

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: **Josué** Marques Mendes - 1º Ten BM

ORIENTADOR: Danielli Braga de Mello - Profª Drª

CORRELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DA PELE E A COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MILITARES DO CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA 2020 DO EXÉRCITO BRASILEIRO

ALUNO: **Josué** Marques Mendes - 1º Ten BM

**CORRELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DA PELE E A COMPOSIÇÃO
CORPORAL DE MILITARES DO CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA 2020 DO
EXÉRCITO BRASILEIRO**

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

ORIENTADOR: Danielli Braga de Mello - Prof^ªDr^ª

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: **Josué** Marques Mendes - 1º Ten BM

CORRELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DA PELE E A COMPOSIÇÃO CORPORAL
DE MILITARES DO CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA 2020 DO EXÉRCITO BRASILEIRO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em ____ de _____ de 2020

Banca de Avaliação

(nome completo e posto, instituição ou OM)
Avaliador

(nome completo e posto, instituição ou OM)
Avaliador

(nome completo e posto, instituição ou OM)
Avaliador

RESUMO

INTRODUÇÃO: Ainda é inconclusiva na literatura científica a possível correlação entre a composição corporal e a temperatura da pele de regiões específicas, entretanto, é consenso que a temperatura da pele é diretamente influenciada pela concentração de gordura. **OBJETIVO:** Este estudo tem como objetivo investigar a correlação entre a temperatura da pele de regiões específicas dos membros superiores e tronco com a composição corporal dos militares do Exército Brasileiro (EB). **MÉTODOS:** A amostra foi composta por 39 militares, do sexo masculino, com a média de idade de $27,42 \pm 2,38$ anos. Os voluntários foram submetidos uma avaliação da composição corporal através do processo DXA e a uma medição da temperatura da pele nas regiões de interesse (ROI) do peitoral, abdômen, trapézio, pescoço, ombro, bíceps e antebraço interno e externo por meio da termografia infravermelha utilizando a câmera termográfica portátil FLIR E75, que tem a resolução térmica de 76.800 pixels, faixa de medição de temperatura de -20 °C 120 °C e frequência de imagem de 30 Hz. **ESTATÍSTICA:** Foram empregadas técnicas de estatística descritiva. Para as variáveis paramétricas foi aplicada a correlação de Pearson e para as variáveis não paramétricas a correlação de Spearman. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. **RESULTADOS:** Foram encontradas correlações moderadas e positivas entre a ROI peitoral direito e a massa gorda ($R=0,316$; $p=0,037$) e entre ambos os lados da ROI abdômen e a massa gorda (lado direito: $R=0,405$; $p=0,011$) (lado esquerdo: $R=0,413$; $p=0,009$) e o percentual de gordura ginóide (lado direito: $R=0,358$; $p=0,027$) (lado esquerdo: $R=0,405$; $p=0,012$), apesar da literatura científica apontar para uma correlação negativa entre a temperatura da superfície da pele e as variáveis de composição corporal ligadas à gordura. **CONCLUSÃO:** Existe uma correlação entre as variáveis de composição corporal massa gorda e percentual de gordura ginóide e a temperatura da pele da ROI abdominal em militares do EB avaliados no presente estudo.

Palavras-Chave: composição corporal, termografia, regulação da temperatura corporal, militares.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The possible correlation between body composition and skin temperature in specific regions is still inconclusive in the scientific literature; however, it is a consensus that skin temperature is directly influenced by the concentration of fatness. **OBJECTIVE:** This study aims to investigate the correlation between the skin temperature of specific regions of the upper limbs and trunk with the body composition of the Brazilian Army's military personnel. **METHODS:** The sample consisted of 39 male military, mean age of 27.42 ± 2.38 years. The volunteers underwent an assessment of body composition through the DXA process and a measurement of the skin temperature in the regions of interest (ROI) of the chest, abdomen, trapezius, neck, shoulder, biceps and inner and outer forearms by infrared thermography using the FLIR E75 portable thermal camera, which has a thermal resolution of 76,800 pixels, a temperature measurement range of -20°C to 20°C and 30Hz image frequency. **STATISTICS:** Descriptive statistics techniques were employed. Pearson's correlation was applied for parametric variables and Spearman's correlation for non-parametric variables. The level of significance adopted was $p < 0.05$. **RESULTS:** Moderate and positive correlations were found between the right pectoral ROI and the fat mass ($R = 0.316$; $p = 0.037$) and between both sides of the abdomen ROI and the fat mass (right side: $R = 0.405$; $p = 0.011$) (left side: $R = 0.413$; $p = 0.009$) and the percentage of gynoid fat (right side: $R = 0.358$; $p = 0.027$) (left side: $R = 0.405$; $p = 0.012$), despite the scientific literature pointing to a negative correlation between the skin surface temperature and body composition variables linked to fatness. **CONCLUSION:** There is a correlation between the variables of body composition, fat mass and percentage of gynoid fatness and the skin temperature of the abdominal ROI in military of the Brazilian Army's evaluated in the present study.

Key words: body composition, thermography, body temperature regulation, military personnel.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (1), desde 1975, o número de obesos no mundo quase triplicou. Em 2016, 39% dos adultos com 18 anos ou mais estavam acima do peso e 13% eram obesos (1). Ao mesmo tempo, segundo pesquisa publicada no site do Ministério da Saúde em 25 de julho de 2019, no Brasil, mais da metade da população, 55,7%, tinha à época excesso de peso (2).

Apesar de não haver estudos que englobem todas as faixas etárias dos militares da ativa do Exército Brasileiro (EB), pesquisas realizadas em períodos diferentes com faixas etárias distintas sugerem que o estado dos militares do EB está em condições próximas da população civil brasileira em geral. Em pesquisa realizada com 426 militares do Exército, com idades entre 27 e 37 anos, oriundos de todas as regiões do Brasil, que iniciaram a segunda fase do curso de aperfeiçoamento de oficiais no ano de 2006, verificou-se que 51,64% apresentavam sobrepeso e 12,91% apresentava obesidade (3). Já outro estudo realizado com 3852 militares acima dos 40 de todas as regiões do Brasil indicou que destes, 49,8% apresentavam sobrepeso e 15,8% obesidade (4).

Independentemente do posto ou graduação, arma, quadro ou serviço, a boa forma física é pré-requisito para o adequado desempenho das funções dos militares do EB (5). Isso se evidencia ao notar que, para o ingresso em qualquer posto ou graduação, o candidato é submetido a testes onde seu preparo físico é avaliado (5) e, durante toda a carreira, o militar continua sendo submetido a testes físicos visando a manutenção de sua saúde e preparo para as atividades operacionais (6).

Em qualquer atividade física como, por exemplo, as atividades operacionais militares, conforme se aumenta o nível de intensidade, ocorre no organismo um aumento da temperatura interna (7). Sabe-se ainda que indivíduos com maior percentual de massa magra tendem a ter um metabolismo basal maior e, conseqüentemente, tem mais calor para dissipar para o meio externo (8). O aumento da temperatura interna associado ao uso do fardamento e equipamentos que podem vir a dificultar a dissipação do calor interno do corpo (colete balístico, capacete, luvas etc.) pode fazer com que as funções internas deste não ocorram nas condições ideais e, a atividade operacional fique comprometida levando talvez, em último caso, à morte do indivíduo (9).

Uma forma de averiguar a dissipação da temperatura corporal seria por meio da Termografia Infravermelha (TIV) que é um método prático, e não invasivo, com uma tecnologia

de captação da radiação infravermelha da pele para estimar a temperatura da sua superfície (10). A TIV também pode ser eficaz na detecção de gordura, pois o tecido adiposo age como isolante térmico, que pode reduzir a temperatura da pele de acordo com o aumento da sua concentração (11).

Entretanto, ainda é inconclusivo o que foi investigado sobre a correlação entre a composição corporal e a temperatura da pele de regiões específicas do tronco e membros superiores. Enquanto a temperatura interna corporal quase não varia entre indivíduos de diferentes percentuais de gordura, a temperatura da pele será diretamente influenciada pela concentração de tecido gordura subcutânea (12). Quanto mais massa magra o indivíduo têm, maior é o seu metabolismo basal e mais calor ele tem a dissipar (8). O aumento da temperatura corporal provocado pela atividade operacional compromete o desempenho do militar (9). Torna-se, então, necessário obter dados referentes à composição corporal e a temperatura emitida pela pele dos militares do EB a fim de se investigar se a regulação da temperatura corporal é prejudicada em função da composição corporal.

De posse dessas informações, seria possível realizar um melhor planejamento do treinamento operacional e da preparação física dos militares do EB levando-se em consideração a composição corporal? A maior capacidade de dissipar o calor durante as atividades militares, evita ou minimiza os riscos associados ao aumento da temperatura corporal?

Em virtude do exposto, este estudo tem como objetivo investigar a correlação entre a temperatura da pele de regiões específicas do tronco e membros superiores com a composição corporal dos militares do EB.

MÉTODOS

Delineamento da pesquisa

Foi realizada uma pesquisa descritiva correlacional que tem como propósito examinar a relação entre determinadas variáveis podendo haver a predição de uma destas. Esse tipo de pesquisa não visa determinar relação de causa efeito, manipulação de variáveis nem administração de tratamentos experimentais, mas sim, coletar dados de um mesmo indivíduo e determinar a relação entre eles (13).

Amostra

O cálculo do tamanho amostral foi estimado por meio do software G*Power 3.1. Foram introduzidas as seguintes informações: tamanho de efeito f de Cohen = 0,2; erro α = 0,05; poder do teste = 0,95. O tamanho da amostra foi calculado em 41 participantes para a intervenção.

A amostra utilizada foi escolhida por conveniência (não-probabilística). Foram analisados 41 militares, mas em função de erro de leitura em algumas imagens térmicas, apenas 39 militares voluntários, do sexo masculino, que realizavam o Curso de Instrutor de Educação Física no ano de 2020, no Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx), constituíram a amostra no presente estudo. A faixa etária dos militares variou de 24 a 36 anos.

Critérios de inclusão

Foram selecionados militares voluntários, fisicamente ativos, alunos do Curso de Bacharelado em Educação Física do Exército em 2020, da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), Rio de Janeiro, que obtiveram menção acima de B no teste de corrida do Teste de Avaliação Física do Exército Brasileiro (TAF) (14) com Índice de Massa Corporal (IMC) classificado como normal.

Critérios de exclusão

Foram excluídos do grupo amostral os militares que, por motivos diversos faltaram à uma das etapas da coleta de dados além daqueles que apresentaram patologias, lesões osteoarticulares e musculoesqueléticas e outros quadros clínicos que os impediram de realizar alguma das avaliações; os participantes que informarem que estão fazendo uso de algum tipo de termogênico; e os que apresentarem febre nos últimos 15 dias anteriores às avaliações.

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. O Termo de Participação Consentida Livre e Esclarecida foi assinado pelos voluntários ao estudo. O mesmo relata: objetivo do estudo, procedimentos de avaliação, caráter de voluntariedade da participação do sujeito e isenção de responsabilidade por parte do avaliador e da Instituição.

Esse projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército (CEP-CCFEX) por meio da Plataforma Brasil, fazendo parte de um macro projeto intitulado “Efeitos do exercício, fardamento e ambiente sobre a termorregulação de militares do Exército Brasileiro sob estresse térmico pelo calor” sob o número de CAAE 31929520.8.0000.9433.

Coleta de dados

Os voluntários foram avaliados em duas visitas distintas com intervalo de 48h-72h entre elas. Na primeira visita cada voluntário foi submetido à avaliação da composição corporal. Na segunda visita os voluntários realizaram a medida da temperatura da pele. A avaliação da composição corporal foi realizada no laboratório do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCEx) e a avaliação da temperatura da pele foi no laboratório de biociências da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx). Ambos os laboratórios se localizam na Av. João Luiz Alves, sem número, Fortaleza São João, Urca, Rio de Janeiro, RJ.

Procedimentos preliminares

Foi aplicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1) e também foi explicado as orientações precedentes a avaliação da composição corporal com o equipamento de Densitometria Óssea e avaliação pela termografia (Apêndice 2).

Procedimentos das avaliações

Para tanto, os sujeitos foram posicionados na área de escaneamento do equipamento, de modo que a linha sagital demarcada nessa área passasse sob o centro de alguns pontos anatômicos, como o crânio, a coluna vertebral, a pélvis e as pernas. Os sujeitos foram medidos trajando apenas sunga, sem o uso de qualquer objeto de metal que pudesse interferir nas medidas.

Composição Corporal

A composição corporal foi avaliada utilizando o equipamento GE® Healthcare, modelo Lunar iDXA, através do processo DXA (dual X-ray absorptiometry), onde foi realizada a análise da composição corporal dos indivíduos da amostra, mediante escaneamento de corpo inteiro. As variáveis de interesse foram a massa total, o percentual de gordura total, o índice de massa magra e o índice de massa gorda e o índice de músculo esquelético relativo (16).

Temperatura da pele

Antes da medição da temperatura das ROIs foi realizada a coleta da urina e analisada sua coloração pelo refratômetro digital de bancada modelo RTD-95 (Instrutherm Instrumentos de Medição LTDA) com o intuito de avaliar o nível de desidratação da amostra.

A medida da temperatura da pele foi realizada utilizando a câmera termográfica portátil FLIR E75, que tem a resolução térmica de 320 x 240 (76.800 pixels), sensibilidade térmica de < 0,03 °C, faixa de medição de temperatura de -20 °C a 120 °C, frequência de imagem de 30Hz e faixa espectral de 7,5 a 14µm captação de temperatura de 15 °C a 45 °C com variação de 0,3 °C (17).

A medição foi feita em apenas um momento. Os voluntários foram fotografados com a câmera termográfica portátil trajando apenas sunga após aclimatação de 15 minutos em ambiente climatizado para a estabilização térmica cutânea com temperatura entre 18° C a 22° C, umidade relativa entre 50 a 64% e corrente de ar <0,2 m/s (18). As imagens foram processadas usando um fator de emissividade de 0,98 com o software ThermoHuman.

Foi realizada a medição da temperatura dos voluntários nas seguintes regiões de interesse (ROIs): peitoral, abdômen, trapézio, pescoço, ombro, bíceps e antebraço interno e externo.

Para a aferição da temperatura das ROIs foram retiradas fotos dos voluntários na posição anatômica. As fotos das ROIs foram retiradas a distância entre um metro e um metro e meio na posição retrato (18).

Tratamento de dados

A normalidade e homogeneidade da variância dos dados da amostra foram analisadas pelos testes de *Shapiro-Wilk*. Foram empregadas técnicas de estatística descritiva, utilizando medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão).

Para as variáveis paramétricas foi utilizada a correlação de *Pearson*. E para as variáveis não paramétricas foi utilizada a correlação de *Spearman*. Foram considerados os dados de Jacques (2009) para avaliar as seguintes correlações: fraca ($r < 0,3$), moderada ($0,3 \leq r < 0,6$), forte ($0,6 \leq r < 0,9$) e muito forte ($r \geq 0,9$). Foi utilizado o software SPSS para o tratamento dos dados. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os dados descritivos da composição corporal obtida através do processo DXA, a aptidão cardiorrespiratória obtida por meio do teste de Cooper e a densidade da urina colhida no dia da medição da temperatura das ROIs a fim de caracterizar a amostra pesquisada.

Tabela 1 – Caracterização da amostra quanto à composição corporal, aptidão cardiorrespiratória e densidade da urina

	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	SW p-valor
Idade (anos)	27,42	2,38	24	36	0,01*
Massa corporal total (kg)	76,71	9,74	58,20	102,30	0,71
Estatura (m)	1,78	0,068	1,58	1,91	0,49
Massa total (kg)	76,79	9,80	58,20	102,30	0,62
Massa gorda (kg)	12,49	3,83	4,13	22,369	0,04*
Massa magra (kg)	60,967	7,52	47,72	79,025	0,54
Gordura total (%)	16,11	3,86	7,00	27,00	0,68
Massa livre de gordura (kg)	64,32	7,86	50,16	82,40	0,50
Gordura andróide (%)	16,13	5,92	5,20	35,50	0,36
Gordura ginóide (%)	16,89	4,76	5,40	26,70	0,63
Taxa andróide/ ginóide	0,95	0,19	0,56	1,33	0,73
Taxa massa gorda/ massa magra	0,21	0,06	0,08	0,39	0,42
VO ₂ máximo (mlO ₂ /kg/min)	57,54	4,05	50,19	64,72	0,07
Densidade da urina	1.033,22	0,34	1.033,00	1.034,00	0,52

Legenda: SW (Shapiro Wilk) p-valor, (<0,05), * distribuição não paramétrica, kg (quilogramas), m (metros), % (percentual), kcal/dia (quilocaloria por dia), VO₂ máximo (consumo de oxigênio máximo) e mlO₂/kg/min (mililitros de oxigênio por quilo por minuto).

O resultado da média do percentual de gordura total comparado com os dados de Pollock & Wilmore (1993) classifica a média em questão como acima da média (entre médio e bom) para a média de idade dos avaliados. A aptidão cardiorrespiratória, por meio do VO₂ máximo obtido no teste de Cooper, é classificada como excelente segundo a *American Heart Association* (1972). A amostra apresentou uma de índice de densidade da urina alto, indicando uma possível desidratação dos avaliados (19).

A Tabela 2 apresenta os dados descritivos da das temperaturas das ROIs avaliadas por meio da TIV a fim de caracterizar a amostra pesquisada.

Tabela 2 – Temperaturas das ROIs

	Média (°C)	Desvio Padrão	Mínimo (°C)	Máximo (°C)	SW p-valor
Peitoral direito	32,91	0,71	30,68	34,12	0,16
Peitoral esquerdo	32,90	0,71	30,74	34,03	0,03*
Abdômen direito	32,68	0,81	29,91	33,93	0,04*
Abdômen esquerdo	32,57	0,90	29,56	33,94	0,02*
Trapézio direito	33,79	0,48	32,66	34,82	0,38
Trapézio esquerdo	33,78	0,46	32,66	34,85	0,24
Pescoço lado direito	34,02	0,47	32,98	35,01	0,51
Pescoço lado esquerdo	33,89	0,51	32,61	35,04	0,46
Ombro direito	32,68	0,65	30,67	34,10	0,77
Ombro esquerdo	32,61	0,65	30,85	34,27	0,58
Bíceps direito	32,28	0,69	30,59	33,55	0,32
Bíceps esquerdo	32,24	0,71	30,45	33,51	0,72
Antebraço exterior direito	31,59	0,83	29,94	33,10	0,82
Antebraço exterior esquerdo	31,49	0,85	30,12	33,09	0,67
Antebraço interior direito	31,52	0,99	29,40	33,55	0,72
Antebraço interior esquerdo	31,38	0,99	29,50	33,39	0,59

Legenda: * distribuição não paramétrica, °C (graus celsius) , SW (Shapiro Wilk) e p-valor (<0,05).

Foi observado na tabela acima que as ROIs peitoral esquerdo, abdômen direito e esquerdo se mostraram não paramétricas.

A Tabela 3 apresenta as correlações entre as temperaturas medidas nas ROIs e os dados da composição corporal dos avaliados que apresentaram correlação e significância ($p < 0,05$).

Tabela 3 – Correlação entre as temperaturas das ROIs e os dados da composição corporal

ROIs	Medida corporal	R	p-valor
Peitoral direito	Massa gorda	0,316	0,037*
Abdômen direito	Massa gorda	0,405	0,011#
Abdômen direito	Percentual de gordura ginóide	0,358	0,027#
Abdômen esquerdo	Massa gorda	0,413	0,009#
Abdômen esquerdo	Percentual de gordura ginóide	0,405	0,012#

Legenda: ROIs (Regiões de Interesse), r (coeficiente de correlação entre as variáveis), p-valor (<0,05), *teste de Pearson, #teste de Spearman.

Os coeficientes de correlação apresentados são classificados como positivos moderados. Na Figura 1 pode-se ainda melhor observar a distribuição das correlações entre as temperaturas medidas nas ROIs e os dados da composição corporal dos avaliados que apresentaram alguma significância.

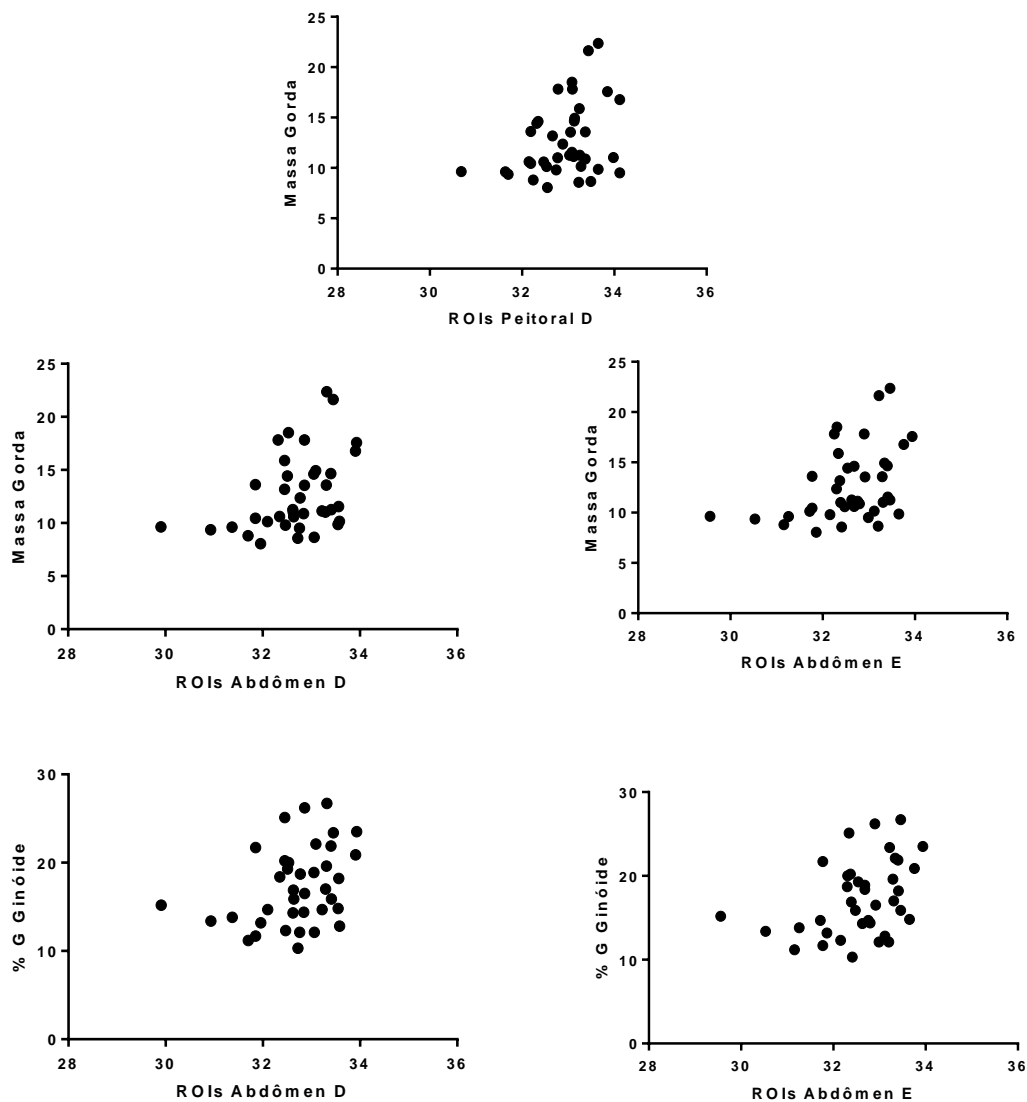


Figura 1 – Correlações entre as medidas corporais e as ROIs

DISCUSSÃO

Em estudo feito com 195 militares do sexo masculino do Exército, com média de idade de $23,07 \pm 7,55$ anos, o percentual de gordura médio encontrado foi de $14,59 \pm 6,42$ (20). Já em outro estudo realizado com 287 alunos do sexo masculino da Escola Preparatória de Cadetes do Exército, com média de idade de $18,33 \pm 1,26$, o percentual de gordura total médio foi de $13,62 \pm 5,04$ (21). Se usarmos os dados de Pollock & Wilmore (1993) para a avaliação da gordura total destes grupos citados, a classificação deles, respectivamente, se enquadram como média e acima da média. Logo, podemos inferir que a classificação dos militares do presente estudo, que é acima da média, é comparável à de militares no início de carreira no EB.

Em um ambiente confortável, a temperatura de a superfície da pele varia em diferentes regiões do corpo. A temperatura da superfície da pele do tronco geralmente varia entre $33,5$ °C e $36,9$ °C e a temperatura da pele é mais alta sobre os músculos do que sobre os ossos ou tendões (22). Isso explica que as maiores temperaturas encontradas sejam as das regiões do pescoço, trapézios e ombros.

Em virtude da tendência natural de concentração de gordura andróide no homem (23) esta região tende a ter uma temperatura de pele muito mais baixa do que as regiões com menor concentração de gordura (11).

Os diferentes lados das mesmas regiões tendem a apresentar temperaturas muito próximas. Normalmente, as variações entre elas não passam de $0,25$ °C e, quando ultrapassam $0,6$ °C, são indícios de possíveis lesões musculares (24).

Em geral, a temperatura da pele que cobre os membros inferiores e superiores do corpo é menor do que a da pele que cobre a cabeça e tronco (22). Já temperatura da superfície da pele das extremidades mostra as maiores flutuações quando o corpo é exposto a mudanças ambientais de temperaturas (22). Isto aconteceu por ocasião da aclimatação realizada pelos voluntários antes da medição da temperatura das ROIs. Daí se explica o fato de as regiões dos bíceps e antebraços terem as menores médias de temperatura.

Apesar do presente estudo apresentar moderada correlação positiva entre a temperatura da superfície da pele da região abdominal e a massa gorda e percentual de gordura gínide, tal correlação perde força ao ir de encontro à literatura científica que diz que quanto maior a concentração de gordura subcutânea menor será a temperatura da pele. Diversos estudos correlacionam negativamente em diferentes níveis de força as temperaturas das diversas partes do corpo com características corporais ligadas a gordura (11) (27) (12).

Um estudo com 18 jovens portugueses, sendo 9 do sexo masculino, com idade média de $23,4 \pm 3,1$, percentual de gordura total médio de $15,6 \pm 7,4$ e temperatura média da pele das regiões dos bíceps de $33,5 \pm 0,7$ apresentou correlação forte e negativa entre o percentual de gordura total e a temperatura da pele sobre os bíceps ($r = -0,662$ e $p\text{-valor} = 0,003$) (25). O mesmo não foi observado no presente estudo, onde a média do percentual de gordura e da temperatura da pele sobre o bíceps direito (o mesmo do estudo português) são, respectivamente, $16,11 \pm 3,86$ e $32,28 \pm 0,69$. Talvez o mesmo não tenha ocorrido em função do grupo avaliado no estudo acima também conter mulheres, que tem percentuais médios de gordura e locais de concentração diferentes dos homens (23).

Outro fator interessante a se notar na associação encontrada no estudo português é direção da correlação entre a temperatura do bíceps e o percentual de gordura total. A correlação entre a temperatura do bíceps e o percentual de gordura no braço também é forte e negativa ($r = -0,661$, $p = 0,003$); evidenciando mais uma vez a interferência negativa da gordura subcutânea na temperatura da pele (11). Isso levaria a supor também uma correlação negativa entre as características da composição corporal relacionadas à gordura e a temperatura das ROIs no presente estudo. Mas isso não ocorreu.

É provável que a associação moderada e positiva do percentual de gordura ginóide se com as temperaturas da região do abdominal se deva ao fato de, no caso da amostra do presente estudo, o grupo avaliado ter maior percentual de gordura ginóide do que andróide; o que não é normal entre os homens. As características corporais semelhantes aos dos avaliados neste estudo foram encontradas num estudo feito com atletas de remo; que é um esporte olímpico que necessita de grande aplicação de força com coordenação e cadência ritmada dos membros superiores e inferiores (26).

Pode-se inferir que a característica do grupo estudado de ter maior concentração de gordura nas regiões ginóides em detrimento das regiões abdominais tenham influenciado nas correlações moderadas e positivas encontradas entre a temperatura da pele das regiões abdominais e a massa gorda e a gordura ginóide. Observa-se que o perfil físico dos avaliados é bem semelhante entre si (massa gorda (kg) e massa magra (kg) de $12,49 \pm 3,83$ e $60,967 \pm 7,52$, respectivamente); o que deve fazer com que com o aumento da massa gorda, também haja a tendência de aumento da massa magra, que irá proporcionar uma maior temperatura da pele (22).

A correlação pode ter se mostrado positiva em decorrência da distribuição incomum da massa gorda dos indivíduos da amostra. Na média, os avaliados apresentaram um baixo percentual de gordura total aliado a uma baixa quantidade de massa gorda na à região abdominal; que tem uma área maior a ser medida do que todas as outras áreas avaliadas.

Pressupõe-se que a gordura em falta na região andróide seja compensada pela maior concentração de gordura ginóide dos indivíduos desta amostra e, quanto mais se apresentou essa transferência, menos a gordura na região abdominal prejudicou a transferência de calor interno e, conseqüentemente, maior se mostrou a temperatura da pele nesta região.

A assimetria dos resultados das correlações das regiões do peitoral direito e esquerdo e a correlação moderada e positiva encontrada entre o peitoral direito apenas e a massa total, que não encontra amparo na literatura científica, pode ser explicada pelo fato dos voluntários estarem durante a realização dos testes na condição de alunos de um curso de Educação Física. Ao longo da formação no referido curso, os alunos realizam esforços unilaterais repetitivos como lançamento de granada, arremesso de peso, lançamento de dardo, treinamento de esgrima etc. Essa assimetria funcional e/ou possíveis inícios de lesões musculares em apenas um peitoral poderiam ser as causas da diferença dos resultados encontrados nas buscas por correlações entre as temperaturas da regiões do peitoral e características antropométricas (22) (24). Somado a isso, percebeu-se também durante o estudo, a dificuldade dos voluntários, alunos de um curso militar, em cumprir a recomendação do Apêndice 2 de não realizar atividade física de alta intensidade no dia anterior ao exame.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que existe uma correlação moderada positiva entre a temperatura da pele da ROI abdominal e as variáveis de composição corporal massa gorda e percentual de gordura ginóide em militares do EB avaliados no presente estudo.

Pode-se dizer que a pesquisa ficou deficiente em não medir a temperatura das regiões do quadril, glúteos e regiões femorais. É provável que se encontra-se uma correlação negativa forte entre a temperatura dessas áreas e alguma variável relacionada à gordura em função da menor área a ser medida em relação à concentração de gordura subcutânea existente.

Por fim, no caso o grupo estudado, as correlações não puderam ser observadas com clareza em função das características peculiares da amostra. No entanto, o presente estudo serviu para evidenciar diversos fatores intervenientes numa pesquisa onde se utiliza a termografia como, por exemplo, o nível de homogeneidade da amostra, a grande incidência de indivíduos com percentual de gordura acima da média, a possível assimetria corporal dos avaliados e a rotina dos voluntários.

REFERÊNCIAS

1. WHO. Obesidad y Sobrepeso [Internet]. Nota descriptiva N°311. 2020. p. 2. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Penido A. Brasileiros atingem maior índice de obesidade nos últimos treze anos [Internet]. Ministério da Saúde. 2019. Available from: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45612-brasileiros-atingem-maior-indice-de-obesidade-nos-ultimos-treze-anos%0Ahttp://saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45612-brasileiros-atingem-maior-indice-de-obesidade-nos-ultimos-treze-anos>
3. Neves EB. Prevalência de sobrepeso e obesidade em militares do exército brasileiro: associação com a hipertensão arterial. *Cien Saude Colet*. 2007;13(5):1661–8.
4. Martinez E. Fatores de Risco de Doença Aterosclerótica Coronariana em Militares da Ativa do Exército. Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz.; 2004.
5. Brasileiro E. Serviço Militar Temporário - DSM [Internet]. 2020. Available from: <http://www.eb.mil.br/web/ingresso/militar-temporario>
6. Exército Brasileiro. EB20-MC-10.350 Manual de Treinamento físico militar. 4ª. Ministério da Defesa EB, editor. Exército Brasileiro. 2015; 2015. 1–231 p.
7. Alencar TAM Di, Matias KF de S. Princípios Fisiológicos do Aquecimento e Alongamento Muscular na Atividade Esportiva. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* [Internet]. 2010;16:230–4. Available from: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86922010000300015&script=sci_arttext
8. Antunes HKM, Santos RF, Boscolo RA, Bueno OFA, de Mello MT. Análise de taxa metabólica basal e composição corporal de idosos do sexo masculino antes e seis meses após exercícios de resistência. *Rev Bras Med do Esporte*. 2005;11(1):71–80.
9. Tarini VA, Vilas L, Zanuto R, Silva HC, Oliveira AS. Calor, exercício físico e hipertermia: epidemiologia, etiopatogenia, complicações, fatores de risco, intervenções e prevenção. *Rev Neurociências*. 1999;14(3):144–52.
10. Moreira DG, Costello JT, Brito CJ, Adamczyk JG, Ammer K, Bach AJE, et al. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: A Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. *J Therm Biol* [Internet]. 2017;69(November):155–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.07.006>
11. Chudecka M, Lubkowska A, Kempínska-Podhorodecka A. Body surface temperature distribution in relation to body composition in obese women. *J Therm Biol* [Internet]. 2014;43(1):1–6. Available from: <tp://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.03.001>
12. Savastano DM, Gorbach AM, Eden HS, Brady SM, Reynolds JC, Yanovski JA. Adiposity and human regional body temperature. *Am Soc Nutr*. 2009;90:1124–31.
13. Thomas T, Jerry R, Thomas JR, Nelson JK, Stephen J. Métodos de Pesquisa em Atividade Física. 6ª. Porto Alegre: Artmed; 2012. 145 p.
14. Exército Brasileiro E de EF do E. Corrida de 12 minutos (distância) [Internet]. 29 de Mai de 2017. 2017 [cited 2020 May 16]. Available from:

http://www.esefex.eb.mil.br/images/corrída_masc.pdf

15. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription - American College of Sports Medicine - Google Books [Internet]. 2014 [cited 2020 May 17]. 209 p. Available from: https://books.google.co.uk/books?hl=en&lr=&id=hhosAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=american+college+of+sports+medicine+vo2+max+classification&ots=ljI61GX-Rt&sig=1uiUZ53zFpgzBdlGooTkOx9ZDMY&redir_esc=y#v=onepage&q=american+college+of+sports+medicine+vo2+max+class
16. Hind K, Oldroyd B. In-vivo precision of the GE Lunar iDXA densitometer for the measurement of appendicular and trunk lean and fat mass. *Eur J Clin Nutr.* 2013;(February):1331–3.
17. FLIR E54-EST – Informações técnicas. 2020.
18. Ring EFJ, Ammer K. The Technique of Infra red Imaging in Medicine. *Thermol Int.* 2000;10(1):7–14.
19. Rowe MI, Lloyd DA, Lee M. Is the refractometer specific gravity a reliable index for pediatric fluid management? *J Pediatr Surg.* 1986;21(7):580–2.
20. Neves EB, Ripka WL, Ulbricht L, Stadnik AMW. Comparação do percentual de gordura obtido por bioimpedância, ultrassom e dobras cutâneas em adultos. *Rev Bras Med do Esporte.* 2013;19(5):323–7.
21. Avila JA De. Effect of 13 weeks of military exercise training on the body composition and physical performance. *Rev Bras Med do Esporte.* 2012;19(5):363–6.
22. Bierman W. The temperature of the skin surface. *J Am Med Assoc.* 1936;106(14):1158–62.
23. Lopes A, Markus N, Duarte M, Neto C. Distribuição Da Gordura Corporal Subcutanea E Índices De Adiposidade Em Indivíduos De 20 a 67 Anos De Idade. *Distribuição Da Gordura Corporal Subcutanea E Índices De Adiposidade Em Indivíduos De 20 a 67 Anos De Idade.* 1995;1(2):15–26.
24. Neves EB, Matos F, Cunha RM, Reis VM. Thermography to Monitoring of Sports Training: An Overview. *Pan Am J Med Thermol.* 2015;2(1):18–22.
25. Seixas A, Silva M, Souto M, Vardasca R, Gabriel J, Rodrigues S. The relationship between anthropometric variables and skin temperature over the biceps. *Thermol Int.* 2016;26(3):88–94.
26. Parra R, Nahon R, Braga D, Medeiros N, Janeiro R De, Flamengo CDR, et al. Bioimpedância Como Método De Avaliação Da Composição. In: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. 2014. p. 961–065.
27. Chudecka M, Lubkowska A. Thermal maps of young women and men. *INFRARED Phys Technol* [Internet]. 2015;69:81–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.infrared.2015.01.012>

TERMO DE PARTICIPAÇÃO CONSENTIDA LIVRE E ESCLARECIDA (Apêndice 1)



Rubrica

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 “**Efeitos do exercício, fardamento e ambiente sobre a termorregulação de militares do Exército Brasileiro sob estresse térmico pelo calor**”. Nesta pesquisa pretende-se estudar as alterações fisiológicas e termorreguladoras no corpo do militar sob estresse térmico pelo calor, em função do tipo de material de fardamento empregado pelo Exército Brasileiro.

Objetivos: O motivo que nos leva a estudar essas variáveis será para analisar os efeitos da temperatura do tecido cutâneo, temperatura interna, tipo de vestimenta, nível de desidratação e conforto térmico em militares submetidos a exercício físico intenso sob estresse térmico pelo calor.

Procedimentos da pesquisa: Você foi selecionado(a) por fazer parte do corpo discente do curso de Educação Física da Escola de Educação Física do Exército. 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.

Para esta pesquisa você será avaliado em três etapas distintas com intervalo de 48h-72h entre eles. Na primeira etapa cada voluntário será submetido à avaliação da composição corporal por meio do processo DEXA (*dual X-ray absorptiometry*), mediante escaneamento de corpo inteiro. Na segunda etapa os voluntários realizarão a medida da temperatura interna e da pele utilizando um tipo de fardamento (gandola) e na terceira etapa será realizada a medida da temperatura interna e da pele utilizando um outro tipo de fardamento (gandoleta). A coleta de dados da segunda e terceira etapa serão divididas em quatro momentos: (M1) com sunga sem aclimatação, (M2) com sunga com aclimatação, (M3) pós exercício e (M4) pós recuperação passiva. A coleta de imagens termográficas infravermelhas das temperaturas da pele será obtida através da câmera infravermelha FLIR®, modelo FlirE75sc®. A coleta de dados se iniciará com a chegada dos militares ao laboratório e a imediata troca de roupa, usando somente sunga, os indivíduos serão posicionados para realização da primeira medida (M1). Serão realizadas as medidas das Regiões de Interesse (ROIs) de acordo com os critérios de padronização e normas previamente apresentados. Em seguida, os indivíduos passarão uma aclimatação, por um período de 15 min à uma temperatura de 18 e 23 ° C, logo após será realizada a segunda medição (M2) seguindo o mesmo protocolo realizado anteriormente. Realizada a M2, os indivíduos irão se equipar com uniforme utilizando a blusa de combate camuflada e por cima dessa, o colete balístico nível III. O próximo etapa será a execução exercício submáximo de caminhada em esteira ergométrica em uma esteira modelo R-3500E, marca Riguette®, com duração de 20 minutos e velocidade a 70 % do VO₂ Máx individual estimado. O exercício será encerrado ao atingir o tempo máximo e os indivíduos deverão retirar o fardamento imediatamente, permanecendo de sunga para que seja realizada a terceira medida (M3). Para realização da última medida, os indivíduos permanecerão em repouso durante 20 minutos a fim de realizar uma aclimatação pós exercício, e por fim será tomada a quarta medida (M4).

Serão repetidos os mesmos procedimentos nas etapas 2 e 3, sendo que com vestimentas distintas blusa de combate camuflada (gandola e gandoleta).

A temperatura interna será mensurada por meio da ingestão de um comprimido digestível que mede, registra e transmite a temperatura interna do indivíduo da marca e-Celsius Performance®, BodyCAP®. Tudo realizado em ambiente controlado.

Desconforto e possíveis riscos associados à saúde: Os riscos associados às avaliações podem incluir dor muscular tardia devido ao exercício equipado em esteira. Desconforto pela postura constante exigida para aclimatação necessária a medida de termografia. Para as medidas da composição corporal existirá um risco mínimo relacionado a qualquer mal-estar que venha a surgir decorrente de sua rotina alimentar,

mudança de posição corporal, 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.

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 do Exército Brasileiro.

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 senhor 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). 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 5ª feira, das 10h às 15h.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, portador da carteira de identidade nº _____, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “**Efeitos do exercício, fardamento e ambiente sobre a termorregulação de militares do Exército Brasileiro sob estresse térmico pelo calor**” e por me considerar devidamente informado(a) e esclarecido(a) sobre o conteúdo deste termo e da pesquisa a ser desenvolvida, livremente expressei meu consentimento para inclusão, como sujeito da pesquisa.

_____/_____/_____
Assinatura do Participante Voluntário Data

_____/_____/_____
Assinatura do Pesquisador Responsável Data

Contatos da pesquisadora responsável: 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.

ORIENTAÇÕES PRECEDENTES A AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL COM O EQUIPAMENTO DE DENSITOMETRIA ÓSSEA DEXA E TERMOGRAFIA (Apêndice 2)

Solicitamos que os voluntários que observem 6 horas de jejum antes desta avaliação; que durante cinco dias antes do exame, não se exponham em demasia ao sol; no dia anterior, evitem a realização de sessões de fisioterapia; que não fumem por duas horas antes e que não realizem atividade física de alta intensidade no dia anterior ao exame.

A coleta de imagens termográficas infravermelhas das temperaturas da pele do grupo amostral será obtida através da câmera infravermelha FLIR®, modelo FlirE75sc®. A amostra será dividida em dois grupos que realizarão cada um o procedimento em um dos dias seguintes de teste. As imagens serão obtidas a distância de 1,00 a 1,50 metros, visando detalhamento dos pontos específicos. Os pacientes se posicionarão de pé na posição anatômica para a análise das seguintes regiões: peitoral, abdômen, trapézio, pescoço, ombro, bíceps e antebraço interno e externo. face e da parte anterior das mãos.

Orientamos aos voluntários a não realizar o exame caso se enquadrem em alguma das situações abaixo:

- Barbeou-se ou depilou-se no dia do exame;
- Estar utilizando maquiagem, talco, loções, bloqueadores solares, desodorantes no dia do exame, pois estas substâncias alteram a emissividade da pele e prejudicam a qualidade da imagem;
- Ter realizado tratamentos com eletroterapia e termoterapia no dia do exame;
- Estar com sudorese, exceto nos casos de hiperidrose;
- Apresentar tremores durante o exame devido ao frio.
- Ter realizado palpação, ausculta, percussão ou exame físico antes do exame

Por último, solicitamos também que os voluntários não toquem nas partes do corpo a serem avaliadas e nem se movimentem muito durante o teste.