

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: **Jadller** Marcos Irineu da Silva - 1º Ten

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

CORRELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA INTERNA, PERCENTUAL DE  
GORDURA CORPORAL, FREQUÊNCIA CARDÍACA E A PERCEPÇÃO  
SUBJETIVA DE ESFORÇO EM MARCHA SIMULADA DE 12 KM

Rio de Janeiro – RJ

2022

ALUNO: **Jadler** Marcos Irineu da Silva – 1º Ten

**CORRELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA INTERNA, PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL, FREQUÊNCIA CARDÍACA E A PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO EM MARCHA SIMULADA DE 12 KM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para conclusão da graduação em Educação Física na Escola de Educação Física do Exército.

ORIENTADOR(A): **Danielli** Braga de **Mello** - Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>

Rio de Janeiro – RJ

2022

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: **Jadler** Marcos Irineu da Silva – 1º Ten

CORRELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA INTERNA, PERCENTUAL DE  
GORDURA CORPORAL, FREQUÊNCIA CARDÍACA E A PERCEPÇÃO  
SUBJETIVA DE ESFORÇO EM MARCHA SIMULADA DE 12 KM

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em 21 de novembro de 2022

Banca de avaliação



---

Danielli Braga de Melo



---

Ângela Nogueira Neves



---

Mirian Raquel Meira Mainenti

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A marcha a pé é uma das atividades praticadas pelas tropas militares para deslocamento tático ou administrativo. Em condições normais, o peso extracorpóreo carregado (armamento, equipamento, material especializado e suprimentos) pode chegar a 35kg ao percorrer distâncias de até 24 km em um dia. O conhecimento dos efeitos termorregulatórios é essencial para prevenção das doenças do calor e controles de riscos. **OBJETIVO:** Correlacionar a temperatura corporal interna (TI) com o percentual de gordura (%G), a frequência cardíaca (FC) e a percepção subjetiva de esforço (BORG) em militares submetidos a uma marcha simulada de 12 quilômetros. **MÉTODOS:** Estudo correlacional com 16 militares do sexo masculino ( $28,25 \pm 3,19$  anos,  $179,93 \pm 7,27$ cm,  $81,65 \pm 8,62$  kg) coletados durante uma marcha simulada de 12km em laboratório com ambiente termoneutro. Os dados foram coletados em 3 momentos distintos (pré marcha, 30 min, pós marcha) utilizando o equipamento InBody270® de bioimpedância para avaliar o %G, o comprimido digestível BodyCAP® para medir a TI e o frequencímetro cardíaco Polar® modelo V800. Para análise dos dados, foi utilizado o coeficiente de correlação de *Pearson* com nível de significância  $p < 0,05$ . **RESULTADOS:** A amostra apresentou %G= $14,44 \pm 3,02$  (9-20); TI pré= $36,95 \pm 0,53$  (35,90-38)°C; TI 30 min= $37,24 \pm 0,50$  (36,32-38,06)°C e TI pós  $36,83 \pm 0,93$  (35,05-38,34)°C; FC 30 min= $101,81 \pm 11,70$  (81-123)bpm e FC pós  $112,13 \pm 9,76$  (102-135)bpm. Foram observadas correlações moderada e alta entre as variáveis: TI pré x %G ( $r=0,553$ ;  $p=0,026$ ); TI 30min x %G ( $r=0,512$ ;  $p=0,042$ ); TI e FC 30 min ( $r=0,549$ ;  $p=0,028$ ). **CONCLUSÃO:** Militares com maior %G apresentaram maior TI antes e durante 30 min de marcha simulada, o que provavelmente exigiu maior esforço cardíaco.

**Palavras-Chave:** Regulação da Temperatura Corporal; Composição Corporal, Militares, Atleta tático.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Walking on foot is one of the activities practiced by military troops for tactical or administrative displacement. Under normal conditions, the extracorporeal weight carried (weapon, specialized equipment, and supplies) can reach 35 kg over distances of up to 24 km in a day. Knowledge of thermoregulatory effects is essential for heat illness prevention and risk control.

**OBJECTIVE:** To correlate core body temperature (CT) with body fat percentage (%BF), heart rate (HR) and subjective effort perception (BORG) in soldiers at a simulated 12-kilometers march.

**METHODS:** Correlational study with 16 male military personnel ( $28.25 \pm 3.19$  years,  $179.93 \pm 7.27$ cm,  $81.65 \pm 8.62$  kg) evaluated during a simulated 12km march in a laboratory with a thermoneutral environment. Data were evaluated at 3 different times (pre-effort, 30 min, post effort) using the InBody device to measure %F, the BodyCAP® tablet to measure CT and the frequency meter device Polar® V800 model. For analysis of the data, Pearson's certificate of verification was used with a significance level of  $p < 0.05$ .

**RESULTS:** The sample presented  $\%F = 14.44 \pm 3.02$  (9-20); CT pre =  $36.95 \pm 0.53$  (35.90-38)°C; CT 30 min =  $37.24 \pm 0.50$  (36.32-38.06)°C and CT post =  $36.83 \pm 0.93$  (35.05-38.34)°C; HR 30 min =  $101.81 \pm 11.70$  (81-123)bpm and HR post =  $112.13 \pm 9.76$  (102-135)bpm. Moderate and high correlations were observed between the variables: CT pre x %F ( $r = 0.553$ ;  $p = 0.026$ ); CT 30min x %F ( $r = 0.512$ ;  $p = 0.042$ ); CT and HR 30 min ( $r = 0.549$ ;  $p = 0.028$ ).

**CONCLUSION:** Military personnel with higher %F had higher CT before and during 30 min of simulated effort, which probably required greater cardiac effort.

**Key Words:** Body Temperature Regulation; Body Composition; Military; Tactical Athlete

## INTRODUÇÃO

O corpo humano é detentor de um sofisticado sistema térmico, o qual lhe garante a homeostase. Basicamente, o corpo regula a sua temperatura interna, gerada através do metabolismo e do trabalho realizado, por meio de respostas do sistema nervoso resultando em sudorese, dilatação dos vasos sanguíneos e diminuição da atividade metabólica através da inibição de hormônios. Em consequência a temperatura corporal varia entre 36°C e 39°C (1), visando se estabilizar em 37°C e evitando o estresse térmico ou a ocorrência de doenças relacionadas ao calor(1,2).

Desta forma, o organismo, ao se deparar constantemente com desafios térmicos, tende a se adaptar, marcando característica própria da evolução dos humanos. Entretanto, a adaptação não é um processo simples e, por vezes, o metabolismo pode encontrar dificuldades ou até mesmo não se adaptar, originando doenças relacionadas ao aquecimento ou resfriamento(3).

Quando o sistema termorregulador não é capaz de regular o estresse térmico ocasionado pelo calor, tecidos corporais são comprometidos e aquele estresse dá origem a doenças relacionadas ao calor como tontura, dor de cabeça, náusea, câimbras, fadiga, calafrios, taquicardia, perda de funções cognitivas e evoluções para sintomas mais graves que podem levar o indivíduo ao coma(3).

Para evitar isto, o corpo deve estar preparado, não apenas psicologicamente, mas principalmente fisiologicamente. Em decorrência, a ciência se baseia na composição corporal e na temperatura ambiente como variáveis importantes na termorregulação(4).

O tecido adiposo, devido às suas características físicas e químicas, atua como isolante térmico. Desta forma, em situações de aquecimento, o calor interno produzido é mais dificilmente trocado com o meio externo se a quantidade de massa gorda é maior no indivíduo(5). Observa-se então maior temperatura da pele nas regiões onde a massa gorda é menor como uma tentativa de o organismo liberar calor para o meio por locais alternativos nos quais a massa gorda é maior(6).

No Brasil, segundo pesquisa do Ministério da Saúde, em julho de 2019, mais da metade da população (55,7%) já incorria na faixa de sobrepeso ou obesidade(7). Esta realidade pode ser comparada no Exército segundo pesquisa feita com 426 militares da ativa no ano de 2006, com idades entre 27 e 37 anos, demonstrando 51,64% da amostra incorrendo em sobrepeso, 12,91% em obesidade e 17,84% com excesso de gordura abdominal(8). No tocante aos militares mais antigos, acima de 40 anos, foi evidenciado que dos 3852 avaliados, 49,8% incorreram em sobrepeso e 15,8% em obesidade(9).

Uma vez que o homem é o elemento fundamental da ação e através dele a Força Terrestre se mantém eficiente(10), o presente estudo visa contribuir para o avanço da instituição no tocante à ciência. Os estudos a respeito da composição corporal e a temperatura interna em militares são pouco

explorados. Levando em conta que a marcha a pé é realizada tanto em adestramentos quanto em situações operacionais pela tropa, a interpretação das variáveis pode ser útil para a prevenção de distúrbios térmicos, visando a segurança e preservação da saúde dos militares do Exército Brasileiro.

Desta forma este estudo tem como objetivo correlacionar a temperatura corporal interna (TI) com o percentual de gordura (%G), a frequência cardíaca (FC) e a percepção subjetiva de esforço (BORG) em militares do Curso de Instrutor de Educação Física submetidos a uma marcha simulada de 12 quilômetros.

## **MÉTODOS**

### **Delineamento da Pesquisa**

Foi feita uma pesquisa descritiva correlacional, buscando observar a relação entre variáveis(11)

### **Amostra**

Foi utilizada a amostragem por conveniência (não-probabilística) composta de 16 militares do Exército Brasileiro, na faixa etária de 23 a 35 anos, do sexo masculino.

#### *Critérios de inclusão*

Foram selecionados militares fisicamente ativos, voluntários, alunos do Curso de Instrutor de Educação Física, da Escola de Educação Física do Exército, Rio de Janeiro, que obtiveram Menção MB (muito bom) ou superior no teste de corrida do Teste de Avaliação Física (TAF).

#### *Critérios de exclusão*

Foram excluídos do grupo amostral os militares que, por motivos diversos, não puderam comparecer à execução dos testes físicos no momento da coleta de dados, aqueles que apresentaram patologias, lesões osteoarticulares ou músculo-esquelética e outros quadros clínicos que os impediu de realizar alguma avaliação, além daqueles que estavam fazendo uso de medicamentos que podiam interferir nas avaliações utilizadas.

### **Ética em pesquisa**

O presente trabalho atendeu às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde de 07/04/2016. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelos voluntários ao estudo (Apêndice 1).

O estudo teve seu projeto de pesquisa submetido e aprovado ao Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército (CEP-CCFEX) por meio da Plataforma Brasil, fazendo parte de um macroprojeto 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**

Foi realizada nas dependências da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), no Laboratório de Biocências, constante no endereço Av. João Luiz Alves, S/N - Fortaleza São João, Urca, Rio de Janeiro, RJ, sendo dividida em dois momentos, em dias distintos, com intervalo entre 24 e 48h entre eles.

### ***Primeiro momento***

Constituiu-se em explicar, aos participantes do estudo, como seria realizada a coleta de dados: análise da composição corporal dos voluntários, análise da temperatura interna, acompanhamento da frequência cardíaca durante o esforço da marcha, mensuração da percepção subjetiva de esforço e aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Além disso, foram feitas as orientações pré coleta de dados: jejum de 4 horas e não realização de atividade física 8 horas antes da avaliação da composição corporal; da ingestão da cápsula para medida da temperatura interna; e da alimentação e hidratação antes e durante a marcha com a ingestão de 400 mL de água nas 4 horas antecedentes a marcha e 200 mL de água e 1g de carboidrato por quilo de massa corporal durante a marcha.

### ***Segundo momento***

Foi feita a ingestão do comprimido digestível BodyCAP® para medição da temperatura interna do corpo 2 horas antes de iniciar a marcha, realizada a avaliação da composição corporal, verificação do nível de hidratação e acompanhamento da temperatura interna e nível de esforço antes, durante e após marcha a pé de 12 km simulada.

#### ***Avaliação da Composição Corporal***

Para observar a amostra, foi feita a avaliação da composição corporal por meio da bioimpedância. O equipamento utilizado foi o de bioimpedância com processo segmentar direta multi-frequência (DSM-BIA), com sistema tetrapolar de 8 eletrodos, com 10 medidas de impedância usando duas frequências diferentes (20KHz, 100 KHz) em cada um dos 5 segmentos (braço esquerdo, braço direito, perna esquerda, perna direita e tronco), modelo InBody270, Ottobonni®, Coréia do Sul, o qual forneceu informações sobre a composição corporal. Os militares estavam utilizando somente sunga e constou na avaliação as seguintes informações: massa total, massa muscular esquelética, massa de gordura, porcentual de gordura, e taxa metabólica basal.

#### ***Avaliação da temperatura interna***

A temperatura interna (TI) foi mensurada por meio da ingestão de um comprimido digestível, modelo BodyCAP®, e-Celsius Performance, França. A temperatura interna foi monitorada e registrada nos momentos: pré marcha, 30 min, 60 min, 90 min, 120 min e pós marcha (após 140min).

#### ***Avaliação do nível de hidratação***

A critério do voluntário, para que ele se sentisse mais favorável a cumprir o teste, ele pôde ingerir água conforme a sua necessidade, sendo esta quantidade mensurada. O peso corporal total dos

voluntários foi avaliado em balança, antes e após a marcha para análise do nível de desidratação, o qual influencia nas variáveis hemodinâmicas.

#### *Marcha simulada 12 km*

Foi realizada em temperatura ambiente termoneutra (entre 19 e 24° C) e os participantes utilizaram o equipamento militar e o fardamento 9°C2 composto de capacete balístico, fardo de combate (mochila) e fuzil, totalizando 30kg. Não houve a utilização de ventiladores.

O controle da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar foi mensurado por meio do termo-higrômetro da marca Minipa®, modelo MT-240.

A marcha foi realizada na esteira R-3500, Righetto®, Brasil, com 0% de inclinação. Os 12 km foram percorridos com velocidade controlada e constante de 5,5 km/h, tendo duração de 140 min.

Após 1 hora de marcha, os voluntários tiveram que ingerir um sachê de gel de carboidrato, marca *Exceed Energy*, sabor *chocolate dream*, seguindo recomendação nutricional. A hidratação com água foi livre, porém quantificada ao final em mL, para análise da taxa de sudorese que influencia na resposta hemodinâmica.

#### *Avaliação da Frequência Cardíaca*

Para mensurar a frequência cardíaca (FC) durante o teste, foi utilizado frequencímetro cardíaco Polar® modelo V800. O equipamento afere a pulsação dos batimentos cardíacos na artéria radial, quando em contato com a pele, projetando instantaneamente a frequência cardíaca do usuário. A FC foi registrada nos momentos pré esforço, 30 min, 60 min, 90 min, 120 min e pós marcha (após 140min).

#### *Avaliação da percepção subjetiva de esforço*

A percepção subjetiva de esforço foi avaliada por meio da escala de esforço percebido de Borg (CR10), com escores entre 0 e 10(12), sendo os valores monitorados e registrados em cada etapa (pré marcha, 30 min, 60 min, 90 min, 120 min e pós marcha (após 140min)).

#### *Taxa de sudorese*

As avaliações foram realizadas em ambientes fechados, com temperatura e umidade relativa do ar controlados, com indivíduos advertidos sobre os procedimentos do teste. A mensuração da taxa de sudorese foi atribuída à variação entre o peso total inicial e o peso total final, e quantidade de água ingerida.

### **Análise Estatística**

Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva (média e desvio padrão, valores mínimo e máximo). Na estatística inferencial, foi utilizada a correlação de *Pearson*. O nível de significância adotada foi  $p < 0,05$  e os dados foram tratados no *Software SPSS®*, versão 27.

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os dados de composição corporal, idade, volume de líquido ingerido e taxa de sudorese no presente estudo.

Tabela 1: Avaliação da composição corporal e caracterização da amostra

Variáveis	Média	DesvPad	Mínimo	Máximo
<b>Idade</b>	28,25	3,19	23,00	35,00
<b>Peso total (kg)</b>	81,65	8,62	70,00	105,00
<b>Massa magra (kg)</b>	40,03	4,70	32,00	51,00
<b>Gordura corporal (%)</b>	14,87	3,43	9,00	21,00
<b>Estatura (cm)</b>	179,93	7,27	164,00	192,00
<b>Peso Total Inicial (kg)</b>	82,28	8,71	71,35	106,4
<b>Peso Total Final (kg)</b>	81,52	8,67	70,65	106,00
<b>Volume Ingerido (ml)</b>	876	227	400	1400
<b>Taxa de Sudorese (ml)</b>	1636	370	1100	2330

Legenda: kg (quilogramas), % (percentual), cm (centímetros), ml (mililitros) e DesvPad (desvio padrão).

Com base nos resultados apresentados, podemos classificar a média do percentual de gordura corporal da amostra entre “bom” e “excelente” de acordo com a idade(13).

Ao comparar o peso total inicial e peso total final, foi observado uma redução significativa no peso corporal ( $\Delta=0,76\text{kg}$ ;  $p=0,0004$ ), com uma taxa de sudorese média de 1636mL. Ao verificar a taxa de sudorese média em relação ao peso total médio, houve uma perda líquida (suor) de 2,00%.

A Tabela 2 apresenta os dados descritivos da temperatura interna, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço (escala BORG) nos diferentes momentos do presente estudo.

Tabela 2: Temperatura interna, Frequência Cardíaca e BORG ao decorrer do tempo

Variáveis	Pré	30 min	60 min	90 min	120 min	140 min
<b>TI (°C)</b>	36,95±0,53	37,24±0,50	37,06±0,65	37,10±0,70	37,09±0,75	36,83±0,93
<b>FC (bpm)</b>	71,19±10,79	101,81±11,70	105,38±7,87	105,88±10,36	108,94±10,80	112,13±9,76
<b>BORG</b>	0,97±0,92	3,16±0,81	3,81±0,75	4,38±1,20	4,75±1,34	5,00±1,46

Legenda: TI (temperatura interna em °C); ± (desvio padrão), FC (Frequência cardíaca), BORG (percepção subjetiva de esforço).

A Tabela 3 apresenta os momentos em que foi observada correlação moderada e alta e significativa entre as variáveis temperatura interna com o percentual de gordura corporal, a frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço.

Tabela 3: Correlações da temperatura ao longo do tempo decorrido

	<b>TI pré</b>	<b>TI 30</b>	<b>TI 60</b>	<b>TI 120</b>
<b>TAPT</b>	-	r=0,564; p=0,023*	-	r=0,513; p=0,042*
<b>%G</b>	r=0,553; p= 0,026*	r=0,512; p=0,042*	-	-
<b>FC 30</b>	-	r=0,549; p=0,028*	-	-
<b>FC 60</b>	-	r=0,502; p=0,048*	-	-
<b>BORG 60</b>	-	-	r=0,534; p=0,033*	-
<b>BORG 90</b>	-	-	r=0,583; p=0,018*	-
<b>BORG 120</b>	-	-	r=0,511; p=0,043*	-

Legenda: TAPT (temperatura ambiente pré-teste), %G (percentual de gordura corporal), FC (Frequência cardíaca), BORG (percepção subjetiva de esforço); TI (temperatura interna); 30 (30 minutos); 60 (60 minutos); 90 (90 minutos); 120 (120 minutos); r (correlação); p (p-valor); \* (significância p<0,05).

Foi observado que a temperatura interna pré esforço teve correlação moderada e alta somente com o percentual de gordura corporal. A temperatura interna aos 30 min de marcha teve correlação moderada e alta com a temperatura ambiente pré-teste, com o percentual de gordura corporal, a frequência cardíaca aos 30 min e aos 60 min. A temperatura corporal interna aos 60 min teve correlação moderada e alta com a percepção subjetiva de esforço aos 60, 90 e 120 min. E a temperatura corporal interna aos 120 min teve correlação moderada e alta com a temperatura ambiente pré-teste.

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi de correlacionar a temperatura corporal interna (TI) com o percentual de gordura (%G), a frequência cardíaca (FC) e a percepção subjetiva de esforço (BORG) em militares submetidos a uma marcha simulada de 12 quilômetros. Os resultados apontaram correlação moderada e alta, significativa, em alguns momentos do teste.

O hipotálamo, ao receber o sangue proveniente do corpo que é aquecido através da atividade metabólica, desencadeia o processo da termorregulação, visando a homeostase térmica(14), explicando a variação da temperatura corporal interna média do estudo ( $\Delta TI=0,36^{\circ}\text{C}$ ).

A moderada variação da frequência cardíaca (iniciando na média de 71 bpm e atingindo a média de 112 bpm) observada na marcha de 12 km pode ser explicada pelo bom nível de condicionamento físico da amostra, corroborando bons indicativos de estado saúde(15). Como o sistema circulatório é a “mão de obra” da termorregulação, verificamos o aumento da frequência cardíaca no decorrer do teste para contribuir junto a perfusão periférica no desvio do sangue para a superfície do corpo e ser resfriado pela evaporação do suor(16).

Cabe ressaltar que o trabalho da frequência cardíaca também influencia na percepção subjetiva do esforço, estando intimamente atrelada ao estado de treinamento do indivíduo e ao grau de aclimatação ao local onde se realiza o exercício físico.

O aumento da percepção subjetiva de esforço (que foi mensurada em média até o nível de intensa – 5), de igual forma, acompanha o nível de preparação física dos militares submetidos ao teste. Indivíduos bem-preparados, quando submetidos à alta intensidade de exercício, tendem a não a perceber dessa forma(17).

A temperatura interna anterior ao teste apresentou correlação, somente, com o percentual de gordura corporal. Frente ao ponto que o ambiente do teste era termoneutro, verificamos consequentemente que somente a característica da composição corporal do militar foi capaz de influenciar sua temperatura em condições “neutras”.

Além da temperatura pré-teste, o %G foi correlacionado significativamente com a temperatura interna aos 30 min. A explicação para esta análise reside no ponto em que o limiar de vasodilatação cutânea (ponto em que o hipotálamo percebe o aumento significativo da temperatura interna e inicia a vasodilatação para reduzir a temperatura corporal) foi atingido próximo aos 30 min, desencadeando os mecanismos de termorregulação(18). Corroboram também, com esta hipótese, os dados coletados na pesquisa, que mensuram a percepção de aumento da sudorese dos 60 min em diante, indicando que o mecanismo termorregulador foi ativado.

A vasodilatação cutânea é diretamente influenciada pelo ambiente em que se encontra o indivíduo, pela intensidade do esforço que realiza e pelo seu nível de treinamento(18,19).

A partir do momento em que o organismo passa a ser influenciado, não só pelas condições do ambiente termoneutro, mas pelo calor gerado na atividade da marcha, verifica-se a correlação da temperatura interna aos 30 min (momento próximo da ativação do limiar de vasodilatação cutânea dos indivíduos) com a frequência cardíaca aos 30 e 60 min (que começou a trabalhar em função do sistema termorregulador).

Os demais momentos de aferição da temperatura interna não apresentaram correlação com a frequência cardíaca, possivelmente, por conta da adaptação do organismo ao trabalhar para melhorar a circulação sanguínea. Entretanto a temperatura interna aos 60 min demonstrou ter correlação moderada e alta, significativa, com a percepção subjetiva de esforço dos 60 min em diante.

Uma vez que o sistema circulatório foi adaptado à atividade, resta ao corpo se adaptar ao esforço (traduzido pela percepção subjetiva de esforço). Se analisarmos as alegações de percepção subjetiva de esforço individualmente, podemos constatar que os maiores escores foram atribuídos dos 60 min ao final da marcha.

Percebe-se que, ao passar do tempo, a temperatura interna vai assumindo correlação com uma variável de mesmo tempo, até chegar ao momento em que o organismo encontra equilíbrio e é afetado pelo fator externo (que provavelmente reiniciaria o ciclo da homeostase)(14).

Um estudo realizado com 29 militares, com média de idade de 26 anos e média de %G de 13%, revelou que existem correlações negativas, moderadas e fracas entre a temperatura da pele e a quantidade de massa gorda de determinada região da parte superior do corpo se esta região possui menor quantidade de massa gorda(20). Outro estudo feito com 24 militares, homens obesos, média de idade de 38 anos e média de %G de 31%, demonstrou que o protocolo de estresse pelo frio se tornou efetivo na ativação do tecido adiposo marrom, aumentando a temperatura da região dos ombros e pescoço(21). Ambas as interpretações corroboram com o presente estudo.

Por fim, como o estudo contou com uma amostra bem preparada fisicamente e com média do percentual de gordura corporal “bom”, outros fatores devem ser explorados em estudos futuros para melhor interpretar as variáveis científicas. Os testes devem ser realizados com intensidades maiores, da mesma forma que com indivíduos com maior percentual de massa gorda. Dessa forma extrai-se análises de pontos ainda não explorados na correlação da temperatura interna com a composição corporal, verificando até que ponto esta última interfere na termorregulação.

## CONCLUSÃO

Face aos expostos podemos concluir que a temperatura interna demonstrou ter correlação positiva moderada e alta com o percentual de gordura corporal, a frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço. O mecanismo de homeostase é fator intrínseco a correlação entre as variáveis. Foi demonstrado que com o passar do tempo a temperatura interna do indivíduo vai estabelecendo correlação com uma variável capaz de interferir na termorregulação ou que é consequência dela.

É importante salientar que a individualidade biológica influencia diretamente os resultados, devendo mais testes serem experimentados para se ter maior subsídio para esclarecer o emprego de estímulos. No meio militar, este conhecimento vai repercutir diretamente na eficiência das missões, demonstrando que o saber científico influencia o desempenho da tropa. Por conseguinte, o conhecimento da termorregulação e das características do indivíduo podem reduzir e prevenir doenças relacionadas ao calor.

## REFERÊNCIAS

1. Priego Quesada JI, Martínez Guillamón N, De Anda RMCO, Psikuta A, Annaheim S, Rossi RM, et al. Effect of perspiration on skin temperature measurements by infrared thermography and contact thermometry during aerobic cycling. *Infrared Phys Technol*. 2015;72:68–76.
2. Lillegard WA, Butcher JD, Rucker KS. Manual de medicina desportiva: uma abordagem orientada aos sistemas. 2a ed. Manole, organizador. São Paulo; 2002. 457–464 p.
3. Roberts WO, Armstrong LE, Sawka MN, Yeargin SW, Heled Y, O FG. ACSM Expert Consensus Statement on Exertional Heat Illness: Recognition, Management, and Return to Activity [Internet]. 2021. Available from: [www.acsm-csmr.org](http://www.acsm-csmr.org)
4. Broetto F, Brito M. Tecido adiposo marrom e obesidade em humanos. *Revista Saúde e Pesquisa*. 2021 jan;5:121–35.
5. 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.
6. Savastano DM, Gorbach AM, Eden HS, Brady SM, Reynolds JC, Yanovski JA. Adiposity and human regional body temperature. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2009 nov 1;90(5):1124–31.
7. Penido A. Brasileiros atingem maior índice de obesidade dos últimos treze anos, de acordo com pesquisa Vigitel [Internet]. Ministério da Saúde. 2019 [citado 2022 out 30]. Available from: <https://www.inca.gov.br/noticias/brasileiros-atingem-maior-indice-de-obesidade-dos-ultimos-treze-anos-de-acordo-com-pesquisa>
8. Neves EB. Sobrepeso e obesidade em militares do EB. *Cien Saude Colet*. 2007;13(5):1661–8.
9. Oswaldo Cruz F, Camillo Martinez Rio de Janeiro E. Ministério da Saúde Coronariana em Militares da Ativa do Exército Brasileiro com idade superior a 40 anos. 2004.
10. MINISTÉRIO DA DEFESA EXÉRCITO BRASILEIRO COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES Manual de Campanha TREINAMENTO FÍSICO MILITAR 5ª Edição 2021. 2021.
11. Thomas JR, Silverman SJ. Métodos de pesquisa em atividade física. 6ª Edição. Porto Alegre: Artmed; 2000. 479 p.
12. Borg G. Escalas de Borg para dor e esforço percebido. 1º ed. Manole editora, organizador. São Paulo: Manole, Editora; 1994.
13. Tran ZV, Weltman A. Generalized\_equation\_for\_predicting\_body\_density.18. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 1989 [citado 2022 out 30];21(1):101–4. Available from: [https://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1989/02000/Generalized\\_equation\\_for\\_predicting\\_body\\_density.18.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1989/02000/Generalized_equation_for_predicting_body_density.18.aspx)

14. Kenney WL. Physiology of Body Temperature Regulation Heat Flux and Storage in Hot Environments.
15. Miguel J, Roque A. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA. 2009.
16. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do Exercício, Nutrição, Energia e Desempenho Humano . Sétima Edição. Taranto Giuseppe, organizador. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2013. 644–656 p.
17. Louise Kellermann Kaercher P, Henrique Glänzel M, Görgen da Rocha G, Müller Schmidt L, Nepomuceno P, Stroschöen L, et al. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO DE BORG COMO FERRAMENTA DE MONITORIZAÇÃO DA INTENSIDADE DE ESFORÇO FÍSICO. 2018.
18. Steven M F, Srinivasa N R, Christian F B, David S G. Relative contribution of core and cutaneous temperatures to thermal comfort and autonomic responses in humans. J Appl Physiol. 2000 maio;1588–93.
19. Jhonson JM, Park MK. Effect of upright exercise on threshold for cutaneous vasodilation and sweating. J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol. 198DC abr 1;4:814–8.
20. 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.
21. Samir E da R, Runer AM, Neves EB, Mello DB de, Carvalho AJ de, Pierre G, et al. Cold Stress Protocol In Brown Adipose Tissue. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2021;



**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO  
DIRETORIA DE PESQUISA E ESTUDOS DE PESSOAL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO**

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 analisar os efeitos da temperatura da pele, 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 visitas distintas com intervalo de 48h-72h entre elas. A primeira visita será realizada no Instituto de Preparação da Capacitação Física do Exército (IPCEx), onde cada voluntário será submetido à avaliação da composição corporal por meio do processo DXA (*dual X-ray absorptiometry*), mediante escaneamento de corpo inteiro a fim de correlacionar a composição corporal com a temperatura interna e da pele.

As avaliações da segunda e terceira visita serão realizadas no Laboratório de Biociências da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx): na segunda visita os voluntários realizarão a medida da temperatura interna e da pele utilizando um tipo de fardamento (gandola) e na terceira visita 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 visita 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 FlirT530sc®. 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 temperaturas da pele das face, pés, mão, membros inferiores, membros superiores e tronco (chamados de Regiões de Interesse - ROIs) de acordo com os critérios de padronização e normas previamente determinados para termografia. Em seguida, os indivíduos passarão uma aclimatação, sentados em repouso 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 Rignetto®, com duração de 20 minutos e velocidade a 70 % do consumo de oxigênio máximo individual estimado pelo Teste de Aptidão Física (TAF). 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 de sunga, sentados, em repouso durante 20 minutos a fim de realizar uma aclimação pós exercício, e por fim será tomada a quarta medida (M4).

Serão repetidos os mesmos procedimentos nas visitas 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® e permitirá o monitoramento da temperatura interna ao longo de toda a coleta de dados, com a tomada de medida também nos M1, M2, M3 e M4. Também serão utilizadas as escalas subjetivas de conforto térmico, percepção de umidade na pele, sensação térmica, utilizadas com a finalidade de avaliar a percepção de insatisfação ambiental e escala de percepção subjetiva de esforço modificada de Borg na coleta de dados, com a medida nos momentos M1, M2, M3 e M4. 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 aclimação 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.

Frente a situação da emergência sanitária relacionada ao Sars-CoV-2 justifica-se a realização dessa pesquisa dentro do cronograma determinado, devido a amostra do presente projeto ser composta de militares que já se encontram em convívio diário e alojados na mesma base. Além disso, as avaliações utilizadas de composição corporal e termografia são não invasivas e a coleta de dados será realizada individualmente, respeitando o distanciamento social, com o(s) pesquisador(es) utilizando os devidos equipamentos de proteção individual. O local e equipamentos serão higienizados e desinfetados em cada avaliação a fim de minimizar os potenciais riscos à saúde e a integridade dos participantes da 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.

Rubrica



## Apêndice 2 - Termo de Cessão de Direitos sobre Trabalho Científico

Título do trabalho científico: Correlação entre a temperatura corporal interna, percentual de gordura corporal, frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço em marcha simulada de 12 km.

Nome completo do autor: Jadller Maros Irineu da Silva.

1. Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.
2. Autorizo a Escola de Educação Física do Exército a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por meio de publicação em revista técnica do Exército ou outro veículo de comunicação.
3. A Escola de Educação Física do Exército poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesas de postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente deverá ser fornecida se o pedido for encaminhado por meio de organização militar, fazendo-se necessária a anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.
4. É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações, desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.
5. A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente poderá ser feita com a autorização do autor ou da direção de ensino da Escola de Educação Física do Exército.

Rio de Janeiro, 21 de novembro de 2022.

  
\_\_\_\_\_  
JADLLER MARCOS IRINEU DA SILVA – 1º TEN

Apêndice 3 -Termo de Autorização para Publicação de Trabalho de Conclusão de Curso na  
Biblioteca digital de Trabalhos Científicos

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação, autorizo a Escola de Educação Física do Exército a disponibilizar através do site *www.esefex.ensino.eb.br/*, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998 (Lei de Direito Autoral), o texto integral da obra abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso**

Título do TCC: Correlação entre a temperatura interna, percentual de gordura corporal, frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço em marcha simulada de 12 km.

Nome completo do autor: Jadller Marcos Irineu da Silva

Idt: 020389957-0; CPF: 044.108.881-37; E-mail: jadller\_m@hotmail.com

Autorizo disponibilizar e-mail na Base de Dados de Trabalhos de Conclusão de Curso da Biblioteca Digital de Trabalhos Científicos: (X) SIM ( ) NÃO

Orientador: Danielli Braga de Mello

Idt: 01187909-5; CPF: 037.438.977-60; E-mail: [danielli.mello@gmail.com](mailto:danielli.mello@gmail.com)

Membro da banca:

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Danielli Braga de Mello

Membro da banca:

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ângela Nogueira Neves

Membro da banca:

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mirian Raquel Meira Mainenti

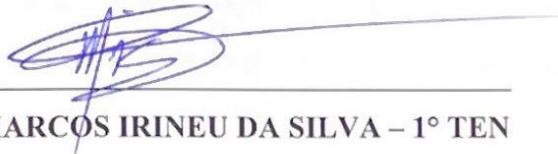
Data de apresentação: 21/11/2022

Titulação: Bacharel em Educação Física

Área de conhecimento: Educação Física

Palavras-chave (até seis): Regulação da Temperatura Corporal - Composição Corporal - Militares -  
Atleta tático.

Rio de Janeiro, 21 de novembro de 2022.



---

JADLLER MARCOS IRINEU DA SILVA – 1º TEN

Anexo 1 – Escalas analógicas de percepção térmica e de esforço

