposição hídrica após combate. Entretanto, ressalta-se a diferença de protocolo de queima, o qual fora realizado com exposição constante ao calor no estudo de Nunes, 2013, enquanto no presente estudo a queima ocorreu de forma intermitente.

Em outro estudo, ocorrido no Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Da Silva *et. al*, 2018, apresentou a média percentual de desidratação de 0,61% em 8 militares após a exposição a uma queima de 10 minutos em SDI presenciando comportamento extremo do fogo. No estudo de Abrard *et. al* (2019), 12 homens do

Corpo de Bombeiros de Maine e Loire na França foram expostos a queima em SDI para observação dos fenômenos extremos do fogo durante aproximadamente 30 minutos e tiveram a média percentual de desidratação de 1,39%.

Tabela 3 – Média com desvio-padrão do peso corporal, perda hídrica relativa e percentual de desidratação dos grupos GA e GH nos momentos M1 e M2 – fase de reidratação

	M1	M2	PHR2	% Desidratação 2
GA (kg)	72.485 ± 7.962	73.014 ± 7.648	-0,529	- 0.7%
GH (kg)	73.152 ± 16.448	73.555 ± 16.222	-0,403	- 0.5%

PHR2: perda hídrica relativa de M1-M2;

Fonte: O autor

As médias de peso corporal entre os grupos se mostraram semelhantes em M1. Após realizadas as três hidratações, os grupos apresentaram médias de peso corporal semelhantes novamente. Quanto à perda hídrica relativa, notou-se hiper-hidratação em ambos os grupos. O fato pode ser justificado pela superestimativa de desidratação dos participantes por parte do autor, o qual esperava que a mesma fosse mais acentuada. Em GA houve o aumento de 0,529kg de peso corporal e em GH o aumento foi de 0,403kg. O percentual de desidratação em GA foi de -0,7% e, em GH, de -0,5% (Tabela 3).

Tabela 4 – Comparação dos parâmetros de diferença dos sinais vitais entre os momentos M1-M2 nos grupos GA e GH

Variáveis	GA	GH	p
Frequência Cardíaca	-16.42857	-12.66667	0.6108
Pressão Arterial Sistólica	11.42857	15.33333	0.5983
Pressão Arterial Diastólica	19.71429	16.00000	0.3535

Teste T Welch

Fonte: O autor

Os parâmetros de sinais vitais foram aferidos em M1 em repouso, sentados. Em M2, foram aferidos nas mesmas condições que em M1, após aproximadamente 20 minutos do término da atividade. Ao realizar comparações entre os grupos GA e GH quanto aos parâmetros de sinais vitais, observou-se redução da frequência cardíaca e aumento da pressão arterial sistólica e diastólica em ambos os grupos de M1 para M2. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos GA e GH para nenhum desses parâmetros (Tabela 4).

Em um estudo dos autores Lee, Bae, Kim (2020) com bombeiros submetidos a esforço físico e fazendo uso de EPR também não foi demonstrada diferença estatisticamente significativa para pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica nos momentos pré e pós-queima em repouso. Contudo, a frequência cardíaca do momento pós-queima em estado de repouso, 20 minutos após o término do exercício, apresentou média de 10 pontos maior que a média pré exercício. No estudo de Abrard *et. al* (2019) também houve aumento da média de frequência cardíaca ao comparar os momentos pré e pós-queima. Houve o aumento de 8 pontos na média de frequência cardíaca.

Tabela 5 – Porcentagem de percepção de sintomas relacionados à desidratação entre os grupos GA e GH do estudo nos momentos MD e M2

Sintomas	GA		GH	
	MD	M2	MD	M2
Sede	100%	12,5%	100%	0%
Sensação de boca seca	62,5%	12,5%	100%	0%
Presença de câibras	12,5%	0%	0%	0%
Sonolência	12,5%	12,5%	60%	20%
Fraqueza muscular	37,5%	0%	60%	20%
Menor potência muscular	75%	12,5%	80%	40%
Dificuldade de concentração	50%	25%	40%	20%
Tontura ou sensação de desmaio	12,5%	0%	0%	0%
Dor de cabeça	25%	0%	40%	20%

GA: n=8; GH n=5

Fonte: O autor

Para Mara *et. al* (2007), o grau leve de desidratação associa não apenas a perda hídrica relativa, mas também seus sintomas. A Tabela 5 evidencia o grau da percepção média entre os participantes de cada grupo antes e depois da hidratação com líquidos.

Os sintomas de sede e boca seca foram reduzidos a 0% no grupo que realizou a reidratação com água e repositores – GH, enquanto o grupo GA apresentou 12,5% mesmo após a hidratação com água para os dois sintomas. A presença de câibras foi evidenciada por 12,5% do grupo GA que, após a hidratação com água, não manifestava mais o sintoma. A respeito de sonolência, o grupo GA apresentou em MD 12,5% dos participantes com o sintoma, enquanto o grupo GH apresentou 60%. Após as hidratações de ambos os grupos, GA continuou apresentando 12,5% do sintoma de sonolência, enquanto GH reduziu para 20%. A percepção de GA para a presença de fraqueza muscular era de 37,5% em MD, que reduziu para 0% em M2. Para GH, essa percepção foi presente em 60% do grupo, que reduziu para 40% em M2. 50% de GA relatou dificuldade de concentração em MD, que reduziu para 25% em M2. Em GH, essa dificuldade foi presente para 40% em MD e, após hidratação, reduziu para 20%. O sintoma de sensação de desmaio foi presente em 12,5% de GA que, após hidratação, reduziu para 0%. Não foi evidenciado esse sintoma em GH. 25% dos participantes de GA relataram dor de cabeça em MD, porém 0% sentiu o sintoma em M2. No grupo GH, 40% dizia sentir dor de cabeça e, em M2, o percentual reduziu para 20%.

No trabalho de Nunes (2013) foram encontrados sintomas de desidratação, como: sede excessiva, tontura, dor de cabeça e câibras. De acordo com a classificação de Mara *et. al* (2007), os participantes do estudo de Nunes (2013) tiveram desidratação moderada pelo percentual de desidratação (4,5%), o que condiz com os sintomas relatados no estudo. O estudo de Silva *et. al* (2018) tem a desidratação evidenciada nos militares classificada como leve (MARA *et. al*, 2007), contudo, relatou que 75% dos militares participantes do estudo relataram sede excessiva e boca seca. Já o presente estudo, apesar de ter apontado desidratação leve para ambos os grupos (GA = 1,7% e GH 1,3% de desidratação) apresentou sintomas esperados na desidratação leve – a perda de desempenho apontado pelo relato de fraqueza muscular e perda de potência muscular pelos participantes, a

sensação de sede excessiva e boca seca- e também na desidratação moderada, tais quais: câibras, dores de cabeça e dificuldade de concentração (Tabela 5).

Tabela 6 – Comparação de diferença dos parâmetros urinários nos momentos M1-M2 entre os grupos GA e GH do estudo

Variáveis	GA	GH	P
Densidade	-2.25	2.20	0.2184
Células Epiteliais	-2.125	0.860	0.2474
Ph urinário	0.25	-0.30	0.2026
Ureia Urinária	-578.5	213.6	0.1068
Creatinina Urinária	-43.725	1.240	0.2037

Teste T Welch

Fonte: O autor

Em relação aos parâmetros físicos, não houve alteração de cor na urina de nenhum participante de M1 para M2. Quanto à densidade, não houve diferença estatisticamente significativa na diferença sobre a média de GA para GH entre os momentos (Tabela 6).

Não foi encontrada na literatura estudos avaliando o uso de repositores hidroeletrólíticos sobre os parâmetros urinários de bombeiros militares após a desidratação. Entretanto, Casa *et. al* (2000) traz em seu estudo a classificação de desidratação baseada na densidade urinária em que indivíduos em estado euhidratado é definido pela densidade <1010; desidratação leve pela densidade entre 1010-1020; desidratação significativa para densidade entre 1021-1030; desidratação severa pela densidade >1030.

Apesar da análise estatística não ter demonstrado diferença significativa entre GA e GH sobre a média da diferença da densidade, GA (n=8) apresentou em M1 – antes da queima - 3 militares (37,5%) em estado euhidratado; 2 militares (25%) com desidratação leve; 3 militares (37,5%) com desidratação significativa. Em M2, após reidratação, GA apresentou 1 militar (12,5%) em estado euhidratado; 5 militares (62,5%) com leve desidratação; e 2 (25%) militares com desidratação significativa. Dentre esses militares, 4 (50%) diminuíram ou mantiveram o valor da densidade.

O grupo GH (n=5) apresentava em M1: 1 militar (20%) em estado euhidratado; 3 militares (60%) com desidratação leve; 2 militares (40%) com desidratação significativa. Após a reidratação, no momento M2, apresentou 1 (20%) em estado euhidratado; 2 militares (40%) com desidratação leve; 2 militares (40%) com desidratação significativa. Dentre esses militares, 3 (60%) diminuíram ou mantiveram o valor da densidade.

Nos parâmetros químicos, não houve alterações em nenhum participante sobre proteínas totais urinárias, filamentos de muco, cristais e cilindros de M1 para M2. Para os testes de células epiteliais, pH urinário, ureia urinária e creatinina urinária não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos GA e GH.

O momento M2, caracterizado por uma fase de reidratação dos participantes em estado de repouso, não trouxe diferenças estatisticamente significativas entre os grupos GA e GH para os parâmetros laboratoriais. Entretanto, os mesmos parâmetros na fase MD não apresentaram diferenças estatisticamente significativas na fase de desidratação. Sendo assim, houve o comprometimento da avaliação adequada do potencial reparador dos repositores hidroeletrólíticos sobre os possíveis danos celulares que seriam observados pela análise laboratorial da urina.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado evidencia que a desidratação ocorre nas atividades de queima em simuladores de desenvolvimento do incêndio. Entretanto, o grau de desidratação é variável e depende de fatores passíveis ou não de controle. As variáveis do clima como temperatura e umidade não são controláveis mesmo no ambiente de laboratório que o autor se propôs criar. Em decorrência da influência desses fatores sobre a desidratação, sugere-se que novos trabalhos abordando o tema sejam feitos reproduzindo condições semelhantes, porém em dias de temperatura e umidade distintos. Sugere-se ainda que a desidratação seja avaliada em outros protocolos de queima em SDI em estudos futuros, já que se pôde perceber que o tempo de exposição ao calor exerceu influência no grau de desidratação.

A necessidade de reidratação se mostrou diretamente proporcional ao grau de desidratação, em que a diferença do peso em quilogramas do militar pré e pós queima

é a quantidade em litros que se sugere ser consumida, não sendo um valor fixo. Deve-se observar que a quantidade de líquido a ser reposta varia em função do tempo de exposição e intensidade do calor, da resistência física e aclimatização do militar, além da troca de calor com o meio externo determinado pelo EPI. Em relação à composição dos líquidos para reidratação, os resultados apresentados neste trabalho não sugeriram necessidade de reposição de bebidas hidroeletrólíticas quando comparado à água. Entretanto, a literatura apresentada sugere que o consumo de eletrólitos pode ser benéfico quando as atividades às quais o militar se expõe têm o potencial de alterar os parâmetros laboratoriais sensíveis à desidratação.

Ressalta-se a importância em dar prosseguimento em estudos que abordem o tema, visto que há implicância direta na ergonomia e saúde de militares que atuam na área de combate a incêndio, seja em treinamentos e cursos, seja em ocorrências reais. O CBMDF deve monitorar os militares na prevenção da desidratação por meio de estudos e testes, bem como na atividade fim, com o suporte adequado na prontidão dos grupamentos por meio da divulgação desse tipo de conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ABRARD, S. *et. al.* **Physiological, cognitive and neuromuscular effects of heat exposure on firefighters after a live training scenario.** International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, p. 1-9, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10803548.2018.1550899> Acesso: em 27 maio de 2020.
- AHRENS, M. **Home Structure Fires.** National Fire Protection Association. Fire Analysis and Research Division. 2013. Disponível em: http://ghk.hcdn.co/assets/cm/15/13/5514468fe301d_-_oshomes.pdf Acesso: em 27 maio de 2020.
- BARBOSA, A. P.; SZTAJNBOK, J. **Distúrbios hidroeletrólíticos.** Jornal de Pediatria, v. 75, n. Supl 2, p. S223, 1999. Disponível em: <http://www.jped.com.br/conteudo/99-75-S223/port.pdf> Acesso: em 27 maio de 2020.
- BARROS J. *et. al.* **Avaliação da taxa de sudorese de atletas de judô e sua associação com escores subjetivos de fome e apetite.** Rev Bras Med Esporte. 2010;16(6):408-12. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbme/v16n6/a02v16n6.pdf> Acesso: em 27 maio de 2020.
- BIESEK, S.; ALVES, L. A.; GUERRA, I. **Estratégias de nutrição e suplementação no esporte.** Editora Manole, 2005.
- CALIXTO-LIMA, L.; REIS, N. T. **Interpretação de exames laboratoriais aplicados à nutrição clínica.** Editora Rubio, 2012.
- CARVALHO, T.; MARA, L. S. **Hidratação e Nutrição no Esporte.** Rev Bras Med Esporte, Niterói , v. 16, n. 2, p. 144-148, Apr. 2010 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922010000200014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 9 set. 2018.
- CASA, D. J. *et. al.* **National Athletic Trainers' Association position statement: fluid replacement for athletes.** J. Athl. Train. 35: 212–224. 2000. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1323420/pdf/jathtrain00002-0094.pdf> Acesso: em 27 maio de 2020.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada.** 2ª. Porto Alegre: Artmed Editora, 1996.
- CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Centro de Treinamento Operacional. **Documento externo nº 40995249 Manual Protocolo SDI CETOP.** Brasília: CBMDF, 26 maio 2020. Processo eletrônico SEI: 00053-00043769/2020-11.
- GODOIS A. M. *et. al.* **Perda hídrica e prática de hidratação em atletas de futebol.** Rev Bras Med Esporte. 2014;20(1):47-50. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbme/v20n1/1517-8692-rbme-20-01-00047.pdf> Acesso: em 27 maio de 2020.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia humana**. Rio de Janeiro–Guanabara, v. 6, p. 844, 2006.

HORN, G. P. *et. al.* **Quantifying dehydration in the fire service using field methods and novel devices**. *Prehospital Emergency Care*, v. 16, n. 3, p. 347-355, 2012. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/10903127.2012.664243> Acesso: em 27 maio de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/verProximosDias&code=5300108> Acesso: em 27 maio de 2020.

KIM, D.; BAE, G.; LEE, J. **A novel vest with dual functions for firefighters: combined effects of body cooling and cold fluid ingestion on the alleviation of heat strain**. *Industrial health*, n. 58(2), p. 91–106, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0205> Acesso: em 27 maio de 2020.

LEON, L. R.; BOUCHAMA, A. **Heat stroke**. *Comprehensive Physiology*, v. 5, n. 2, p. 611-647, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cphy.c140017> Acesso: em 27 maio de 2020.

MALACHIAS, M. V. B. *et. al.* **VII Diretrizes brasileiras de hipertensão**. *Arq Bras Cardiol. Sociedade Brasileira de Cardiologia*. 2016. Disponível em: http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2016/05_HIPERTENSAO_ARTERIAL.pdf Acesso: em 27 maio de 2020.

MARA, L. S. *et. al.* **Alterações hidroeletrólíticas agudas ocorridas no Triatlon Ironman Brasil**. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922007000600008 Acesso: em 27 maio de 2020.

MARTINS, R. M. *et. al.* **Nível de desidratacao durante uma aula de ciclismo indoor**. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 1, n. 3, p. 91-105, 2007. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/30/29> Acesso: em 27 maio de 2020.

MATA, K. L. *et. al.* **Estudo teórico-experimental do comportamento de um compartimento em situação de incêndio**. *Simpósio de Mecânica Computacional*. Out. 2018. Disponível em: <https://doity.com.br/media/doity/submissoes/artigo-aff098ad24cbea98db2f41ee75c589ccfac8174f-arquivo.pdf> Acesso: em 27 maio de 2020.

MEYERS, L. D. *et. al.* **Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements**. National Academies Press, 2006. Disponível em: <https://www.nap.edu/read/11537/chapter/15> Acesso: em 27 maio de 2020.

National Fire Protection Association. **Flammable and Combustible Liquids Code**. 2018. Disponível em: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=30>. Acesso em: 27 fev. 2018.

NUNES, B. M. de A. **A importância da hidratação do bombeiro militar em atividades de combate a incêndio urbano: estudo experimental e descritivo em simulações de combate a incêndio urbano em contêiner**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) – Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal – Brasília, 2013.

RAINES, J. *et. al.* **The effect of prescribed fluid consumption on physiology and work behavior of wildfire fighters**. Applied ergonomics, v. 44, n. 3, p. 404-413, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003687012001482> Acesso: em 27 maio de 2020.

SAMY, L.; COSTA, T.; FABRICIO, R. **Análise Da Desidratação Em Corredores Praticantes De Provas De Trail Run**. Congresso Internacional de Atividade Física, Nutrição e Saúde. 2016. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/CIAFIS/article/view/2659/891> Acesso: em 27 maio de 2020.

SAWKA, M. N. *et. al.* **American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement**. Medicine and science in sports and exercise, v. 39, n. 2, p. 377-390, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17277604/> Acesso: em 27 maio de 2020.

SILVA, A. P. *et. al.* **Desidratação em bombeiros militares após treinamento de combate a incêndio**. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v. 12, n. 72, p. 537-541, 2018. Disponível em: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1081/788> Acesso: em 27 maio de 2020.

SILVA, F. I. C. *et. al.* **A importância da hidratação hidroeletrólítica no esporte**. Revista brasileira de Ciência e Movimento, v. 19, n. 3, p. 120-128, 2011. <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/1620/2045> Acesso: em 27 maio de 2020.

VINCENT, G. E. *et. al.* **The impact of heat exposure and sleep restriction on firefighters' work performance and physiology during simulated wildfire suppression**. International journal of environmental research and public health, v. 14, n. 2, p. 180, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5334734/pdf/ijerph-14-00180.pdf> Acesso: em 27 maio de 2020.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PARTICIPANTES DO ESTUDO

AValiação de Sintomas da Desidratação

Nome:

RG:

Por favor, leia com atenção os itens a seguir e responda de maneira sincera a **sua percepção atual a respeito dos possíveis sintomas da desidratação:**

Está sentindo sede? () Não () Sim
Está sentindo sensação de boca seca? () Não () Sim
Está sentindo câibras? () Não () Sim
Está sonolento? () Não () Sim
Está sentindo fraqueza muscular? () Não () Sim
Sente que está com menos potência e/ou força muscular? () Não () Sim
Sente que está com dificuldade de concentração? () Não () Sim
Está sentindo tontura ou sensação de desmaio? () Não () Sim
Está sentindo dor de cabeça? () Não () Sim
Faz uso de suplementos ou medicamentos: () Não () Sim Quais?

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário, numa pesquisa científica resultante de parceria entre a Academia de Bombeiro Militar (ABMIL) e a Policlínica Médica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (POMED). Por favor, leia com atenção e cuidado as informações a seguir. Caso aceite fazer parte do estudo assine ao final deste documento (nas duas vias). Uma delas é sua e a outra do pesquisador responsável.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

1. Título do projeto: Efeito dos repositores hidroeletrólitos na reidratação de bombeiros militares.

2. Pesquisador responsável: José Carlos Sales Zanelli.

3. Garantia de informação e desistência: O(A) Senhor(a) será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer ponto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação, a qualquer momento. Mesmo que o(a) Senhor(a) não queira participar do estudo, não haverá nenhuma desvantagem.

4. Descrição do estudo: A pesquisa acontecerá na Academia de Bombeiro Militar (ABMIL) e Policlínica Médica (POMED), com coleta de dados no Centro de Treinamento Operacional (CETOP) do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, em Brasília/DF. Serão convidados a participar do estudo os alunos bombeiros militares do curso de especialização COI. Neste estudo, pretende-se avaliar os efeitos dos repositores hidroeletrólitos sobre o grau de desidratação em bombeiros militares do Distrito Federal após o combate a incêndio em simulador de desenvolvimento do incêndio.

A perda hídrica acarreta na perda de eletrólitos dissolvidos na água do suor, que trazem em conjunto, prejuízos à homeostase do indivíduo, podendo acarretar em hiponatremia, câibras, fraqueza, perda da potência, força e resistência muscular, dificuldade na concentração, tontura, desmaios, piora da função renal, entre outros. As temperaturas dentro do SDI durante a queima podem ser conferidas por meio do uso de câmera térmica e é possível verificar temperaturas de até 1000°C durante um *flashover* e aproximadamente 400° na madeira completamente carbonizada. Esses valores, além do fluxo de calor, implicam no calor e na desidratação que atingem os bombeiros.

Para manter a temperatura corporal dentro de limites fisiológicos, entre 37° a 37,5°C, o corpo humano utiliza vias termorregulatórias de troca de calor com o ambiente como radiação, condução, convecção, respiração e evaporação. A termorregulação em situações de calor pode ser feita basicamente pela vasodilatação e pela sudorese.

Em situações extremas, o adulto pode produzir mais de 0,5L/h de suor. A sudorese é um processo efetivo para a perda de calor devido ao elevado calor latente de evaporação da água. Todavia, situações extremas de calor podem levar a uma perda significativa de fluidos corporais e causar a desidratação. Por isso, o calor se relaciona com a desidratação na atividade física e também na atividade de combate a incêndio. A termorregulação é deficiente quando o corpo se encontra desidratado. Esta deficiência sugere que há diferenças significativas na produtividade do trabalho e que poderiam colocar os bombeiros em maior risco. Os fatores envolvidos no combate a incêndio – EPI, equipamento de proteção respiratória (EPR) e calor – contribuem para a deficiência da termorregulação e favorecerem episódios de desidratação.

Caso aceite participar, serão coletados: peso corporal, pressão arterial e qualidade do pulso; amostras de urina para avaliação em laboratório; questionário preenchido sobre sintomas da desidratação.

As avaliações serão feitas em três momentos: 1 – Será realizada coleta de amostras urinárias 24h antes da queima em simulador de desenvolvimento do incêndio (SDI), as quais deverão ser entregues individualmente na recepção do laboratório de análises da Policlínica Médica (POMED) no dia que precede à queima no SDI. Para esta coleta, os voluntários deverão estar devidamente orientados a ingerir de 2,5 a 3,5 litros de água nas últimas 24h para realizar a micção hidratados. Caso não seja possível entregar a amostra urinária em até 2 horas, essa deve ser armazenada em geladeira; 2 - imediatamente antes de iniciar a queima em SDI: aferição de peso, pressão arterial e qualidade do pulso e; 3 - após a ingestão de líquidos que serão

administrados depois da desequipagem do EPR ao término da queima: aferição do peso, pressão arterial, qualidade do pulso e preenchimento do questionário. Estes indivíduos serão distribuídos em dois grupos, sendo que os mesmos serão orientados a ingerir água (grupo reidratado apenas com a ingestão de água - GA) ou água mais repositor hidroeletrolítico (grupo reidratado com a combinação de hidroeletrolíticos mais água – GH). Será realizada coleta de amostras urinárias após a ingestão dos líquidos, as quais deverão ser entregues individualmente na recepção do laboratório de análises da Policlínica Médica (POMED). Os voluntários permanecerão no CETOP até realizarem a primeira micção após a ingestão dos líquidos e estarão liberados após a entrega da amostra urinária na POMED.

Protocolo para coleta de amostra de urina:

- Lavar e secar bem as mãos
- Higienizar a região genital com água e sabão
- Enxaguar e secar bem
- Desprezar o primeiro e o último jato
- Colher o jato médio em frasco esterilizado, aproximadamente 30mL
- Enviar ao laboratório em até 2h após coleta (refrigerada)

Os participantes não deverão estar tomando medicamentos ou suplementos diuréticos, tais como anti-inflamatórios não esteroidais, cafeína, bebidas energéticas, suplementos com estimulantes em sua composição, dentre outros. A distribuição dos participantes do estudo para um dos grupos será realizada por sorteio e o(a) Senhor(a) não poderá escolher qual dos grupos quer fazer parte. Será necessário que o(a) Senhor(a) forneça uma pequena amostra de urina que será coletado pelo Senhor(a) em um pote plástico e fornecido pelos pesquisadores, sem custos financeiros para o(a) Senhor(a). Essa amostra será usada para dosagem de substâncias e células que servirão de indicadores para os possíveis efeitos de desidratação.

Reafirmo o compromisso ético da não-violação das informações coletadas na pesquisa.

5. Riscos e desconfortos: Os efeitos prejudiciais decorrentes da suplementação de repositores hidroeletrolíticos não são frequentes, entretanto, pode ocorrer aumento de gases, episódio de diarreia e dor na barriga. Entretanto, estudos em indivíduos saudáveis, não apresentaram efeitos prejudiciais à saúde humana após a suplementação dessas substâncias. Caso o(a) Senhor(a) aceite participar do estudo e ocorra algum desconforto após o início da suplementação, favor

entrar em contato com os pesquisadores. No que diz respeito à coleta de peso e aferição da pressão arterial e qualidade do pulso, o estudo não prevê riscos.

6. Benefícios: Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto (financeiro, por exemplo). Entretanto, esperamos que este estudo contribua com informações importantes à ciência e com protocolo de hidratação adequada aos bombeiros do CBMDF. Os resultados podem trazer benefícios a todos bombeiros militares que atuam em operações com incêndio.

7. Custos: O(a) Senhor(a) não terá nenhum gasto com a pesquisa, uma vez que os procedimentos serão feitos na própria instituição onde é realizado o treinamento do curso de especialização COI.

8. Esclarecimentos e dúvidas:

Se o(a) Senhor(a) tiver alguma dúvida em relação ao estudo ou não quiser mais fazer parte do mesmo, pode entrar em contato com o pesquisador responsável, José Carlos Sales Zanelli, ou com o Capitão Bruno Marcelino de Almeida Nunes, pelos seguintes meios: telefone celular: (61) 99686-7891 / 98160-9058; e-mail: carlos.szaneli@gmail.com / marcelino_bruno@yahoo.com.br.

Se o(a) Senhor(a) estiver de acordo em participar do estudo, garantimos que as informações fornecidas serão confidenciais e só serão utilizadas neste trabalho com a finalidade de gerar conhecimento em saúde. Os pesquisadores têm o compromisso de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa. Os resultados do estudo poderão ser publicados em revistas científicas, apresentados em congressos ou eventos científicos, além de trazer melhorias ao serviço operacional do CBMDF, sem que seu nome seja mencionado em parte alguma.

CONSENTIMENTO DO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, portador do RG: Fone para contato:..... concordo de maneira livre e esclarecida em participar da pesquisa: **Efeito dos repositores hidroeletrólitos na reidratação de bombeiros militares**. Além de ter lido e entendido todas as informações fornecidas sobre minha participação na pesquisa, tive oportunidade de discuti-las e fazer perguntas. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas satisfatoriamente. Foi-me garantido que

posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu treinamento de especialização.

Brasília, _____ de _____ de 2019.

Nome e assinatura do voluntário

José Carlos Sales Zanelli

Bruno Marcelino de Almeida Nunes