

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: **George** Almeida Silva Galvão - 1ºTen  
ORIENTADOR: Danielli Braga de Mello - Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>

UNIFORME INTELIGENTE: ANÁLISE DO NOVO UNIFORME DO  
EXÉRCITO BRASILEIRO NA TEMPERATURA DA PELE USANDO A  
TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA – ESTUDO PRELIMINAR

ALUNO: **George** Almeida Silva Galvão - 1ºTen

UNIFORME INTELIGENTE: ANÁLISE DO NOVO UNIFORME DO  
EXÉRCITO BRASILEIRO NA TEMPERATURA DA PELE USANDO A  
TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA - ESTUDO PRELIMINAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para 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

CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

ALUNO: **George** Almeida Silva Galvão - 1ºTen

TÍTULO: UNIFORME INTELIGENTE: ANÁLISE DO NOVO UNIFORME DO  
EXÉRCITO BRASILEIRO NA TEMPERATURA DA PELE USANDO A  
TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA – ESTUDO PRELIMINAR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em 21 de NOVEMBRO de 2023.

Banca de Avaliação



---

Danielli Braga de Mello - Profª Drª - EsEFEx

Avaliador



---

Adriane Mara de Souza Muniz - Profª Drª - EsEFEx

Avaliador



---

Angela Nogueira Neves - Profª Drª - EsEFEx

Avaliador

GALVÃO, George Almeida Silva. Uniforme inteligente: análise do novo uniforme do exército brasileiro na temperatura da pele usando a termografia infravermelha – Estudo preliminar.

GALVÃO, George Almeida Silva. Uniforme inteligente: análise do novo uniforme do exército brasileiro na temperatura da pele usando a termografia infravermelha – Estudo preliminar. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física). Escola de Educação Física do Exército. Rio de Janeiro – RJ, 2023.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Dentro dos itens estabelecidos pelo Projeto Combatente Brasileiro (COBRA) para modernização do Exército Brasileiro está a atualização do Uniforme de Combate. Como forma de compreender as melhorias na adaptação fisiológica deste novo uniforme, este estudo tem como objetivo analisar as respostas termodinâmicas entre a pele do militar e o novo fardamento utilizando termografia infravermelha. **MÉTODOS:** Foi utilizada uma pesquisa do tipo quase-experimental. Participaram do estudo 08 militares, aparentemente saudáveis, do sexo masculino, do Exército Brasileiro na faixa etária de 24 a 34 anos. Os dados foram coletados em dois ciclos de três momentos: inicialmente foi realizado a aferição de temperatura da pele em ambiente controlado (termo neutro) após aclimação da amostra por 15 minutos, após isso foi aplicado o teste ergométrico utilizando o protocolo de Rampa, para realizar um estresse térmico provocando o aumento da temperatura central e periférica e por último foi realizada nova análise de temperatura. Para a coleta de dados foram utilizados o novo uniforme camuflado de combate, projeto COBRA, e o uniforme de treinamento físico militar (14°). Foi utilizado o teste de *Shapiro wilk* para análise da normalidade dos dados. Na estatística inferencial foi utilizado *Wilcoxon* e U de *Mann Whitney* para comparação entre os dados ( $p < 0,05$ ). O software JASP® versão 0.17.1.0 foi utilizado para o tratamento dos dados. **RESULTADOS:** A diferença estaticamente significativa na correlação de uniformes foi observada em apenas 3 regiões de interesse, sendo elas: Cotovelo esquerdo ( $p=0,021$ ), Antebraço frontal externo esquerdo ( $p=0,021$ ), antebraço posterior interno esquerdo ( $p=0,005$ ). Todas as ROIs apresentaram rank bisserial negativo, estimando que o aumento de temperatura em um fardamento é inversamente proporcional a da outra vestimenta. Para as demais regiões analisadas, o novo uniforme de combate não apresentou diferença significativa quando comparado ao uniforme de treinamento físico militar. **CONCLUSÃO:** O novo uniforme de combate camuflado, projeto COBRA, apresenta eficiência no auxílio da termorregulação do indivíduo. Não foram observadas alterações significativas no aumento ou decréscimo da temperatura da pele.

**Palavras-chave:** termografia infravermelha, vestimenta, regulação da temperatura corporal.

GALVÃO, George Almeida Silva. Smart Uniform: Analysis of the New Brazilian Army Uniform on Skin Temperature Using Infrared Thermography – Preliminary Study. Undergraduate Thesis (Bachelor's Degree in Physical Education). Army Physical Education School. Rio de Janeiro – RJ, 2023..

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Among the items established by the Brazilian Combatant Project (COBRA) for the modernization of the Brazilian Army is the update of the Combat Uniform. To understand the improvements in physiological adaptation of this new uniform, this study aims to analyze the thermodynamic responses between the soldier's skin and the new attire using infrared thermography. **METHODS:** A quasi-experimental research type was used. Eight apparently healthy male soldiers of the Brazilian Army, aged between 24 and 34 years, participated in the study. Data were collected in two cycles of three stages: initially, skin temperature measurement was carried out in a controlled (thermoneutral) environment after a 15-minute acclimatization of the sample, followed by an ergometric test using the Ramp protocol to induce thermal stress by increasing central and peripheral temperature, and finally, a new temperature analysis was performed. For data collection, the new combat camouflage uniform, COBRA project, and the military physical training uniform (14th) were used. The Shapiro-Wilk test was used for the analysis of data normality. In inferential statistics, the WILCOXON and MANN WHITNEY U tests were used for data comparison ( $p < 0.05$ ). The JASP® software version 0.17.1.0 was used for data processing. **RESULTS:** A statistically significant difference in the correlation of uniforms was observed in only 3 areas of interest, namely: Left Elbow ( $p = 0.021$ ), Left Frontal Outer Forearm ( $p = 0.021$ ), and Left Internal Posterior Forearm ( $p = 0.005$ ). All ROIs showed a negative biserial rank, estimating that the temperature increase in one attire is inversely proportional to the other. For the other regions analyzed, the new combat uniform did not show a significant difference when compared to the military physical training uniform. **CONCLUSION:** The new camouflaged combat uniform, COBRA project, shows efficiency in assisting the individual's thermoregulation. No significant changes were observed in the increase or decrease in skin temperature.

**Keywords:** Infrared thermography, clothing, body temperature regulation.

## 1-INTRODUÇÃO

A temperatura corporal em humanos está compreendida entre temperatura da pele (T<sub>p</sub> central (TC)), que por sua vez está correlacionada diretamente com a conservação de suas funções metabólicas (1). Essa temperatura é regulada pelo sistema nervoso central (SNC) para manter, em descanso, uma média de 36.8°C com uma variação de  $\pm 3.5^\circ\text{C}$ . Como todo mamífero os humanos são seres homeotérmicos (1), o que significa que consegue manter este intervalo temperatura corporal ideal independente das variações do ambiente. Esse processo é conhecido como termorregulação, e sua finalidade se resume a equilibrar a perda e geração de energia térmica, a fim de manter esta zona de conforto térmico.

A temperatura corporal pode ser medida por meio do uso de variados tipos de termômetros, dentre eles a termografia infravermelha (TIV) que se caracteriza por utilizar radiação infravermelha para medir a temperatura de objetos e superfícies sem contato físico podendo ser aplicada em vários setores como, no estudo em questão, na saúde. A TIV se caracteriza por ser não invasiva, e fornecer dados para análise das funções fisiológicas relacionadas ao controle da temperatura da pele. (2) Além do mais, a temperatura da pele pode ser utilizada como fator de correlação para avaliar a temperatura central do corpo (3)

Conforme McAdler et al. (4) uma temperatura interna, ou central, anormalmente alta irá prejudicar o desempenho físico do indivíduo, ocasionando uma fadiga geral que prejudica a ativação muscular em virtude de uma alta temperatura que reduz os impulsos centrais. Segundo Carvalho (5) - o aumento, ou diminuição, da temperatura central traz consequências gradativas que irão da perda de desempenho físico até o possível óbito. Desta forma, quando o indivíduo se encontra em situação de desconforto térmico, fora da sua zona termo neutra, algumas medidas podem ser adotadas como forma de proteger aquele organismo, são elas: diminuição do exercício físico, ingestão de líquidos, estratégia de resfriamento, escolha/mudança de vestimenta - etc.

Durante as operações militares, os integrantes do Exército brasileiro estão expostos a ambientes de grande variação térmica (6). Estes ambientes favorecem o desconforto térmico devido a elevada temperatura fazendo-se necessário o uso de estratégias que facilitem a troca de energia térmica entre o indivíduo e o ambiente.

As constantes evoluções dos maiores exércitos do mundo motivaram o EB a investir no equipamento individual de sua tropa (7). Para isso, em 2008 foi criado o Projeto COBRA que estabeleceu metas a serem atingidas para inovar a força terrestre dentre elas a Portaria – C Ex Nº 1.596, de 20 de setembro de 2021 estabeleceu o uso obrigatório do novo fardamento para todo Corpo de Tropa a partir de 1º de janeiro de 2026. Este novo fardamento foi desenvolvido segundo

as especificações técnicas N°190/2019 do Departamento de Abastecimento do Exército, que determina que deve possuir tecnologia agregada que garanta, dentre outros fatores, a respirabilidade do fardamento a fim de atender as demandas operacionais com uniformes mais confortáveis e adaptáveis para a realidade da tropa (8).

A análise do conforto térmico ofertado pelos uniformes utilizados pelo EB foi realizada nos últimos anos na EsEFEx (9,10) procurando avaliar o desempenho das diversas fardas utilizadas no dia a dia e em ambientes operacionais, no entanto, o novo fardamento carece de estudo que avalie seu desempenho na termorregulação dos militares que a empregam.

A ausência de pesquisas referentes a influência do novo uniforme na termorregulação dos militares do Exército Brasileiro já sublinha a relevância deste estudo. Além disso, é importante enfatizar os riscos potenciais que a falta de ações para gerenciar o estresse térmico pode representar para a saúde dos militares no serviço ativo. Portanto, através da avaliação das regiões de interesse (ROIs) dos membros superiores este estudo teve como objetivo analisar a influência do novo fardamento, projeto COBRA, distribuído pela cadeia de suprimento do EB na temperatura da pele de militares por meio da termografia infravermelha.

## **MÉTODOS**

### **Delineamento do Estudo**

A pesquisa, caracterizada como pesquisa exploratória, se trata de um estudo com modelo quase-experimental, por não contemplar todas as características relacionadas a randomização e com o propósito de adequar o delineamento a ambientes que reproduzam a realidade. (11)

### **Amostra**

O estudo utilizou uma amostra não-probabilística respeitando os seguintes critérios de inclusão: ser de o sexo masculino estar cursando este Curso no ano de 2023, com idade entre 23 e 34 anos, que obtiveram índice muito bom (MB) ou excelente (E) no último teste de aptidão física (TAF). O estudo estabeleceu como critério de exclusão: lesão musculoesquelética nos últimos 6 meses e indivíduos que ficaram impossibilidade de concluir a rotina de coleta de dados da pesquisa.

Inicialmente a amostra foi composta por 08 militares do Curso de Instrutor de Educação Física do Exército, dos quais 01 militar se lesionou no período da coleta.

### **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 serão previamente informados sobre os procedimentos e objetivo do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, onde foi relatado: objetivo do estudo, procedimentos de avaliação, caráter de voluntariedade da participação do sujeito e isenção de responsabilidade por parte do avaliador e da Instituição.

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



## **Coleta de Dados**

Os voluntários foram avaliados em dois ciclos distintos com intervalo de vinte e quatro a setenta e duas horas entre eles. Foi explicado como ocorreria a coleta de dados e realizado a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Os voluntários foram instruídos sobre a necessidade de permanecer 12 horas sem prática de atividades físicas e manutenção de 4 horas de jejum para avaliação da composição corporal, que trata-se de uma variável de controle para a termografia infravermelha. Para a avaliação da temperatura da pele e percepção térmica não deverão utilizar hidratantes, protetores solares, talco e cosméticos por ocasião da coleta. Os voluntários também serão orientados a consumir 400 a 600 ml de líquido 2 a 3 h antes do exercício; beber de 150 a 300 ml de líquido cerca de 30 min antes do exercício (12).

Toda a coleta foi realizada no Laboratório de Biociências da Escola de Educação Física do Exército, localizada na Av. João Luiz Alves, Fortaleza São João, Urca, Rio de Janeiro, RJ.

### ***Visita A (Ciclo 1)***

Para o primeiro ciclo os voluntários foram sorteados quanto a vestimenta que iriam utilizar, sendo as opções as seguintes: o novo uniforme camuflado, uniforme inteligente (COBRA, 9°C2), do EB e roupa esportiva padronizada, shorts, meias e tênis (14°). O uniforme inteligente é constituído de gandola, calça camuflada, meia e coturno, de distribuição da cadeia de suprimento do EB e de fabricação em 50% de tecido poliamida e 50% algodão (tolerância de  $\pm 3\%$ ). Para definição do traje utilizado pelos voluntários será realizado um sorteio entre a amostra.

O teste foi realizado em 3 momentos distintos, sendo eles: Pré-teste(M1), teste(M2) e pós-teste(M3). A medida da temperatura da pele foi realizada em 2 momentos: pré-teste (M1) e pós-teste (M3).

### ***Pré-teste (M1)***

Para o pré-teste foi analisada a capacidade cardiorrespiratória ( $VO_{2\text{Max}}$ ) dos voluntários através do Protocolo de Cooper (13) que consiste em avaliar o desempenho dos voluntários baseado na distância percorrida em um tempo total de 12 minutos, realizado no último teste de aptidão física (TAF) válido. A avaliação da composição corporal foi aferida através da balança (modelo 2098PP, Toledo®) para obter a massa corporal total (kg).

Para a análise da hidratação dos voluntários foi aferida a densidade de urina (Du), que mede a concentração de soluto presente na urina em uma escala de normalidade de 1.002 a 1.040 g/cm<sup>3</sup> (14), através do Refratômetro Digital Portátil Série Clínica UNIRE e escala de cores. Este controle é importante devido à influência da hidratação da amostra na termografia infravermelha.

Para a coleta da temperatura da pele foi seguido o protocolo de imagens termográficas infravermelhas (15), sendo realizada a medição das regiões de interesse (ROIs) dos membros superiores, inferiores e troncos de forma anterior e posterior. Para tal foi utilizada a FLIR®, modelo Flir E76®, faixa espectral 7,5 – 14,0 µm, resolução 240 x 320 (768000 pixels). A captura da imagem será realizada a uma distância de de 0,70 a 1,20 metros, com o indivíduo em pé na posição anatômica, visando detalhamento das ROIs (16) As imagens foram processadas usando o software ThermoHuman® (17).

Para a correta aplicação do protocolo de imagens termográficas infravermelhas foi realizada aclimatação em ambiente termo neutro (18 a 25°C) por 15 minutos, sendo utilizado termo-higrômetro digital MINIPA-MT-241 (Minipa, Brasil) que controlará a temperatura ambiente (°C) e a umidade do ar. Será aplicada a escala de percepção térmica (18) para controle do conforto térmico.

#### *Teste (M2)*

Os voluntários foram submetidos ao teste através do protocolo de rampa (19) realizado na esteira de modelo R-3500E, marca Riguetto®. O protocolo respeitou os seguintes passos:

- a) Aquecimento de 3 minutos em velocidade inicial de 9 km/h;
- b) Aumento progressivo da velocidade a cada 2 minutos em 0,5 km/h; e
- c) Interrupção do teste ao atingir temperatura central de 38,5°C, ou por decisão do voluntário.

Durante o teste foi controlada a frequência cardíaca a cada 2 minutos do voluntário através do sensor de frequência cardíaca Polar® V800 Polar® H10 (Polar OY, Kempele, Finland). A temperatura central foi controlada através do sensor de temperatura CORE® (greenTEG AG, Rümlang, Suíça). Para aferir o grau de exaustão do voluntário foi utilizada percepção subjetiva de esforço por meio da escala de Borg adaptada (18). Estas variáveis foram utilizadas como parâmetro de segurança para interrupção do teste.

#### *Pós-teste (M3)*

No pós-teste foram realizadas novas coletas de temperatura das ROIs dos membros superiores na vista anterior e posterior, e avaliação da massa corporal total para análise do nível de hidratação utilizando os mesmos protocolos citados no pré-teste (M1).

### ***Visita B (Ciclo 2)***

Para a segunda coleta os voluntários realizaram os mesmos procedimentos já descritos. Conforme sorteio realizado na visita A, o voluntário realizou o reteste com o uniforme não utilizado na primeira coleta.

### **Análise Estatística**

A normalidade e homogeneidade da variância dos dados da amostra foram analisados pelos testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respectivamente. Foram empregadas técnicas de estatística descritiva, utilizando medidas de tendência central (mediana) e de dispersão (amplitude). Foi empregado o teste *Wilcoxon* para a comparação entre os momentos do estudo (pré e pós) e *U de Mann Whitney* para comparação da variação entre fardamentos. O nível de significância adotado foi de 95% ( $p < 0,05$ ). Todos os procedimentos estatísticos foram processados no programa *software* JASP Team (2023). JASP Version 0.17.1.0.

## RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os dados descritivos da composição corporal, aptidão cardiorrespiratória, e condições do ambiente a fim de caracterizar a amostra.

**Tabela 1 - Caracterização da Amostra**

	Mediana	[Mín - Máx]	SW P-valor
Idade	27	[24,00 - 30,00]	0,006
Estatura (m)	1,8	[1,70 - 1,87]	0,624
VO <sub>2</sub> Max (mL/Kg/min)	58	[55,47 - 64,37]	0,269
MCT pré (kg)	80	[68,40 - 100,40]	0,057
MCT pós (kg)	80	[67,85 - 99,45]	0,079
DU (cm <sup>3</sup> )	1,021	[1,005 - 1,032]	0,385

**Legenda:** Shapiro-Wilk teste ( $p < 0,05$ ); **VO<sub>2</sub> Max** (consumo de oxigênio); **MCT** (massa corporal total); **DU** (densidade da urina); °C (celsius); **m** (metro); **mL** (mililitro); **min** (minuto); **kg** (quilograma); % (porcentagem); **cm<sup>3</sup>** (centímetros cúbicos)

Conforme os dados obtidos a amostra se classifica como aptidão cardiorrespiratória “Excelente” conforme a *American Heart Association*(20) . Já a densidade da urina (DU) que mede a quantidade de soluto e solvente presente em uma determinada amostra em relação à água pura demonstra estar dentro dos padrões de normalidade, variando entre 1.005 e 1.032 g/cm<sup>3</sup>.(14)

A tabela 2 apresenta os dados termográficos das regiões de interesse (ROIs) do tronco na vista anterior e posterior, comparando os momentos pré-teste e pós teste com o uniforme 14° (TFM).

**Tabela 2 - Dados termográficos do tronco posterior e anterior utilizando o 14°**

ROIs	Momento	Med	[Min - Max]	Δ°C (pós-pré)	p
Pescoço Frontal (D)	Pré	33	[32,33 - 33,53]	0,77	0,031*
	Pós	33,8	[33,16 - 34,42]		
Pescoço Frontal (E)	Pré	33	[32,45 - 33,13]	0,66	0,031*
	Pós	33,7	[32,72 - 34,85]		
Pescoço Posterior (D)	Pré	32,34	[31,45 - 33,54]	0,89	0,293
	Pós	33,23	[32,22 - 34,81]		
Pescoço Posterior (E)	Pré	32,37	[31,03 - 32,92]	0,56	0,062
	Pós	32,93	[31,57 - 33,49]		
Trapézio Frontal (D)	Pré	32,6	[32,19 - 33,38]	0,5	0,109
	Pós	33,1	[32,66 - 33,93]		
Trapézio Frontal (E)	Pré	32,8	[32,34 - 33,62]	0,53	0,156
	Pós	33,3	[32,85 - 34,21]		
Trapézio Posterior (D)	Pré	32	[31,55 - 33,19]	2,23	0,016*
	Pós	34,3	[32,66 - 35,08]		

Trapézio Posterior (E)	Pré	32	[31,68 - 33,46]	2,19	0,016*
	Pós	34,2	[32,36 - 34,72]		
Ombro Frontal (D)	Pré	31,6	[31,03 - 32,03]	1,25	0,297
	Pós	32,8	[31,27 - 33,89]		
Ombro Frontal (E)	Pré	31,6	[31,12 - 32,35]	1,71	0,469
	Pós	33,3	[31,69 - 34,17]		
Ombro Posterior (D)	Pré	31,2	[30,17 - 32,43]	2,07	0,375
	Pós	33,3	[31,76 - 34,36]		
Ombro Posterior (E)	Pré	31	[30,06 - 32,48]	2,42	0,375
	Pós	33,4	[31,22 - 34,16]		
Peito (D)	Pré	31	[30,79 - 31,82]	0,83	0,469
	Pós	31,8	[30,03 - 33,41]		
Peito (E)	Pré	31,2	[30,83 - 31,91]	0,45	0,469
	Pós	31,7	[30,25 - 33,57]		
Dorsal Central (D)	Pré	31,91	[31,54 - 32,95]	1,89	0,003*
	Pós	33,8	[31,89 - 34,40]		
Dorsal Central (E)	Pré	32,1	[31,61 - 33,10]	1,55	0,004*
	Pós	33,65	[31,92 - 34,54]		
Intercostais (D)	Pré	31,8	[31,13 - 32,15]	-2,06	0,016*
	Pós	29,7	[28,05 - 31,91]		
Intercostais (E)	Pré	31,6	[30,87 - 32,14]	-2,11	0,016*
	Pós	29,5	[28,71 - 31,31]		
Dorsal Posterior (D)	Pré	30,6	[29,74 - 30,93]	0,87	0,078
	Pós	31,5	[28,78 - 33,05]		
Dorsal Posterior (E)	Pré	30,4	[29,67 - 30,92]	0,62	0,016*
	Pós	31	[29,43 - 32,56]		
Abdômen (D)	Pré	31	[30,17 - 31,97]	-1,71	0,375
	Pós	29,3	[28,36 - 31,82]		
Abdômen (E)	Pré	31	[30,45 - 31,94]	-1,58	0,578
	Pós	29,4	[28,26 - 31,05]		
Lombar (D)	Pré	30,03	[28,43 - 31,83]	-0,171	0,47*
	Pós	31,11	[28,11 - 32,78]		
Lombar (E)	Pré	29,94	[28,93 - 31,60]	-0,31	0,789
	Pós	29,63	[27,85 - 32,31]		

Legenda:  $\Delta^{\circ}\text{C}$  (variação da temperatura pré e pós); Med (mediana); Min (Mínimo); Max (Máximo); D (Direito); E (Esquerdo); \*valor de significância ( $p < 0,05$ )

Foi observado na tabela 2 que houve um aumento estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) para as temperaturas pescoço frontal (D) e (E), trapézio posterior (D) e (E), dorsal central (D) e (E), intercostais (D) e (E), dorsal posterior (E) e lombar do lado (D).

**Tabela 3 - Dados termográficos dos membros superiores utilizando o 14°**

ROIs	Momento	Med	[Min - Max]	$\Delta^{\circ}\text{C}$ (pós-pré)	p
Bíceps (D)	Pré	31,2	[30,52 - 31,93]	-1,02	0,047*
	Pós	30,2	[28,66 - 32,94]		
Bíceps (E)	Pré	31,2	[30,70 - 31,99]	-0,12	0,016*
	Pós	31	[29,45 - 33,17]		
Tríceps (D)	Pré	29,5	[28,86 - 30,27]	0,77	0,156
	Pós	30,3	[27,09 - 33,41]		
Tríceps (E)	Pré	29,5	[27,89 - 30,34]	0,65	0,469
	Pós	30,2	[27,97 - 32,65]		
Flexores do cotovelo (D)	Pré	31,4	[30,62 - 32,18]	1,09	0,156
	Pós	32,4	[31,06 - 33,37]		
Flexores do cotovelo (E)	Pré	31,5	[30,47 - 32,33]	1,03	0,078
	Pós	32,5	[31,52 - 33,30]		
Cotovelo (D)	Pré	29,6	[29,12 - 31,84]	1,74	0,375
	Pós	31,3	[28,52 - 33,08]		
Cotovelo (E)	Pré	29,7	[29,22 - 31,28]	1,72	0,109
	Pós	31,4	[29,32 - 32,25]		
Antebraço Frontal Externo (D)	Pré	30,8	[30,45 - 32,07]	0,58	0,031*
	Pós	31,4	[29,53 - 32,01]		
Antebraço Frontal Externo (E)	Pré	31	[30,20 - 32,22]	-0,18	0,078
	Pós	30,8	[29,98 - 32,46]		
Antebraço Posterior Externo (D)	Pré	31	[30,29 - 32,40]	1,2	0,034
	Pós	32,2	[29,58 - 33,32]		
Antebraço Posterior Externo (E)	Pré	30,8	[30,04 - 32,12]	1,01	0,016*
	Pós	31,8	[29,63 - 32,71]		
Antebraço Frontal Interno (D)	Pré	31,5	[29,97 - 32,53]	-0,74	0,031*
	Pós	30,8	[27,91 - 31,82]		
Antebraço Frontal Interno (E)	Pré	31,5	[30,00 - 32,64]	-0,74	0,156
	Pós	30,8	[27,87 - 32,08]		
Antebraço Posterior Interno (D)	Pré	30,4	[29,87 - 31,81]	1,85	0,016*
	Pós	32,3	[29,23 - 32,59]		
Antebraço Posterior Interno (E)	Pré	30,3	[29,42 - 31,55]	1,17	0,047*
	Pós	31,4	[29,88 - 32,29]		
Punho Frontal (D)	Pré	29,2	[28,03 - 32,66]	-0,44	0,016*
	Pós	28,8	[25,24 - 31,80]		
Punho Frontal (E)	Pré	29,7	[27,50 - 32,56]	-0,92	0,016*
	Pós	28,8	[24,67 - 31,94]		
Punho Posterior (D)	Pré	29,7	[28,74 - 32,29]	-0,15	0,016*
	Pós	29,6	[26,52 - 31,82]		
Punho Posterior (E)	Pré	30,1	[28,53 - 32,21]	-0,83	0,078
	Pós	29,3	[26,04 - 31,18]		

Legenda:  $\Delta^{\circ}\text{C}$  (variação da temperatura pré e pós); Med (mediana); Min (Mínimo); Max (Máximo); D (Direito); E (Esquerdo); \*valor de significância ( $p < 0,05$ )

A tabela 3 apresentou os dados termográficos dos membros superiores na vista anterior e posterior onde foi observado diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) no bíceps (D) e (E), antebraço frontal externo (D), antebraço posterior externo (D), antebraço frontal interno (D), antebraço posterior interior (D) e (E), punho posterior (D) e punhos frontais (D) e (E). Observou-se que as regiões intercostais direita e esquerda, bíceps direito e esquerdo, antebraço frontal interno direito, punho frontal direito e esquerdo apresentaram, em sua diferença estatística, uma diminuição significativa de sua temperatura da pele.

A tabela 4 apresenta os dados termográficos das ROIs do tronco, comparando os momentos pré-teste e pós teste com o novo uniforme camuflado. Da análise é possível perceber que algumas ROIs apresentam diferença significativa estaticamente, conforme  $p < 0,05$ , sendo elas: pescoço posterior (D) e (E), trapézio posterior (D) e (E), ombro frontal (D) e (E), ombro posterior (D) e (E), peito (D) e (E), dorsal central (D) e (E), dorsal posterior (D) e (E) e lombar (D) e (E).

**Tabela 4 - Dados termográficos do tronco posterior e anterior utilizando o novo camuflado**

ROIs	Momento	Med	[Min - Max]	$\Delta^{\circ}\text{C}$ (pós-pré)	p
Pescoço Frontal (D)	Pré	32,8	[30,77 - 33,15]	0,35	0,183
	Pós	33,2	[31,86 - 34,73]		
Pescoço Frontal (E)	Pré	32,6	[31,10 - 33,32]	0,47	0,383
	Pós	33,1	[31,62 - 34,38]		
Pescoço Posterior (D)	Pré	32,42	[30,92 - 32,86]	0,57	0,001*
	Pós	32,99	[32,56 - 34,10]		
Pescoço Posterior (E)	Pré	32,43	[31,34 - 32,79]	0,54	0,009*
	Pós	32,97	[32,51 - 33,88]		
Trapézio Frontal (D)	Pré	32,6	[30,56 - 32,98]	0,29	0,109
	Pós	32,9	[31,92 - 34,11]		
Trapézio Frontal (E)	Pré	32,7	[31,20 - 33,53]	0,03	0,383
	Pós	32,8	[32,21 - 34,02]		
Trapézio Posterior (D)	Pré	32,3	[31,07 - 32,80]	0,78	0,014*
	Pós	33	[32,49 - 34,53]		
Trapézio Posterior (E)	Pré	32,2	[31,16 - 32,75]	0,61	0,008*
	Pós	32,8	[32,53 - 34,22]		
Ombro Frontal (D)	Pré	31,1	[30,90 - 32,23]	1,45	0,008*
	Pós	32,5	[31,42 - 33,82]		
Ombro Frontal (E)	Pré	31,6	[30,70 - 32,12]	1,29	0,008*
	Pós	32,8	[31,79 - 33,96]		
Ombro Posterior (D)	Pré	31,4	[29,17 - 32,16]	1,11	0,016*
	Pós	32,5	[31,49 - 34,53]		
Ombro Posterior (E)	Pré	31,2	[29,25 - 31,61]	1,02	0,008*
	Pós	32,2	[31,58 - 33,94]		
Peito (D)	Pré	31,1	[29,70 - 31,33]	1,08	0,016*

	Pós	32,1	[30,70 - 33,38]		
Peito (E)	Pré	31,1	[29,51 - 31,49]	0,96	0,016*
	Pós	32	[31,00 - 33,71]		
Dorsal Central (D)	Pré	31,96	[31,23 - 32,27]	0,71	<.001*
	Pós	32,67	[32,34 - 33,71]		
Dorsal Central (E)	Pré	31,8	[31,20 - 32,37]	0,98	<.001*
	Pós	32,78	[32,16 - 33,90]		
Intercostais (D)	Pré	30,4	[28,89 - 31,98]	0,47	0,383
	Pós	30,9	[30,47 - 32,26]		
Intercostais (E)	Pré	30,6	[28,95 - 31,91]	0,28	0,945
	Pós	30,9	[29,99 - 31,89]		
Dorsal Posterior (D)	Pré	30,3	[28,59 - 31,28]	1,31	0,008*
	Pós	31,6	[31,02 - 33,24]		
Dorsal Posterior (E)	Pré	30	[28,95 - 31,15]	1,54	0,008*
	Pós	31,6	[30,80 - 32,09]		
Abdômen (D)	Pré	30,4	[27,77 - 31,51]	-0,56	0,641
	Pós	29,9	[29,04 - 31,57]		
Abdômen (E)	Pré	30,6	[27,98 - 31,38]	-0,68	0,547
	Pós	29,9	[28,99 - 31,67]		
Lombar (D)	Pré	30,5	[29,18 - 31,94]	1,32	0,009*
	Pós	31,82	[31,29 - 32,61]		
Lombar (E)	Pré	30,82	[29,59 - 32,18]	1,21	0,032*
	Pós	32,03	[30,81 - 32,76]		

**Legenda:**  $\Delta^{\circ}\text{C}$  (variação da temperatura pré e pós); **Med** (mediana); **Min** (Mínimo); **Max** (Máximo); **D** (Direito); **E** (Esquerdo); \*valor de significância ( $p < 0,05$ ).

Observou-se aumento estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) para as regiões do pescoço posterior (D) e (E), ombro frontal (D) e (E), peito (D) e (E), bíceps (D), flexores do cotovelo (D) e (E), antebraço frontal externo (D) e (E), trapézio posterior (D) e (E), ombro posterior (D) e (E), tríceps (D) e (E), dorsal posterior (D) e (E), cotovelo (D) e (E), antebraço posterior externo (D) e (E), antebraço posterior interno (D) e (E).

A tabela 5 analisou as regiões de interesse, na vista anterior e posterior, da região dos membros superiores. Das inferências houve diferença estatisticamente diferente para o bíceps (E), tríceps (D) e (E), flexores do cotovelo (D) e (E), cotovelo (D) e (E), antebraço frontal externo (D) e (E), antebraço posterior externo (D) e (E), antebraço posterior interno (D) e (E). As demais ROIs não apresentaram diferença estatística entre os momentos pré e pós com a vestimenta esportiva padronizada.



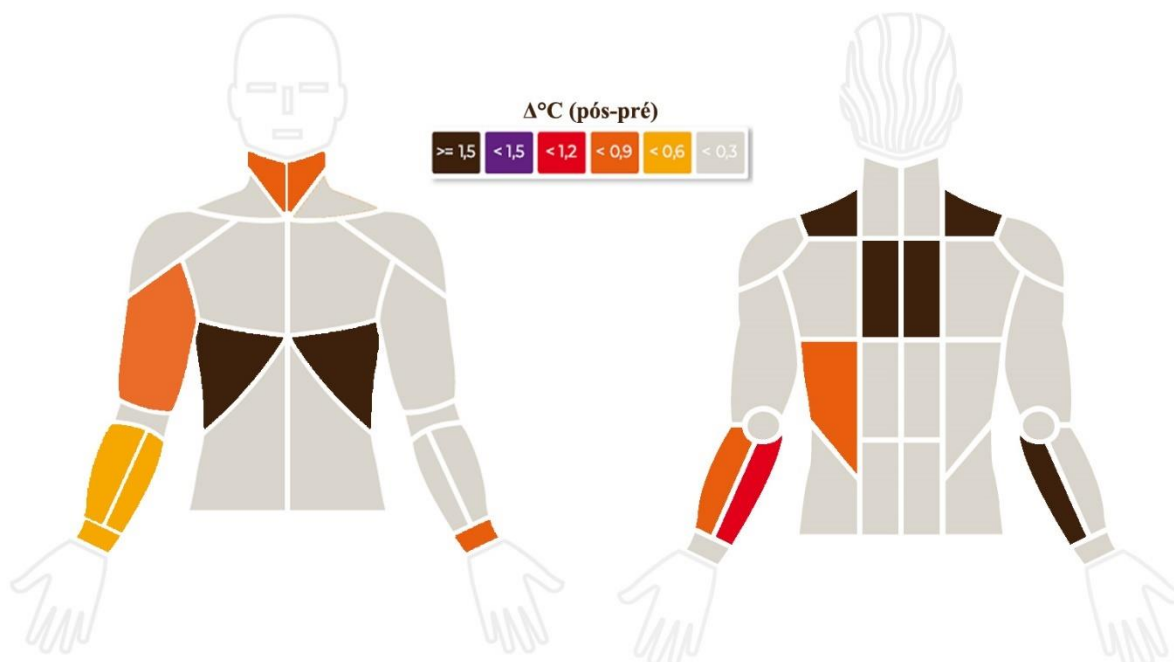
**Tabela 5 - Dados termográficos dos membros superiores utilizando o novo camuflado**

ROIs	Momento	Med [Min - Max]	$\Delta^{\circ}\text{C}$ (pós-pré)	p
Bíceps (D)	Pré	31 [30,01 - 31,69]	0,68	0,078
	Pós	31 [30,58 - 32,32]		
Bíceps (E)	Pré	31 [30,23 - 31,90]	0,83	0,039*
	Pós	32 [30,57 - 32,15]		
Tríceps (D)	Pré	29 [28,54 - 29,77]	1,77	0,008*
	Pós	31 [29,53 - 32,20]		
Tríceps (E)	Pré	29 [28,42 - 29,70]	1,43	0,008*
	Pós	31 [29,63 - 31,78]		
Flexores do cotovelo (D)	Pré	31 [30,08 - 32,03]	1	0,008*
	Pós	32 [31,63 - 32,83]		
Flexores do cotovelo (E)	Pré	31 [30,59 - 32,10]	1,26	0,008*
	Pós	33 [31,98 - 32,83]		
Cotovelo (D)	Pré	29 [27,79 - 30,03]	2	0,008*
	Pós	31 [29,18 - 33,42]		
Cotovelo (E)	Pré	29 [27,47 - 30,20]	2,2	0,008*
	Pós	32 [29,80 - 33,79]		
Antebraço Frontal Externo (D)	Pré	30 [29,32 - 31,31]	0,87	0,016*
	Pós	31 [30,01 - 31,83]		
Antebraço Frontal Externo (E)	Pré	31 [29,40 - 31,23]	1,09	0,016*
	Pós	32 [30,31 - 32,24]		
Antebraço Posterior Externo (D)	Pré	31 [29,85 - 31,31]	1,17	0,008*
	Pós	32 [30,71 - 32,86]		
Antebraço Posterior Externo (E)	Pré	31 [29,77 - 31,01]	1,12	0,008*
	Pós	32 [30,65 - 32,76]		
Antebraço Frontal Interno (D)	Pré	30 [28,12 - 31,49]	0,72	0,461
	Pós	31 [29,15 - 31,97]		
Antebraço Frontal Interno (E)	Pré	31 [27,84 - 31,70]	0,61	0,461
	Pós	31 [29,54 - 32,22]		
Antebraço Posterior Interno (D)	Pré	30 [28,63 - 30,62]	1,59	0,008*
	Pós	32 [30,16 - 33,13]		
Antebraço Posterior Interno (E)	Pré	30 [28,22 - 30,46]	1,79	0,008*
	Pós	32 [29,96 - 33,05]		
Punho Frontal (D)	Pré	29 [25,32 - 29,48]	1,18	0,055
	Pós	30 [27,84 - 31,24]		
Punho Frontal (E)	Pré	29 [24,86 - 29,88]	0,31	0,25
	Pós	30 [27,28 - 31,86]		
Punho Posterior (D)	Pré	29 [24,64 - 29,63]	0,61	0,313
	Pós	30 [27,20 - 30,59]		
Punho Posterior (E)	Pré	29 [23,84 - 29,93]	-0,53	0,742
	Pós	28 [27,52 - 30,60]		

**Legenda:**  $\Delta^{\circ}\text{C}$  (variação da temperatura pré e pós); **Med** (mediana); **Min** (Mínimo); **Max** (Máximo); **D** (Direito); **E** (Esquerdo); \*valor de significância ( $p < 0,05$ ).

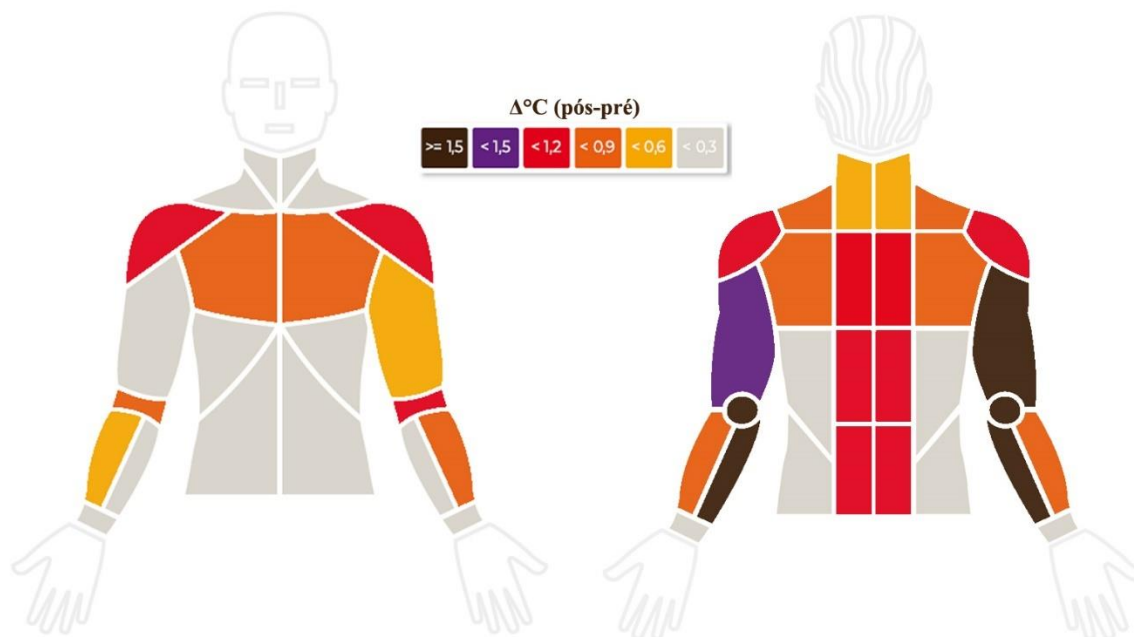
A figura 1 apresenta as diferenças estatisticamente significantes de aumento de temperatura para a vestimenta esportiva padronizada (14°).

Figura 1 - Regiões de Interesse com 14° (vestimenta esportiva adaptada)



A figura 2 apresenta as diferenças estatisticamente significantes de aumento de temperatura para o novo uniforme camuflado de combate.

Figura 2 - Regiões de Interesse com o novo camuflado

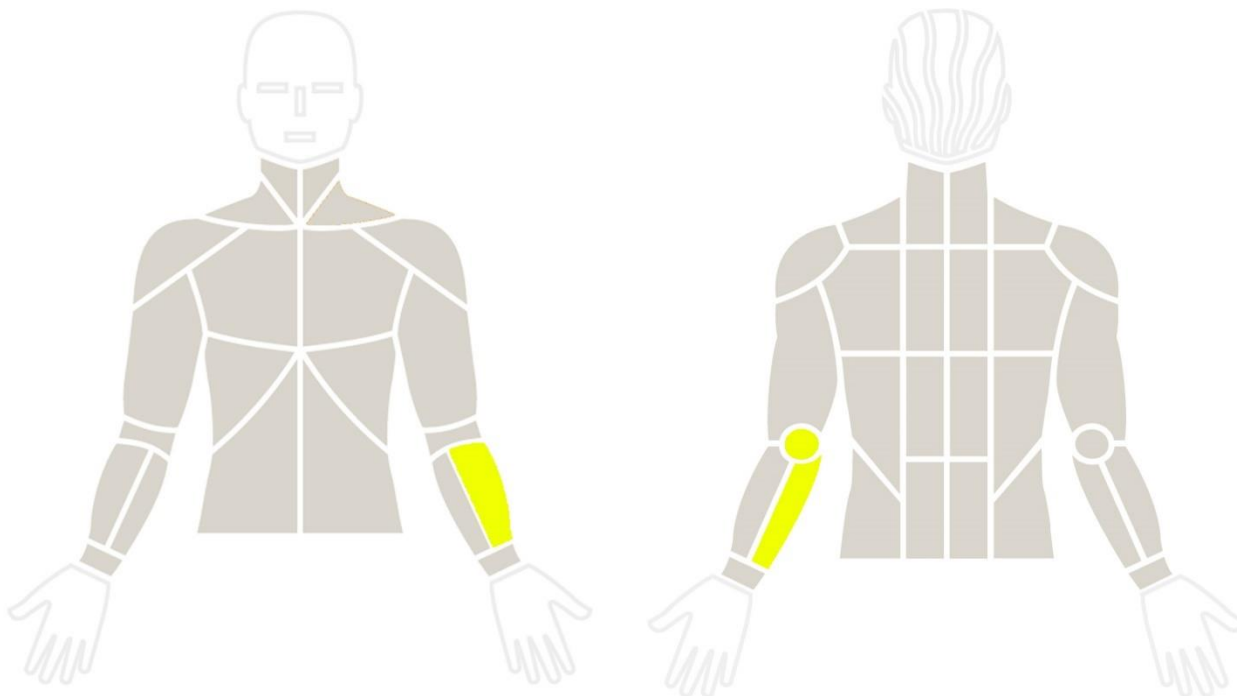


A análise dos dados das tabelas anteriores constatou houve diferença estatisticamente diferente para as regiões do cotovelo esquerdo, antebraço frontal externo esquerdo, antebraço

posterior interno esquerdo ( $p < 0,05$ ). As demais ROIs não apresentaram diferença estatística entre a variação de temperatura da vestimenta esportiva adaptada e o novo uniforme de combate camuflado.

A figura 3 apresenta, em amarelo, as regiões que tiveram diferença estatística ao comparar a variação da temperatura da pele com o uniforme TFM e o novo uniforme camuflado.

Figura 3 - Comparação da variação de temperatura entre uniformes



## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar a resposta térmica da pele com o novo uniforme camuflado, utilizando como parâmetro de comparação a vestimenta esportiva padronizada (14°).

O estudo em questão foi desenhado seguindo um protocolo de rampa que consistia em um exercício de intensidade submáxima a fim de obter resposta fisiológica da amostra equivalente a um aumento da temperatura central e periférica. Esse nível de esforço resultou em diferenças significativas para ambos os uniformes.

A temperatura metabólica do ser humano é afetada por fatores internos e externos, a atividade física influencia essa variação com uma tendência a aumentar o calor metabólico.(1) Os resultados apresentaram este comportamento ao analisar as variações de temperatura com a vestimenta esportiva padronizada e camuflado.

Os dados coletados no teste realizado com a vestimenta esportiva padronizada demonstraram que houve aumento da temperatura nas regiões do pescoço frontal direito e esquerdo, antebraço frontal externo direito, trapézio posterior direito e esquerdo e dorsal posterior esquerda. Já as regiões bíceps direito e esquerdo, intercostais direita e esquerda, antebraço frontal interno direito, punho frontal direito e esquerdo tiveram diminuição significativa de sua temperatura da pele.

Este fenômeno pode ser explicado ao relacionarmos o aumento de temperatura na parte central do corpo ao aumento do fluxo sanguíneo às áreas musculares em atividade (centro do corpo e membros inferiores), um processo desencadeado pela contração reflexa dos vasos sanguíneos. (21) Este fator justificaria o aumento da temperatura central em detrimento da região axial do corpo, outro motivo seria a falta de massa muscular e gordura na região do punho e antebraços.(22)

O comportamento da temperatura para o uniforme camuflado apresentou aumento significativo para as regiões do ombro frontal (D) e (E), peito (D) e (E), bíceps (D), flexores do cotovelo (D) e (E), antebraço frontal externo (D) e (E), trapézio posterior (D) e (E), ombro posterior (D) e (E), tríceps (D) e (E), dorsal posterior (D) e (E), cotovelo (D) e (E), antebraço posterior externo (D) e (E), antebraço posterior interno (D) e (E). Não houve variação negativa estatisticamente significativa de temperatura na análise do uniforme camuflado.

Ao analisar a correlação entre os diferentes uniformes foi verificado que houve diferença estatisticamente significativa apenas em três ROIs, sendo elas: Cotovelo (E), Antebraço frontal externo (E), antebraço posterior interno (E). As regiões apresentaram correlação moderada e

negativa. Este fenômeno pode ser justificado pelo decréscimo de temperatura nestas regiões quando utilizando o uniforme de treinamento físico (vestimenta esportiva padronizada) e aumento a temperatura quando utilizando o camuflado como vestimenta.

As diferentes regiões do corpo devem apresentar variações com magnitudes diferentes, no entanto, deve haver similaridade entre os segmentos colaterais (23). Todavia, da comparação entre os dois uniformes foi observado diferença significativa predominante na parte esquerda da amostra. Este fator pode ser explicado pela dominância da amostra, não sendo relacionada à algum tipo de patologia ou lesão dela.

Das inferências realizadas, a diferença significativa relacionada aos membros, em detrimento do tronco, pode estar relacionada ao fato de que, ao utilizar o fardamento os braços e antebraços da amostra estão cobertos, restringindo a transpiração e dificultando a troca de calor com o ambiente. (24)

A partir da análise dos dados, notou-se que as outras regiões de interesse não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ao comparar o uso do novo uniforme camuflado com o da vestimenta esportiva padronizada. Isso indica que ambos exercem uma influência similar sobre a termorregulação do grupo estudado.

Por fim, a tecnologia de temperatura infravermelha (TIV) possui propriedade de identificar pela temperatura, os músculos com mais ou menos atividade durante o exercício (21), oferecendo vasta gama de interpretações. Os resultados deste estudo correspondem com os dados da literatura existente e podem ser empregados para reconhecer quais músculos estão ativos durante a realização de atividades física com o uniforme, bem como sua variação térmica. Esses resultados também são úteis na detecção de possíveis lesões através da observação de assimetrias térmicas.

O estudo apresentou limitações quanto a restrição de tempo imposta pela duração do protocolo na fase de coleta de dados. Além disso, a execução da pesquisa em um ambiente com temperatura controlada gerou resultados que não são necessariamente aplicáveis às condições climáticas reais enfrentadas pela população-alvo quando esta está em uniforme.

## CONCLUSÃO

Neste estudo, foi investigado o aumento da temperatura da pele em militares durante o exercício físico, comparando o uso do uniforme de Treinamento Físico Militar (TFM) e o novo uniforme camuflado (COBRA) em momentos pré e pós teste de esforço máximo. Observou-se que ambos os trajes resultaram em diferença da temperatura metabólica, de forma que apresentaram aumento da temperatura na região central do corpo e, no uso da vestimenta esportiva padronizada, decréscimo nos membros superiores após o esforço físico.

Os resultados obtidos pelo novo uniforme camuflado do projeto COBRAM demonstraram dificuldades na termorregulação dos militares no ambiente termo neutro quando comparado a vestimenta esportiva padronizada. Deduz-se que a termorregulação do novo uniforme apresenta, em princípio, eficiência menor para o controle da temperatura da pele.

Deve-se destacar que a individualidade biológica desempenha um papel crucial nos resultados, sugerindo a necessidade de mais experimentos para um entendimento mais profundo sobre a aplicação de estímulos diferenciados. No contexto militar, tal conhecimento tem impactos diretos na eficácia das missões, sublinhando a importância da ciência para o desempenho das forças armadas. Consequentemente, compreender a termorregulação e as especificidades individuais pode ajudar na minimização e prevenção de enfermidades relacionadas a estresse térmico.

A importância deste estudo reside na quantificação de dados que podem ser aplicados para avaliar a eficácia dos uniformes usados pelos militares, contribuindo assim para aprimorar suas condições de operação.

## REFERÊNCIAS

1. Leong Lim C, Byrne C, Lee JK. Human Thermoregulation and Measurement of Body Temperature in Exercise and Clinical Settings. 2008;37(4).
2. Moraes C de L. A abordagem integrada da termorregulação no ensino de biologia na educação básica [Mestrado]. [Belo Horizonte]: UFMG; 2020.
3. Eggenberger P, MacRae BA, Kemp S, Bürgisser M, Rossi RM, Annaheim S. Prediction of Core Body Temperature Based on Skin Temperature, Heat Flux, and Heart Rate Under Different Exercise and Clothing Conditions in the Heat in Young Adult Males. *Front Physiol.* 2018 Dec 10;9.
4. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercício e Estresse Térmico. In: *Fisiologia Do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano.* 8ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2016.
5. De Carvalho T, Sampaio De Mara L. Hidratação e Nutrição no Esporte Hydration and Nutrition in Sports. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16(2):201–88015.
6. EME. Manual de Campanha C 100-5: Operações. 1997.
7. Castro PHC de. Bicentenário da Independência do Brasil: As principais evoluções tecnológicas do Exército. Rio de Janeiro; 2019.
8. Barreto AR da C. A atual parceria estratégica Brasil-Estados Unidos Da América: Desafios para o preparo da Força Terrestre. [Rio de Janeiro]: Exército Brasileiro; 2020.
9. Canabarro B. COMPARAÇÃO DA TEMPERATURA DOS MEMBROS SUPERIORES DE MILITARES EM MARCHA COM DIFERENTES TIPOS DE FARDAMENTO. 2020.
10. Silva R. Comportamento da temperatura da pele de militares sob esforço físico usando a blusa de combate camuflada leve. 2020.
11. Thomas JR, Silverman SJ. Métodos de pesquisa em atividade física. Grupo A - Artmed; 2000. 479 p.
12. de Mello DB. Estresse Térmico – Os efeitos do calor sobre o desempenho físico. *Revista de Educação Física/Journal of Physical Education.* 2018;87(4).
13. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. *JAMA.* 1968;203(3):201–4.
14. Hall JE. Tratado de fisiologia médica. Elsevier Health Sciences; 2021.
15. Gomes Moreira D, Costello JT, Brito C, Quintana MS, Brito CJ, Sillero-Quintana M. A checklist for measuring skin temperature with infrared thermography in sports and exercise medicine Dynamics of balance recuperation View project Thermography applied to injury prevention and monitoring the training load in Sports View project A checklist for measuring skin temperature with infrared thermography in sports and exercise medicine

[Internet]. Minas Gerais; 2017. Available from:  
<https://www.researchgate.net/publication/321245923>

16. Lucas R, Brioschi ML. Termografia Aplicada à Fisioterapia. Florianópolis: Sistema Wallace Consultoria Ltda. 2016;
17. Requena-Bueno L, Priego-Quesada JI, Jimenez-Perez I, Gil-Calvo M, Pérez-Soriano P. Validation of ThermoHuman automatic thermographic software for assessing foot temperature before and after running. *J Therm Biol.* 2020 Aug 1;92.
18. Neves NA, Muniz AM de S, Meirelles C de M, Rodrigues LC, Mainenti MRM. *Ciência aplicada ao exercício físico e ao esporte.* 1 ed. Appris Ltda., editor. Curitiba: Appris Ltda.; 2022.
19. Hespanha R. *Ergometria: bases fisiológicas e metodologia para a prescrição do exercício.* Rio de Janeiro: Rubio. 2005;
20. Wann LS, Curtis AB, January CT, Ellenbogen KA, Lowe JE, Estes NAM, et al. 2011 ACCF/AHA/HRS focused update on the management of patients with atrial fibrillation (updating the 2006 guideline): a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* [Internet]. 2011;123(1):104–23. Available from:  
<http://europepmc.org/abstract/MED/21173346>
21. Neves EB, Matos F, Cunha RM, Reis VM. Thermography to Monitoring of Sports Training: An Overview. *Pan American Journal of Medical Thermology.* 2015 Jun 30;2(1):18–22.
22. Mendes MS, Santos IS dos, Pontel SN, Rosa SE da, Mello D. Correlação entre a Temperatura da Pele e a Composição Corporal. *Pan American Journal of Medical Thermology.* 2022 Mar 9;8:005.
23. Amaral Costa CM, Quintana M, Cano S, Gomes Moreira D, Brito C, Fernandes AA, et al. Daily oscillations of skin temperature in military personnel using thermography. *J R Army Med Corps.* 2016 Oct 18;162:335–42.
24. Wang F, Gao C, Kuklane K, Holmér I. Determination of Clothing Evaporative Resistance on a Sweating Thermal Manikin in an Isothermal Condition: Heat Loss Method or Mass Loss Method? *Ann Occup Hyg.* 2011 Jun 13;55:775–83.



## 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 gantola e calça camuflada com 50% de tecido poliamida e 50% algodão (tolerância de  $\pm 3\%$ ), 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,



## ANEXO 01 – ESCALAS ANALÓGICAS DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO

