

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

CURSO DE INSTRUTOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ALUNO: **João Paulo Vargas** de Oliveira - 1º Ten Cav

ORIENTADORA: **Danielli Braga de Mello** - Profª Drª

ANÁLISE DA TEMPERATURA DA FACE EM MILITARES COM NOVO FARDAMENTO DO EXÉRCITO BRASILEIRO USANDO A TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

ALUNO **João** Paulo **Vargas** de Oliveira - 1º Ten

ANÁLISE DA TEMPERATURA DA FACE EM MILITARES COM NOVO
FARDAMENTO DO EXÉRCITO BRASILEIRO USANDO A TERMOGRAFIA
INFRAVERMELHA

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito para a conclusão da graduação
em Educação Física na Escola de Educação
física do Exército.

ORIENTADOR Danielli Braga de Mello - Profª Drª

Rio de Janeiro – RJ
2023

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

ALUNO João Paulo Vargas de Oliveira - 1º Ten

ANÁLISE DA TEMPERATURA DA FACE EM MILITARES COM NOVO
FARDAMENTO DO EXÉRCITO BRASILEIRO USANDO A TERMOGRAFIA
INFRAVERMELHA

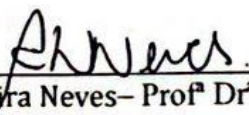
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em 21 de maio de 2023

Banca de Avaliação



Adriane Mara de Souza Muniz - Profª Drª - EsEFEx
Avaliador



Angela Nogueira Neves - Profª Drª - EsEFEx
Avaliador

RESUMO

INTRODUÇÃO: O Exército Brasileiro desenvolveu um novo fardamento com características avançadas, como proteção UV, contra chamas e proteção bacteriológica contra odores e passará a ser obrigatório gradualmente a partir de janeiro de 2024. A temperatura da face por meio de termografia infravermelha vem sendo utilizada em diversas áreas da medicina. Assim, o objetivo do estudo foi analisar os efeitos do novo fardamento do Exército Brasileiro, distribuído pela cadeia de suprimento, sobre a temperatura da face de militares por meio da termografia infravermelha.

MÉTODOS: Foi utilizado como amostra 8 militares, de média 26,5 anos, do sexo masculino, alunos da Escola de Educação Física do Exército. Foram necessárias duas visitas para coleta de dados: Visita A, com uniforme inteligente (fardamento de combate) e Visita B, com roupa esportiva (unifrome TFM), que foi realizada de forma aleatória entre os participantes do estudo, e dividida em 3 momentos: pré-teste (M1), teste (M2) e pós-teste (M3). As visitas ocorreram em dois dias distintos com intervalo entre 5 a 7 dias, repetindo os mesmos protocolos e procedimentos. O teste iniciava e terminava com a aferição da frequência cardíaca, massa corporal total (kg), avaliação do nível de hidratação através do refratômetro e TIV da região da Face (Ftemp). Em cada dia de protocolo, as coletas da Ftemp foram feitas em 2 momentos diferentes: 1º momento pré teste (M1), após 15 minutos de aclimação de sunga e o 2º momento pós teste (M3), após a finalização do teste ergométrico utilizando o protocolo de rampa na esteira ergométrica. Os dados foram analisados utilizando estatística descritiva e inferencial, incluindo medidas como mediana, desvio padrão. Foi adotada uma distribuição não aderente à normalidade como base para a pesquisa e foram utilizados os testes *de Wilcoxon* e T de *Student*. O software JASP® versão 0.18.1.0 foi utilizado para o tratamento dos dados. **RESULTADOS:** Foi observado um aumento significativo ($p = 0,031$) na Ftemp com o uniforme de treinamento físico. Entretanto não foi observado aumento significativo ($p = 0,055$) na Ftemp com o novo fardamento de combate (fardamento inteligente). Também foi possível verificar as variações da Ftemp entre TFM ($Md = 1,26^{\circ}\text{C}$) e fardamento ($Md = 1,68^{\circ}\text{C}$) e não foi observado uma diferença estatisticamente significativa entre elas ($\Delta = 0,58^{\circ}\text{C}$; $p = 0,21$). **CONCLUSÃO:** Portanto, pode-se concluir que o novo fardamento de combate do Exército Brasileiro não promoveu aumento significativo da Ftemp que sugere ser uma vestimenta como boa eficácia na termorregulação.

Palavras-Chave: Termografia Infravermelha, Fardamento de combate, termorregulação corporal.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The military uniform is essential for the protection and identification of soldiers on missions. The Brazilian Army has developed a new uniform with advanced features such as UV protection, flame resistance, and bacteriological protection against odors. The uniform will gradually become mandatory starting in January 2024. Facial temperature measured by infrared thermography has been used in various medical fields, including early detection of diseases and injuries, estimation of body composition, and analysis of athletes' performance. Therefore, the aim of this study was to analyze the effects of the new Brazilian Army uniform, distributed through the supply chain, on facial temperature of soldiers using infrared thermography. **METHODS:** Eight male soldiers aged 23 to 35, who were students at the Army Physical Education School, participated in the study. This study involved two visits for data collection: Visit A, with the intelligent combat uniform, and Visit B, with sportswear (physical training uniform, TFM). The visits were randomly assigned to the participants and divided into three moments: pre-test (M1), test (M2), and post-test (M3). The visits took place on separate days with a 5 to 7-day interval, and the same protocols and procedures were repeated. The test began and ended with measurements of heart rate, total body mass (kg), hydration level assessed with a refractometer, and facial temperature measured by infrared thermography (Ftemp). On each protocol day, Ftemp measurements were taken at two different moments: the first moment pre-test (M1), after 15 minutes of acclimatization in swimwear, and the second moment post-test (M3), after completing the ramp protocol on the treadmill. **RESULTS:** A significant increase ($p = 0.031$) in Ftemp was observed with the physical training uniform. However, no significant increase ($p = 0.055$) in Ftemp was observed with the new combat uniform (intelligent uniform). The variations in Ftemp between physical training uniform ($Md = 1.26^{\circ}\text{C}$) and combat uniform ($Md = 1.68^{\circ}\text{C}$) were also analyzed, and no statistically significant difference was found between them ($\Delta = 0.58^{\circ}\text{C}$; $p = 0.21$). **CONCLUSION:** Therefore, it can be concluded that the new combat uniform of the Brazilian Army has demonstrated effectiveness in terms of thermoregulation.

Keywords: Infrared thermography, combat uniform, body thermoregulation.

INTRODUÇÃO

O uniforme militar é um elemento importante na vida de um soldado, já que ele é usado para proteção e identificação durante missões e operações militares. Por isso, é crucial que ele seja feito de materiais específicos, capazes de garantir a segurança e o conforto do usuário em diferentes situações de combate(1). Assim, a escolha adequada dos materiais é fundamental para garantir o bom funcionamento corporal do soldado ao longo das diversas missões que ele venha a desempenhar. (2)

A vestimenta ideal proporciona melhor funcionamento das funções fisiológicas, principalmente quando se trata de exercícios físicos extenuantes. Isso significa que em condições específicas de temperatura ambiente e atividade, roupas especialmente desenvolvidas para tal função permitem um melhor desempenho físico, pois viabilizam uma melhor termorregulação no sentido de manter a temperatura corporal central constante(2).

O processo de termorregulação é a manutenção da temperatura interna do corpo humano e está relacionado com a temperatura da face (F_{temp}). Portanto, a F_{temp} pode ser um indicador indireto da temperatura interna do corpo, porém a mesma também pode ser influenciada pela exposição ao sol, umidade relativa do ar, a ventilação ambiente e o nível de atividade física(3).

À vista disso e em busca de proporcionar melhora no desempenho de seus subordinados, o Exército Brasileiro desenvolveu seu novo fardamento. O novo uniforme foi produzido pela empresa BDS Confecções em parceria com o Exército Brasileiro e o SENAI CETIQT (Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil). Entre as características mais importantes do uniforme inteligente, podemos citar a presença de filtro UVA/UVB, proteção contra chamas e proteção bacteriológica contra odores. Para desenvolver o uniforme, foram revisadas as especificações técnicas e realizadas diversas fases de ensaios laboratoriais com o objetivo de aprimorar o desempenho, aumentar a mobilidade, garantir a adequação ergonômica e aplicar tecnologias têxteis inteligentes.

De acordo com informações contidas no site do Exército Brasileiro, o novo fardamento do EB já é de uso facultativo para oficiais, subtenentes e sargentos desde o dia 1º Jan 22. Passa a ser obrigatório para as forças de emprego estratégico e grandes unidades prioritárias das forças de emprego geral, a partir do dia 1º Jan 24 e obrigatório para todo o EB a partir de 1º Jan 26(4).

Como uma forma de avaliar esse novo fardamento, a termografia infravermelha (TIV), por ser um método não invasivo capaz de captar a radiação infravermelha emitida pela pele que permite, através de imagem térmica, a aferição da temperatura corporal (5). A TIV vem sendo

utilizada em diversas áreas da medicina, incluindo a detecção precoce de doenças e lesões, estimativa da composição corporal (6) e análise de desempenho de atletas (7).

Por conseguinte, com o lançamento do novo uniforme inteligente surgem questionamentos sobre sua capacidade de garantir a respiração adequada da pele e a manutenção da termorregulação corporal dos militares em situações adversas, devido a substituição por um material têxtil diferente. Portanto, ainda existe uma lacuna a ser preenchida entre a relação do impacto do novo fardamento do Exército Brasileiro, na termorregulação de militares e a influência desse novo material com a T_{temp} em situação de esforço físico(8).

Com o intuito de garantir a segurança e melhorar o desempenho dos militares nas diferentes condições geográficas de nosso país, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos do novo fardamento do EB, distribuído pela cadeia de suprimento, sobre a temperatura da face de militares por meio da termografia infravermelha.

MÉTODOS

Delineamento da Pesquisa

Foi feita uma pesquisa quase-experimental, visto que o uso da aleatorização é custoso e com o objetivo de adequar o delineamento a ambientes mais parecidos com o real e ainda assim regular a maior quantidade possível de ameaças à validade interna(9).

Amostra

Foi utilizada a amostragem por conveniência (não-probabilística) composta de 08 (oito) militares do Exército Brasileiro (EB), na faixa etária de 23 a 35 anos, do sexo masculino. Os critérios de inclusão utilizados foram: ser voluntário, militares fisicamente ativos e com a última menção do TAF (Teste de Aptidão Física) Muito Bom ou Excelente, alunos do Curso de Instrutor de Educação Física, da Escola de Educação Física do Exército, Rio de Janeiro – RJ. Foram excluídos do grupo amostral os militares que não puderam participar do exame físico por motivos diversos durante o processo de coleta de dados. Também foram excluídos aqueles com condições patológicas, lesões osteoarticulares ou musculoesqueléticas e outras condições clínicas que não puderam ser avaliadas. Além disso, foram excluídos os participantes que faziam uso de medicamentos que pudessem interferir nas avaliações utilizadas. Durante a realização dos testes, houve perda amostral de um indivíduo por questões de lesão osteoarticular durante uma coleta de dados entre a visita A e B.

Ética em Pesquisa

O presente trabalho atendeu às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 510/2016, do Conselho Nacional de Saúde de 07/04/2016. Os voluntários preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Questionário PAR-Q (Apêndice 1).

O estudo teve seu projeto de pesquisa submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército (CEP-CCFEX) por meio da Plataforma Brasil. Aprovado sob o número 6.478.744.

Coleta de dados

Foi realizada nas dependências da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), no Laboratório de Biocências, constante no endereço Av. João Luiz Alves, S/N - Fortaleza São João,

Urca, Rio de Janeiro, RJ. A coleta de dados foi dividida em três momentos, em dias distintos, com intervalo entre 24 e 48h entre eles.

Primeiro momento

No primeiro momento foi realizado uma abordagem juntamente aos voluntários para explicar os procedimentos necessários na realização das avaliações que foram parte desta pesquisa. Os voluntários receberam para preenchimento e assinatura, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1), responderam ao questionário PAR-Q e foi identificado o último conceito do Teste de Aptidão Física (TAF) para o teste de 12min (10).

Para avaliação da composição corporal e TIV foi recomendado não utilizarem talco, loções, bloqueadores solares e desodorantes, não realizarem tratamentos com eletroterapia, crioterapia e termoterapia no dia da avaliação, não realizar exercício físico no 12 horas antes da avaliação, evitar consumir 2 horas que antecedem a atividade bebidas com cafeína, como cafés, chás e refrigerante tipo cola. Além disso, banhos de sol, exposição prolongada de sessões de UV ou sol direto sem proteção devem ser evitados antes da avaliação.

Foram necessárias duas visitas para coleta de dados sem uma sequencia pré-definida (Visita A – com uniforme inteligente e Visita B – com roupa esportiva), e que foi realizada de forma aleatória entre os participantes do estudo, e dividida em 3 momentos: pré-teste (M1), teste (M2) e pós-teste (M3). As visitas ocorreram em dois dias distintos com intervalo entre 5 a 7 dias, repetindo os mesmos protocolos e procedimentos.

Visita A

Pré-teste (M1)

No caso do participante ser selecionado para a visita A, os voluntários estavam vestindo o uniforme inteligente (novo uniforme do EB, 9º C2), que consiste em: camiseta de algodão, gandola de combate, calça de combate, meia e coturno militar. Todos os itens foram os mesmos fornecidos pela cadeia de suprimento do Exército Brasileiro.

Para iniciar o primeiro dia de teste foi aferido a massa corporal total (kg), a frequência cardíaca e as escalas subjetivas de percepção de esforço e de sensação térmica como parâmetros de segurança e controle, o nível de hidratação por meio do refratômetro e TIV da região da Face.

Avaliação da Frequência Cardíaca

Foi utilizado o frequencímetro cardíaco modelo Polar® H10 (Polar OU, Kempele, Finland). A frequência cardíaca foi registrada antes do início do teste na esteira.

Avaliação da percepção térmica e esforço

A percepção subjetiva térmica e esforço foram aferidas com uso das escalas percepção térmica (sensação térmica, umidade da pele e conforto térmico) e percepção subjetiva de esforço antes do início do teste na esteira (anexo 1)(11–13)

Análise do nível de hidratação

Foram aferidos com uso de refratômetro Digital Portátil Série Clínica UNIRE e escala de cores, os índices de hidratação dos voluntários, através da análise das coletas de urina e escala de cores.

A densidade da urina (Du) mede a proporção de massa relativa de solutos e solventes em uma amostra de urina e depois a compara com a água pura. A densidade da urina na faixa normal é de 1002-1000 g/cm³.

Termografia

A aferição da temperatura da face (Ftemp) foi realizada por meio de termografia infravermelha com uma câmera FLIR®, modelo E76®, faixa espectral 7,5 – 14,0 µm, resolução 240 x 320 (768000 pixels). As análises das imagens foram realizadas pelo *software ThermoHuman®*.

Os voluntários ficaram em ambiente termoneutro (18 a 25 °C) por quinze minutos para aclimatação, sentados, trajando apenas roupa de banho. A temperatura foi controlada pelo termohigrômetro. A avaliação estava de acordo com os critérios de padronização e normas comumente empregadas por especialistas na área de pesquisa acerca deste tema (*Delphi Study*)(14)

Teste (M2)

Foi realizado um teste ergométrico em esteira (modelo R-3500E, marca Rigoletto®) utilizando o protocolo de Rampa que ocorreu conforme descrição que se segue:

1. Aquecimento durante 3 (três) minutos à 9km/h;
2. Evolução progressiva da velocidade da esteira em 0,5km/h a cada 2 (dois) minutos;
3. O teste foi interrompido quando a temperatura interna chegava a 38,5°C ou quando o voluntário pedia para interromper por motivos variados de desconforto ou exaustão.

Todo o teste ocorreu em ambiente termoneutro (18 a 25 °C) e durante ele foi verificado: aferição da FC, temperatura interna por meio do sensor de temperatura CORE TEMP® (greenTEG AG, Rümlang, Switzerland), escalas subjetivas de percepção térmica e esforço. O consumo de líquidos ingeridos foi de forma livre, porém em nenhuma ocasião as amostras requisitaram hidratação durante o teste.

Pós-teste (M3)

Finalizado o teste, foram realizadas as seguintes medidas: peso corporal total, aferição da frequência cardíaca, escalas subjetivas de percepção térmica e esforço, nível de hidratação e TIV da Face.

Visita B

No 2º dia de teste realizamos os mesmos procedimentos, avaliações já descritas anteriormente, com o uso da roupa esportiva (uniforme de TFM) que consiste em tênis esportivo, meia, shorts e regata ou com o uso do Uniforme Inteligente, de forma aleatória.

Análise Estatística

Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva (mediana e desvio padrão, valores mínimo e máximo). Devido ao n amostral e algumas variáveis apresentarem distribuição paramétrica e não paramétrica, optou-se por adotar a distribuição não aderente a normalidade como base para a pesquisa.

Na estatística inferencial, foi utilizado *Wilcoxon* (análise de variância) para análise da temperatura da Face com TIV e o *teste T de student* para a análise da velocidade e tempo de duração do teste. O nível de significância adotada foi $p < 0,05$ e os dados foram tratados no *software JASP®* (2023), versão 0.18.1.0.

RESULTADOS

Neste item estão apresentados os resultados dos dados obtidos na coleta de dados e analisados de acordo com o tratamento estatístico descrito anteriormente. A tabela 1 apresenta os dados descritivos da caracterização da amostra em relação a composição corporal e aptidão cardiorrespiratória e dos dados ambientais coletados durante os testes.

Tabela 1 - Caracterização da amostra e dados ambientais

	Idade (anos)	Estatura (m)	VO2máx (mlO2/kg/min)	MCT (kg)	TA (Celsius)	URA (%)	DU cm³ (Gandola)	DU cm³ (TFM)
Média	26,50	1,79	58,24	80,00	22,70	66,00	1.021,5	1.020
DP	2,25	0,06	3,02	10,12	1,05	5,92	9,12	8,32
Mínimo	24,00	1,70	55,47	68,40	21,40	58,00	1.005	1.005
Máximo	30,00	1,87	64,36	100,40	25,40	81,30	1.032	1.030
SW p-valor	0,19	0,62	0,26	0,057	0,59	0,056	0,81	0,40

Legenda: *Shapiro-Wilk teste ($p < 0,05$); % (percentual); kg (quilograma); m (metros); VO2 (consumo de oxigênio máximo); MCT (massa corporal total); TA (temperatura ambiente); URA (umidade relativa do ar); Du (densidade da urina); cm³ (centímetros cúbicos); DP (desvio padrão).

Pode-se observar que a amostra utilizada apresenta aptidão cardiorrespiratória muito boa de acordo com a classificação da *American Heart Association* (1972) e estão hidratados baseado na densidade urinária (Du), que é uma medida que avalia a massa relativa de solutos e solventes em uma amostra de urina em relação à água pura. A gravidade da urina dentro dos parâmetros normais varia entre 1.002 e 1.040 g/cm³, o que foi observado adequado nas duas avaliações realizadas.

A seguir, a tabela 2 apresenta os valores de tempo de duração total do teste e velocidade final obtida com cada uniforme.

Tabela 2 – Velocidade e tempo de duração do teste

	Tempo TFM (min)	Tempo Fard (min)	Vel Final TFM (km/h)	Vel Final Fard (km/h)
Média	33,28	26,62	16,92	15,18
DP	2,98	2,5	1,2	0,92
Mínimo	30	22	15	13,5
Máximo	37	30	18,5	16,5
SW p-valor	0,126	0,473	0,976	0,893
Sig. p-valor	0,011*		0,032*	

Legenda: *Shapiro-Wilk teste ($p < 0,05$); min (minuto); km/h (quilômetros por hora); Vel (velocidade); Fard (fardamento de combate); TFM (uniforme de treinamento físico militar); DP (desvio padrão).

Ao comparar a média de duração do teste do uniforme de TFM ($33,28 \pm 2,98$ min) com o novo fardamento do EB ($26,62 \pm 2,5$ min) observou-se uma diferença significativa ($p = 0,011$), o teste com TFM teve duração estatisticamente maior. A média da velocidade final atingida no teste com o uniforme de TFM ($16,92 \pm 1,2$ km/h) e com o novo fardamento ($15,18 \pm 0,92$ km/h) demonstrou uma maior velocidade e significativa no TFF ($p = 0,032$).

A seguir, a tabela 3 apresenta os valores temperatura da face nos momentos pré e pós teste com os uniformes de TFM e fardamento, separadamente.

Tabela 3 – Dados TIV Face

	TFM Pré (°C)	TFM Pós (°C)	Fard Pré (°C)	Fard Pós (°C)
Mediana	34,52	35,88	34,55	34,8
Valor mínimo	33,74	34,05	33,43	34,03
Valor máximo	34,75	36,02	34,91	34,91
SW p-valor	0,21	0,01*	0,12	0,48*
Δ °C (pós-pré)		1,36		0,25
p-valor		0,031*		0,055

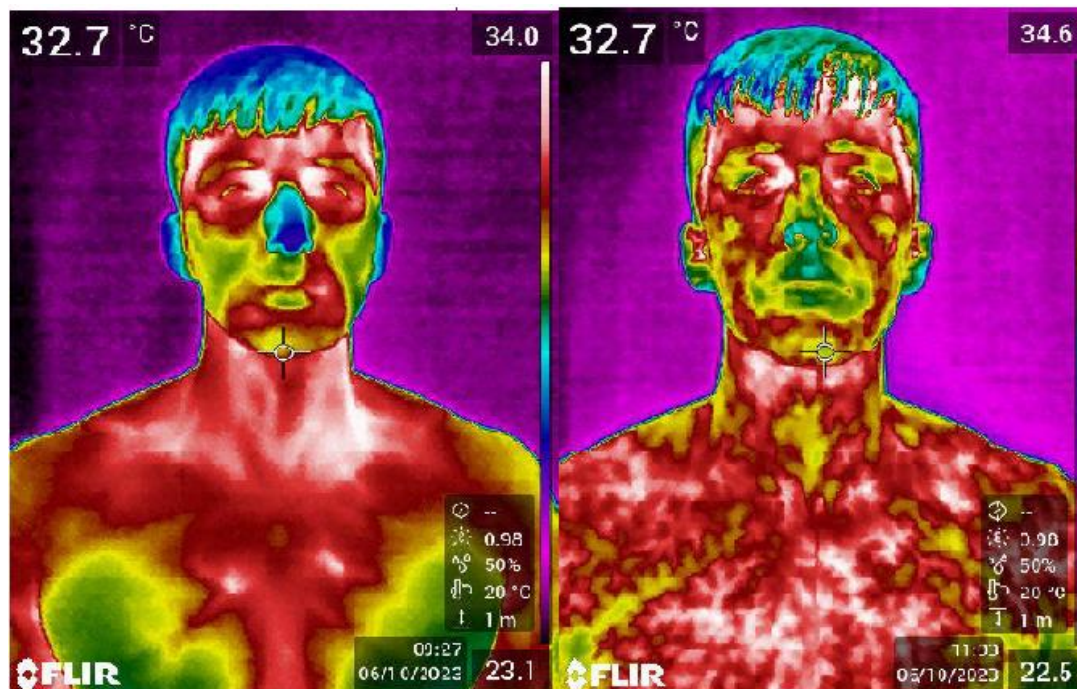
Legenda: *valor de significância ($p < 0,05$). Δ = diferença entre os momentos pós e pré-teste; Fard = fardamento de combate; TFM (uniforme de treinamento físico militar), °C (graus Celsius), SW (Shapiro Wilk).

Destaca-se que houve um aumento significativo $1,36^\circ\text{C}$ ($p = 0,031$) na Ftemp utilizando o uniforme de TFM. Porém, ao analisar o novo fardamento de combate do Exército foi observado um aumento de $0,25^\circ\text{C}$ ($p = 0,055$), não significativo.

Além disso, foi comparada as variações da Ftemp entre TFM ($Md = 1,26^\circ\text{C}$) e fardamento de combate ($Md = 0,68^\circ\text{C}$) e não foi observado uma diferença estatisticamente significativa entre elas ($\Delta = 0,58^\circ\text{C}$; $p = 0,21$).

A figura a seguir apresenta um exemplo da Ftemp pré e pós teste.

Figura 1 – Termografia Infravermelha da Face



DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a temperatura da face em militares durante o exercício, velocidade e tempo de duração do teste, com diferentes uniformes, investigando como a temperatura da face se eleva progressivamente em resposta aos fatores fisiológicos exigidos pelo esforço físico.

Os resultados apontaram que houve diferença significativa na F_{temp} com o uniforme de TFM ($p= 0,031$), porém não foi encontrada diferença significativa quando usado o fardamento de combate ($p= 0,055$). Esses dados ressaltam as distintas respostas térmicas associadas aos diferentes trajas, fornecendo informações valiosas sobre o impacto térmico desses uniformes.

Este aumento na F_{temp} pode ser explicado pois durante o exercício, ocorre um aumento do metabolismo muscular, resultando em maior produção de calor pelo corpo. Além disso, há um aumento do fluxo sanguíneo para os músculos em atividade, incluindo os músculos faciais, como resultado do aumento da demanda metabólica(15). Esse aumento do fluxo sanguíneo leva a uma maior vasodilatação dos vasos periféricos na face, o que facilita a dissipação de calor para a superfície da pele. Esses processos fisiológicos, combinados com a atividade muscular e o aumento do fluxo sanguíneo, contribuem para o aumento da temperatura da face após o exercício físico(16) E a termografia infravermelha, uma tecnologia que permite identificar variações de temperatura, pode ser utilizada para analisar as mudanças de calor na face durante o exercício(3,17).

No presente estudo, observou-se que o uniforme de Treinamento Físico Militar (TFM) proporcionou uma velocidade final do teste e um tempo de duração do teste maiores em comparação com o fardamento de combate. Esses resultados sugerem que o TFM pode oferecer vantagens em termos de desempenho físico durante o exercício. A possível explicação para essa diferença pode estar relacionada ao fato de o teste ter sido executado sem camisa e às características do material utilizado para o short, tênis e meia do TFM, como seu design mais leve e flexível, que pode permitir uma maior liberdade de movimento e menor restrição ao fluxo sanguíneo durante o exercício. Além disso, o TFM pode proporcionar uma melhor regulação térmica, permitindo uma dissipação de calor mais eficiente em comparação com o fardamento de combate, o que pode contribuir para um desempenho físico aprimorado. No entanto, são necessárias mais pesquisas para investigar mais detalhadamente os diferentes efeitos desses uniformes nas diferentes condições ambientais que o militar pode enfrentar.

No entanto, é importante ressaltar que, embora o uniforme de Treinamento Físico Militar (TFM) tenha demonstrado proporcionar uma velocidade final do teste e um tempo de duração do teste maiores em comparação com o fardamento de combate, não foi observada uma diferença significativa na F_{temp} entre os dois uniformes. Sugere-se algumas hipóteses para esse resultado: o fato de o novo uniforme do Exército possuir boa respirabilidade e permitir uma boa termorregulação; o fardamento de combate ser menos confortável que o uniforme de TFM levando os militares a interromperem o teste antes de haver uma diferença significativa no aumento de temperatura da face; a amostra ser de indivíduos com muito boa aptidão física; o teste ser realizado em ambiente termoneutro (18 a 25 graus Celsius).

A termorregulação em pessoas com boa aptidão física é otimizada devido a adaptações fisiológicas, como uma maior capacidade cardiovascular, uma resposta de sudorese mais eficiente e uma melhor distribuição do fluxo sanguíneo. Essas adaptações permitem um melhor controle da temperatura corporal durante o exercício físico e como consequência, não ocorre aumento significativo da temperatura da face. Pessoas com boa aptidão física têm uma maior capacidade de remover o calor gerado pela atividade muscular, suam mais cedo e em maior quantidade, facilitando a dissipação do calor, e têm uma distribuição mais eficiente do fluxo sanguíneo, permitindo uma transferência de calor mais efetiva para o ambiente. Esses fatores combinados contribuem para uma termorregulação mais eficiente e um menor aumento da temperatura da face durante o exercício físico em indivíduos com boa aptidão física(18).

Em um estudo realizado empregando o antigo fardamento de combate do EB, durante protocolo de marcha de 12 km, foi verificado aumento de temperatura significativo nos membros superiores(19). Por outro lado, os resultados do presente estudo sobre o novo fardamento não demonstraram um aumento significativo na F_{temp} durante o protocolo de teste adotado.

Esses achados sugerem que o novo fardamento pode oferecer benefícios em termos de regulação térmica durante a atividade física, especificamente na área da face. No entanto, para uma compreensão mais abrangente e uma comparação mais precisa entre os dois uniformes, é recomendável realizar um estudo adicional que envolva um protocolo específico com exercício físico e que compare ambos os uniformes. Tal estudo permitiria uma análise mais detalhada das respostas fisiológicas, incluindo a temperatura corporal e a percepção de conforto, visando determinar de maneira mais precisa as diferenças entre os dois fardamentos.

É importante considerar algumas limitações deste estudo. Primeiramente, a amostra utilizada pode não representar completamente a diversidade da população militar, por se tratar de alunos realizando o curso de Educação Física do Exército. Portanto, os resultados não podem ser generalizados e recomenda-se a inclusão de uma amostra maior e mais diversificada. Outros

fatores como idade, sexo, preparo físico e adaptação ao esforço específico também devem ser levados em consideração em estudos futuros.

Também vale ressaltar que este estudo detinha de um tamanho amostral limitado e a avaliação restrita a um determinado tipo de exercício físico, exercício aeróbico de corrida. Portanto, embora este estudo forneça insights preliminares sobre a capacidade de termorregulação do novo fardamento de combate do Exército Brasileiro, é importante considerar suas limitações e incentivar a realização de pesquisas adicionais para melhor compreender a eficácia e a adequação do uniforme em diferentes contextos e populações militares.

CONCLUSÃO

Neste estudo, foi investigado o aumento da temperatura da face em militares durante o exercício físico, comparando o uso do uniforme de Treinamento Físico Militar (TFM) e o fardamento de combate pré e pós teste de esforço máximo. Observou-se que ambos os trajes resultaram em um aumento progressivo da F_{temp} em resposta aos fatores fisiológicos demandados pelo esforço físico.

No entanto, foi observado que o fardamento de combate se mostrou eficiente para atividades físicas, em termos de regulação térmica, em ambiente controlado (termoneutro). Por meio da termografia infravermelha, notamos que o fardamento de combate permitiu uma melhor dissipação de calor na superfície da pele.

Esses achados sugerem que o novo fardamento de combate fornecido pela cadeia de suprimentos do Exército Brasileiro, parece ser adequado para ser utilizado em atividades que demandam esforço físico, oferecendo um melhor conforto térmico aos militares durante o exercício, porém faz-se necessário uma análise em estresse de calor ambiental. Além disso, a capacidade da termografia infravermelha em identificar as variações de temperatura na face durante o exercício demonstra seu potencial como uma ferramenta de avaliação objetiva do desempenho do fardamento em termos de regulação térmica.

Em suma, os resultados deste estudo indicam que o fardamento de combate parece ser eficiente para atividades físicas, proporcionando uma regulação térmica adequada durante o exercício. Essas descobertas podem ter implicações práticas importantes para o desenvolvimento e aprimoramento do novo fardamento, visando o conforto e o desempenho dos militares em situações de exercício e combate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Exército Brasileiro. EB10-R-12.004 - Regulamento de Uniformes do Exército. 3°. 2023. 1–60 p.
2. Danielli Mello, Bruno Henrique Canabarro, João Vitor Poiatti, Gabriel Rebouças, Josué Mendes, Vitor Azeredo, et al. Effect Of Two Different Types Of Military Uniforms On Skin Temperature. American College of Sports Medicine [Internet]. 2021;353–4. Disponível em: <http://journals.lww.com/acsm-msse>
3. Romão W, Mello D, Neves EB, Dias T, dos Santos AOB, Alkmim R, et al. The use of infrared thermography in endurance athletes: a systematic review. Vol. 17, Motricidade. Universidade da Beira Interior; 2021. p. 193–203.
4. Prazos para o uso do novo Uniforme Operacional [Internet]. [citado 27 de maio de 2023]. Disponível em: <http://www.sgex.eb.mil.br/index.php/medalhas/2-uncategorised/300-prazos-para-o-uso-do-novo-uniforme-operacional>
5. Ring EFJ, Ammer K. Infrared thermal imaging in medicine. *Physiological Measurement*. 2012;33(3):R33–43.
6. Mendes MS, Santos IS dos, Pontel SN, Rosa SE da, Mello D. Correlação entre a Temperatura da Pele e a Composição Corporal: um estudo preliminar. *Pan American Journal of Medical Thermology*. 2021;7:1–7.
7. Côrte AC, Pedrinelli A, Marttos A, Souza IFG, Grava J, José Hernandez A. Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: Pilot study. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 18 de dezembro de 2018;5:1–5.
8. Chen A, Zhu J, Lin Q, Liu W. A Comparative Study of Forehead Temperature and Core Body Temperature under Varying Ambient Temperature Conditions. *Int J Environ Res Public Health*. 29 de novembro de 2022;19:1–18.
9. Thomas JR, Silverman SJ. Métodos de pesquisa em atividade física. 6º ed. Porto Alegre: Grupo A - Artmed; 2000. 479 p.
10. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *JAMA*. 1968;203(3):201–4.
11. Bulcao CF, Frank SM, Raja SN, Tran KM, Goldstein DS. Relative contribution of core and skin temperatures to thermal comfort in humans. *J Therm Biol*. 2000;25(1–2):147–50.
12. Frank SM, Raja SN, Bulcao CF, Goldstein DS. Relative contribution of core and cutaneous temperatures to thermal comfort and autonomic responses in humans. *J Appl Physiol*. 1999;86(5):1588–93.
13. Kaercher PLK, Glânzal MH, da Rocha GG, Schmidt LM, Nepomuceno P, Stroschöen L, et al. Escala de percepção subjetiva de esforço de Borg como ferramenta de monitorização da intensidade de esforço físico. *RBPFEEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2018;12(80):1180–5.
14. Nasa P, Jain R, Juneja D. Delphi methodology in healthcare research: How to decide its appropriateness. *World J Methodol*. 20 de julho de 2021;11(4):116–29.
15. McArdle William, Katch Frank, Katch Victor. *Fisiologia Do Exercício*. 8°. Vol. 8. Philadelphia; 2016.
16. Johnson JM, Kellogg Jr DL. Skin vasoconstriction as a heat conservation thermoeffector. *Handb Clin Neurol*. 2018;156:175–92.
17. Chudecka M, Lubkowska A. The use of thermal imaging to evaluate body temperature changes of athletes during training and a study on the impact of physiological and morphological factors on skin temperature. *Human Movement*. 1º de março de 2012;13(1):33–9.
18. Racinais S, Ihsan M, Taylor L, Cardinale M, Adami PE, Alonso JM, et al. Hydration and cooling in elite athletes: Relationship with performance, body mass loss and body

- temperatures during the Doha 2019 IAAF World Athletics Championships. *Br J Sports Med.* 1º de dezembro de 2021;55(23):1335–41.
19. Canabarro B, Mello D. Comparação da temperatura dos membros superiores de militares em marcha com diferentes tipos de fardamento. [Rio de Janeiro]: Escola de Educação Física do Exército; 2020.

APÊNDICE 1

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



MINISTÉRIO DA DEFESA EXÉRCITO BRASILEIRO DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO DIRETORIA DE PESQUISA E ESTUDOS DE PESSOAL ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. está sendo convidado como voluntário a participar da pesquisa “A saúde do atleta tático - como a composição corporal e fardamento influenciam na termorregulação e no desempenho operacional”. Nesta pesquisa pretende-se estudar as alterações fisiológicas, metabólicas e termorreguladoras em militares submetidos a um protocolo de estresse de calor metabólico.

Objetivos: Analisar as alterações fisiológicas, metabólicas e termorreguladoras em militares submetidos a um protocolo de estresse de calor metabólico.

Procedimentos da pesquisa: Você foi selecionado (a) por ser considerado um atleta tático, ou seja, indivíduos em atividades ocupacionais com requisito significativo de aptidão física e desempenho, composto de policiais, bombeiros, socorristas e militares das Forças Armadas. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará qualquer prejuízo.

A coleta será realizada no laboratório de biociências da Escola de Educação Física do Exército. Inicialmente, os voluntários receberão explicações sobre todos os procedimentos e orientações para as avaliações que farão parte desta pesquisa, preencherão este TCLE, responderão ao questionário PAR-Q e será identificado o último conceito do Teste de Aptidão Física (TAF) para o teste de 12min. Serão necessárias duas visitas para realização da coleta de dados (Visita A – com uniforme inteligente e Visita B – com roupa esportiva), que será realizada de forma aleatória, e dividida em 3 momentos: pré-teste (M1), teste (M2) e pós-teste (M3).

A coleta de dados ocorrerá em dois dias distintos com intervalo de 5 a 7 dias entre estes, respeitando os mesmos protocolos e procedimentos.

No pré-teste (M1) serão realizadas as seguintes medidas: avaliação da composição corporal por meio de bioimpedância, avaliação da temperatura da pele e interna por meio de sensor de temperatura e termografia infravermelha com aclimação de 15 min, análise do nível de hidratação por meio de refratômetro e escala de cores, medida da frequência cardíaca por meio de frequencímetro cardíaco, das escalas subjetivas de percepção de esforço e sensação térmica, e do lactato sanguíneo por meio de lactímetro capilar.

No teste (M2) será realizado um teste de ergométrico em esteira (teste de estresse de calor), utilizando o protocolo de Rampa que consiste em 3 minutos de aquecimento iniciando em 9km/h, com aumento progressivo da velocidade da esteira em 0,5km/h a cada 2 minutos em cada estágio. O teste será interrompido quando a temperatura interna chegar a 38,5°C ou quando o voluntário pedir para interromper por motivos variados de desconforto ou exaustão. Serão monitoradas a temperatura da pele e interna por meio de sensor de temperatura, frequência cardíaca por meio de frequencímetro cardíaco, escalas subjetivas de percepção de esforço e sensação térmica, e lactato sanguíneo por meio de lactímetro capilar. Todo o teste ocorrerá em ambiente termoneutro (18 a 25 °C).

No pós-teste (M3) serão realizados os mesmos procedimentos descritos no pré-teste.

A visita A será realizada com uniforme inteligente, que consistirá em gandola e calça camuflada com 50% de tecido poliamida e 50% algodão (tolerância de ±5%). Também será utilizado o coturno distribuído pela cadeia de suprimento do Exército Brasileiro e previsto no Regulamento de Uniforme do Exército, que possui material de borracha de butadieno estireno (SBR). A Visita B será realizada com roupa esportiva padronizada: shorts, meia e tênis.

Desconforto e possíveis riscos associados à saúde: Os riscos associados às avaliações podem incluir mínima dor, desconforto. Dor muscular de início tardia em função do esforço físico realizado. Durante a execução do teste poderão ocorrer lesões musculoesqueléticas relacionadas à incidentes que possam ocorrer decorrentes das condições de execução do teste. Existirá um risco mínimo relacionado a qualquer mal-estar que venha a surgir decorrente da execução do teste, além daqueles presentes no seu dia a dia, porém no caso de ocorrer algum tipo de desconforto durante o estudo, será realizado um imediato atendimento, sem nenhum tipo de ônus material ou pessoal aos envolvidos na pesquisa. Toda as coletas e intervenção seguirão as recomendações e normas de saúde.

Benefícios da pesquisa: Você e futuros participantes poderão se beneficiar com os resultados desse estudo. Os indivíduos desse estudo serão beneficiados diretamente com um *feedback* da avaliação dos resultados individuais, onde espera-se nortear de maneira correta os treinamentos, minimizando o risco de lesões e danos à saúde. Além disso, espera-se que o produto dessa pesquisa venha a contribuir com a tomada de decisões estratégicas, operacionais e administrativa nas forças armadas e auxiliares, e possa ser divulgado com finalidades acadêmicas e científicas.

Esclarecimentos e direitos: Para participar deste estudo o Sr. (a) não terá custo algum, nem receberá qualquer vantagem financeira, porém será indenizado e ressarcido diante de possíveis despesas e eventuais danos provocados pela pesquisa. Terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

O Sr. (a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar do presente estudo.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável/ coordenadora da pesquisa. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida ao senhor (a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos.

Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

Caso você tenha alguma reclamação ou queira denunciar qualquer abuso ou improbidade desta pesquisa, denuncie ao Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército (CEP-CCFEX), que é constituído por um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Você pode fazê-lo pelo telefone, no número (21) 2586 2297, por e-mail (cep@ccfex.eb.mil.br) ou ir ao local, localizado à Av. João Luiz Alves, s/nº, sala do CEP-CCFEX no prédio da EsEFEx, Urca. Os horários de funcionamento do CEP-CCFEX são: 2ª a 4ª feira, das 09h às 12h.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, portador da carteira de identidade nº _____, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “A saúde do atleta tático - como a composição corporal e fardamento influenciam na termorregulação e no desempenho operacional” e por me considerar devidamente informado(a) e esclarecido (a) sobre o conteúdo deste termo e da pesquisa a ser desenvolvida, livremente expresse meu consentimento para inclusão, como sujeito da pesquisa.

_____/_____/_____
Assinatura do Participante Voluntário Data

_____/_____/_____
Assinatura do Pesquisador Responsável Data

Contatos dos pesquisadores responsáveis:

Profa. Dra. Danielli Braga de Mello, Escola de Educação Física do Exército, Av. João Luiz Alves, S/N – Urca – Rio de Janeiro, RJ, e-mail: danielli.mello@gmail.com; telefone: 21 2586-2249.

CRONOGRAMA

ATIVIDADES	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Revisão bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	
Elaboração do Projeto	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Coleta de dados						■	■	■	■
Análise de dados						■	■	■	■
Discussão dos resultados								■	■
Entrega TCC								■	■

ANEXO 1 - Escalas analógicas de percepção térmica e de esforço



ANEXO 2

Questionário PAR-Q

Nome: _____

1. O seu médico alguma vez disse que você apresenta um problema cardíaco e que você deveria realizar apenas atividades físicas recomendadas por ele?

Sim () Não ()

2. Você sente dor no peito ao realizar uma atividade física?

Sim () Não ()

3. No último mês, você apresentou dor no peito quando não estava realizando uma atividade física?

Sim () Não ()

4. Você perde o equilíbrio por causa de tontura ou já chegou a perder a consciência?

Sim () Não ()

5. Você apresenta algum problema ósseo ou articular que poderia piorar por uma alteração de sua atividade física?

Sim () Não ()

6. O seu médico prescreveu atualmente medicações para a sua pressão arterial ou condição cardíaca?

Sim () Não ()

7. Você tem conhecimento de alguma outra razão pela qual você não deveria realizar atividade física?

Sim () Não ()