

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: Daniel de Paiva **Brandão** – 1º Ten  
ORIENTADOR: Adriane Mara de Souza Muniz – Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>

# AVALIAÇÃO DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO DURANTE A MARCHA DE UM PROTÓTIPO DE COTURNO COM SOLADO DE FIBRA DE CARBONO

Rio de Janeiro – RJ

2022

ALUNO: Daniel de Paiva **Brandão** – 1º Tem

AVALIAÇÃO DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO DURANTE A MARCHA  
DE UM PROTÓTIPO DE COTURNO COM SOLADO DE FIBRA DE  
CARBONO

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

ORIENTADOR: Adriane Mara de Souza Muniz -  
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

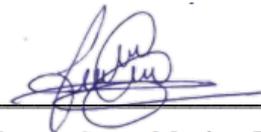
ALUNO: Daniel de Paiva **Brandão** – 1º Ten

AVALIAÇÃO DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO DURANTE A MARCHA  
DE UM PROTÓTIPO DE COTURNO COM SOLADO DE FIBRA DE  
CARBONO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em 22 de novembro de 2022

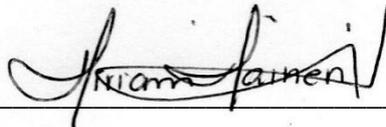
Banca de Avaliação



---

Adriane Mara de Souza Muniz – Profª Drª

Avaliador



---

Miriam Raquel Meira Mainenti – Profª Drª

Avaliador



---

Claudia de Mello Meirelles – Profª Drª

Avaliador

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Os militares são considerados atletas táticos e o calçado torna-se relevante para potencializar sua capacidade operacional. A placa de fibra de carbono é utilizada em tênis esportivo, porém ainda não foi vista em coturnos. **OBJETIVO:** Este estudo preliminar tem como objetivo realizar a comparação da força de reação do solo entre um coturno com inserção de placa de carbono (CP) e um coturno sem placa (SP). **MÉTODOS:** Dez militares voluntários do Exército Brasileiro ( $25,9 \pm 5,63$  anos;  $178,1 \pm 5,8$  cm;  $75,8 \pm 6,6$  kg) caminharam em uma pista de marcha com duas plataformas de força (Bertec, USA) inseridas em velocidade de  $5 \pm 0,5$  km/h com o coturno CP e SP transportando a mochila operacional com carga de 20 kg. A ordem dos coturnos foi aleatória e os participantes repetiram sete vezes cada situação do teste. As variáveis do componente vertical (V) e anteroposterior (AP) foram obtidas no *software* Matlab 2020 (Matworks, EUA) e avaliadas como percentual do peso corporal (%PC). A análise estatística das curvas de Força de Reação do Solo (FRS) V e AP foram realizadas através do método Mapa Paramétrico Estatístico (SPM). **RESULTADOS:** A variável impulso vertical entre 90 e 100% do ciclo de apoio foi estatisticamente significativa para o coturno CP comparado a SP (CP:  $2,76 \pm 0,5$ ; SP:  $2,62 \pm 0,47$ ;  $p=0,029/d=0,28$ ). O método SPM mostrou diferença estatística entre 90 e 100% para curva V e 94 e 100% para a curva AP do ciclo de apoio da marcha. **CONCLUSÃO:** O coturno CP apresentou aumento do impulso e da FRS V e AP no final do pré-balanço apontando para melhora na propulsão da marcha. Este resultado é promissor, pois pode demonstrar melhora na eficiência durante a locomoção de militares.

**Palavras-chave:** análise da marcha, coturno com placa de carbono, força de reação do solo, impulso

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The military are considered tactical athletes and footwear becomes relevant to enhance their operational capacity. The carbon fiber plate is used in sports shoes, but has not yet been seen in boots. **OBJECTIVE:** This preliminary study aims to compare the ground reaction force between a boot with a carbon plate (CP) and a boot without a plate (SP). **METHODS:** Ten Brazilian Army volunteers ( $25.9 \pm 5.63$  years;  $178.1 \pm 5.8$  cm;  $75.8 \pm 6.6$  kg) walked on a walking track with two inserted force platforms (Bertec, USA) at a speed of  $5 \pm 0.5$  km/h with the CP and SP boots carrying the operational backpack with a load of 20 kg. The order of the boots was random and the participants repeated each test situation seven times. The vertical (V) and horizontal (AP) component variables were obtained using the Matlab 2020 software (Matworks, USA) and evaluated as a percentage of body weight (%PC). Statistical analysis of the Soil Reaction Force (FRS) V and AP curves were performed using the Statistical Parametric Map (SPM) method. **RESULTS:** The vertical impulse variable between 90 and 100% of the stance cycle was statistically significant for CP boots compared to SP (CP:  $2.76 \pm 0.5$ ; SP:  $2.62 \pm 0.47$ ;  $p=0.029/d=0.28$ ). The SPM method showed a statistical difference between 90 and 100% for the V curve and 94 and 100% for the AP curve of the gait support cycle. **CONCLUSION:** The CP boots showed an increase in impulse and FRS V and AP at the end of pre-swing, pointing to an improvement in gait propulsion. This result is promising, as it can demonstrate improvement in efficiency during the locomotion of military personnel.

**Key words:** gait analysis, carbon plate boots, ground reaction force, impulse

## INTRODUÇÃO

Os militares são considerados atletas táticos. Este termo descreve indivíduos que são expostos a situações de risco diariamente (1) e compõem uma força tática com aplicação da lei em profissão (2,3). Esses profissionais são compostos por militares, forças policiais, bombeiros e profissionais da área de resgate emergencial (1,3). O atleta tático obtém uma exigência física específica, na qual deve ser compatível com sua atividade ocupacional para se obter êxito em suas missões específicas (2). Em grande parte do treinamento e em suas atividades ocupacionais, é exigido do atleta tático sobrecarga corporal, no transporte de cargas pesadas e equipamentos, a qual pode ser considerado fator determinante para a produção de danos articulares semelhantes ao observados em indivíduos obesos (4). Nas marchas a pé, o militar pode apresentar uma sobrecarga individual de até 30 Kg ou mais, com a qual realiza marchas que variam de 8 a 24 km por dia, superando essa distância em situações extraordinárias (5).

Os militares são acometidos com maior recorrência de lesões através das doenças do calor e das lesões musculoesqueléticas (1), sendo essas responsáveis por cerca de 40% das consultas e tratamentos médicos nas Forças Armadas dos Estados Unidos (6). Estudo prévio realizado com recrutas da Marinha Britânica (7) observou que 16% desses militares apresentaram lesões nos membros inferiores. Dentre essas lesões, a maior incidência se encontra em lesões por estresse da tíbia, fíbula, fêmur e metatarsos, assim como a periostite e tendinite do tendão calcâneo (8,9). Arndt *et al.* (8) associam essas lesões à utilização de calçados inadequados com reduzida flexibilidade do solado, uma vez que possuem papel fundamental na absorção do choque mecânico, preservando as articulações e estruturas ósseas.

O coturno é o calçado exigido para o militar desempenhar suas funções laborais, como exercícios de marcha com transporte de carga (10) e treinamentos físicos específicos, dentre eles, o treinamento com toros e o circuito operacional (11). Utilizado por militares de todas as áreas de atuação, o coturno se torna o calçado indispensável para o comprimento das mais distintas missões, desde uma formatura matinal (10) até um serviço de escala com duração de 24 horas uniformizado e calçado (12). Em estudo anterior, Torres *et al.* (13) realizaram uma comparação entre uma marcha descalço, com tênis e com coturno fornecido pela cadeia de suprimento do Exército Brasileiro, na qual observou que a absorção de impacto entre o tênis e o coturno apresentaram desempenhos semelhantes, comparado à marcha descalço, a qual apresentou maior valor de impacto. Já Muniz e Bini (14) compararam à utilização de três modelos de coturnos distintos utilizado por militares do Exército Brasileiro, sendo dois deles com o solado de estireno butadieno (SBR) fornecido pela cadeia de suprimento e um coturno com solado de poliuretano (PU) adquirido comercialmente. Esses autores concluíram que o coturno adquirido comercialmente

(PU) apesar de apresentar maior percepção subjetiva de conforto, apresentou menor absorção de impacto em relação ao coturno fornecido pela cadeia de suprimento (SBR).

O calçado esportivo vem melhorando o desempenho dos atletas com quebra de recordes mundiais e diversos tipos de provas (15). Com notável expressão ao maratonista Eliud Kipchoge que se tornou o primeiro atleta a completar uma maratona em tempo inferior a duas horas, em um evento teste em 2019. Um aspecto comum entre todos esses recordistas foi a utilização do tênis com inserção de placa de carbono no solado (15). Em estudo inicial, Hoogkamer *et al.* (16) concluíram que o protótipo de tênis com fibra de carbono proporcionou 4% de economia energética nos corredores. Na avaliação biomecânica, esses autores observaram a redução das taxas de trabalho negativa e positiva do tornozelo, além da redução das taxas de trabalho negativas na articulação metatarsofalangeana na corrida utilizando o protótipo de tênis com placa de carbono (17).

A grande complexibilidade encontrada nas novas áreas de atuação do Exército Brasileiro (EB), com necessidade de potencializar a consciência situacional da tropa terrestre, principalmente com foco no combatente individual, promoveu a aprovação, por meio da Portaria 263-EME do EB, de 18 de julho de 2016, o atual projeto “Sistema do Combatente Brasileiro” (COBRA). O projeto COBRA tem como finalidade oferecer ao militar boa proteção individual com a preservação da sua capacidade operativa, a fim de prolongar sua durabilidade na ação sem afetar sua saúde. Dentre os 51 itens a serem adquiridos pelo projeto se encontra o coturno (18). Nesse contexto, observa-se que a maioria dos estudos (13,14,19,20) com calçados militares têm como objetivo avaliar a incidência de lesões em detrimento a melhoria do desempenho operacional. A utilização da placa de carbono com o objetivo de melhorar o desempenho de atletas já está consolidado nos calçados esportivos, porém ainda não há relatos e evidências da utilização dessa tecnologia em calçados operacionais. Estudos prévios (14,21,22) não encontraram melhora no desempenho de coturnos utilizados por militares do EB, desta forma, é necessário a ampliação da tecnologia dos calçados operacionais, afim de ampliar a capacidade operacional do militar.

Um estudo piloto realizado por Costa (23) avaliou a força de reação do solo (FRS) durante a marcha de um protótipo de coturno com solado de PU com a inserção da placa de carbono no solado e comparou com o coturno de PU sem placa e outro coturno com solado de SBR com e sem uma mochila de 15kg. Esse autor encontrou aumento na velocidade de impulsão com o coturno com placa sem influência do transporte de carga. Porém, esse estudo não avaliou a curva de força de reação do solo de forma completa e nem o componente horizontal dessa força, que tem informação sobre propulsão (17). Desta forma, o presente estudo tem por objetivo investigar os componentes vertical e anteroposterior da FRS durante uma marcha com a aplicação de uma carga de 20 Kg na mochila de combate utilizando o protótipo de coturno de PU com (CP) e sem placa

de carbono (SP) avaliando a eficiência da placa de carbono na propulsão da marcha de combate de militares. A hipótese do presente estudo é que o coturno com inserção de fibra de carbono em seu solado trará melhoria na propulsão durante a marcha com carga comparado ao coturno PU sem placa, com maior retorno de energia do solado.

## MÉTODOS

### Delineamento Experimental

O presente estudo é do tipo quase-experimental que buscou investigar a interação das variáveis cinética da marcha utilizando o protótipo de coturno com solado de poliuretano com (CP) e sem placa de carbono (SP) (Figura 1).



Figura 1 – Coturnos com solado de poliuretano com (A) e sem (B) placa de carbono.

### Amostra

O estudo preliminar foi composto por 10 militares voluntários do Exército Brasileiro com idade de 25,9 ( $\pm 5,63$ ) anos, altura de 178,1 ( $\pm 5,84$ ) cm e massa corporal 75,8 ( $\pm 6,6$ ) kg. Todos com experiência em atividades de marchas com a utilização de coturnos. Militares com lesões musculoesqueléticas nos membros inferiores foram excluídos da amostra. Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1), já aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAEE: 09674319.1.0000.9047) (Anexo 1).

### Procedimentos experimentais

A avaliação biomecânica da marcha foi realizada em um dia no laboratório. Inicialmente foram coletadas as informações antropométricas (peso e altura), com uma entrevista para identificar a presença de histórico de lesões prévias. Em seguida, foi realizado a familiarização dos voluntários ao protocolo experimental, realizando ao menos cinco passagens na pista de marcha.

Após a familiarização, foi realizado o teste de marcha com uma mochila de 20kg em duas condições aleatórias: com o coturno CP e SP (Figura 1).

A coleta da marcha foi realizada em uma pista de 10m de comprimento com duas plataformas de força (Bertec, EUA), onde cada indivíduo caminhou na velocidade de  $5 \pm 0,25$

km/h controlada através de duas fotocélulas (Alge-timing, Áustria). A FRS foi coletada por sete tentativas válidas em cada situação. Os sinais de FRS foram coletados a 1000 Hz.

### **Processamento dos dados**

Os sinais de FRS foram filtrados usando filtro passa-baixas Butterworth com frequência de corte de 30Hz. As seguintes variáveis do componente vertical da FRS foram calculadas: primeiro (PPF) e segundo pico de força (SPF), taxa de aceitação do peso (TAP) e impulso a 80 e 90% do ciclo do apoio (Imp\_V80-90) e impulso a 90 e 100% (Imp\_V90-100). As variáveis do componente anteroposterior da FRS: força de frenagem (Ffren), força de propulsão (Fprop), impulso 80 a 90% (Imp\_AP80-90) e impulso de 90 a 100% do apoio (Imp\_AP90-100).

Cada variável será representada pela média de sete tentativas obtidas e através de rotinas desenvolvidas no *software* Matlab (R2020, Mathworks, EUA).

### **Análise estatística**

O teste de *Shapiro Wilk* foi utilizado para testar a normalidade das variáveis. O teste t independente foi utilizado para comparar o PPF e Imp\_V80-90, já para comparar o SPF, TAP, Ffren, Fprop, Imp\_V90-100, Imp\_AP80-90 e Imp\_AP90-100 foi utilizado o teste de *Mann-Whitney*. O nível de significância foi estabelecido em  $\alpha < 0,05$ . A magnitude das diferenças foi calculada usando o tamanho do efeito de Cohen (d) para os dados paramétricos e o tamanho de efeito r para não paramétricos. A interpretação de d foi 0,20 (pequeno), 0,50 (médio) e 0,80 (grande). Para r, 0,10 (pequeno), 0,30 (médio) e 0,50 (grande) (25). A análise estatística foi realizada no JASP versão 0.16.1 (JASP Team, 2022).

Para avaliar diferença estatística nas curvas de FRS vertical e anteroposterior entre os coturnos, as trajetórias biomecânicas foram comparadas pelo método Mapa Paramétrico Estatístico (SPM) usando o teste de *Mann-Whitney*. O método SPM permite a avaliação estatística de toda a série temporal (28). O limiar crítico foi determinado com  $\alpha = 0,05$  (29). A análise de SPM foi implementada em Matlab (R2020, Mathworks, EUA) usando o toolbox spm1d (<http://www.spm1d.org>).

## RESULTADOS

Foi observado diferença estatística entre os coturnos apenas na variável impulso vertical (Figura 2) entre 90 e 100% do ciclo de apoio (Tabela 1).

Tabela 1 – Descrição das variáveis analisadas com média ( $\pm$  desvio padrão) para variáveis paramétricas e média (intervalo interquartil para variáveis não paramétricas).

	CP	SP	<i>p</i>	Tamanho do efeito
PPF (% PC)	1,17 $\pm$ 0,07	1,17 $\pm$ 0,06	0,787	d=0,03
SPF (% PC)	1,17 (1,12 – 1,21)	1,17 (1,11 – 1,21)	0,859	r=0,01
Ffren (%PC)	0,22 (0,19 – 0,25)	0,25 (0,20 – 0,25)	0,466	r=0,05
Fprop (%PC)	0,25 (0,23 – 0,27)	0,25 (0,23 – 0,27)	0,419	r=0,05
TAP (%PC/s)	7,8 (6,8 – 8,6)	7,5 (7,0 – 8,6)	0,688	r=0,03
Imp_V80-90 (%PCx%Apoio)	9,08 $\pm$ 0,65	9,05 $\pm$ 0,67	0,724	d=0,04
Imp_V90-100 (%PCx%Apoio)	2,70 (2,37 – 3,13)	2,57 (2,24 – 2,96)	<b>0,029</b>	d=0,28
Imp_AP80-90 (%PCx%Apoio)	2,08 (1,96 – 2,26)	2,13 (1,95 – 2,31)	0,409	r=-0,06
Imp_AP90-100 (%PCx%Apoio)	0,93 (0,74 – 1,08)	0,88 (0,69 – 1,05)	0,201	r=0,09

PPF: Primeiro Pico de Força, SPF: Segundo Pico de Força, Ffren: Força de frenagem, Fprop: Força de Propulsão, TAP: Taxa de Aceitação de Peso, Imp\_V80-90 e Imp\_V90-100: Impulso Vertical entre 80 e 90% e 90 e 100% do ciclo da marcha, Im\_AP80-90 e Imp\_90-100: Impulso anteroposterior entre 80 e 90% e 90 e 100% do ciclo da marcha, PC: Peso Corporal.

Na análise estatística da curva completa mostrou diferença estatística entre 90 a 100% do ciclo de apoio para a curva vertical (Figura 2) e 94 e 100% do apoio para a curva antero-posterior (Figura 3). Essa região representa o final da fase de pré-balanço, em que a força de reação do solo foi maior para o coturno com placa comparado com o coturno sem placa (Figura 2B e 3B).

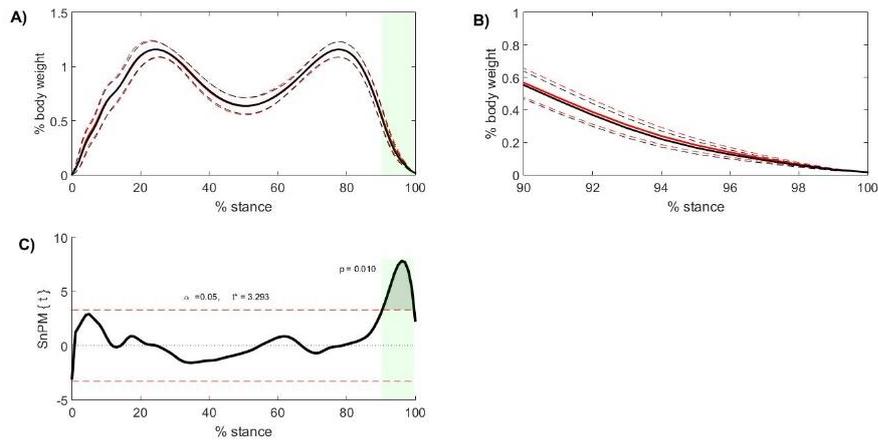


Figura 2 – Curva vertical da FRS média para o coturno com placa (linha vermelha) e sem placa de carbono (linha preta) (A). As linhas pontilhadas representam a área de 1 desvio padrão. A ampliação da curva foi apresentada em (B). Trajetória do teste de *Mann-Whitney* (C). As linhas pontilhadas horizontais indicam o limiar de  $p < 0,05$ . Como o teste de SPM cruzou acima do limiar, foi observado diferença estatística entre 90 a 100% do ciclo de apoio (área em verde).

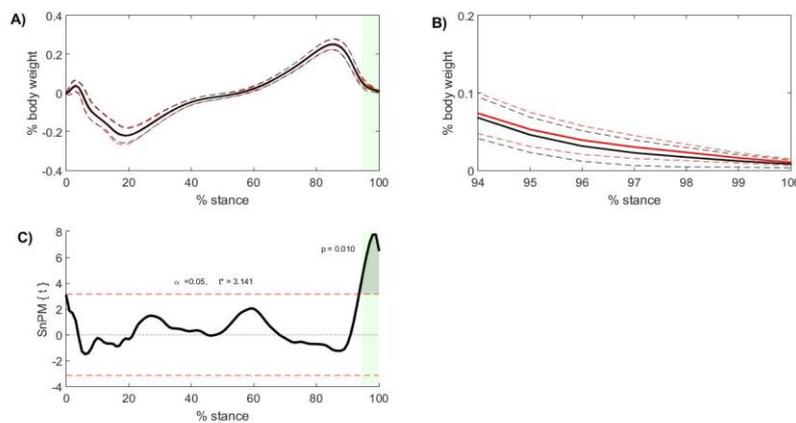


Figura 3 – Curva anteroposterior da FRS média para o coturno CP (linha vermelha) e sem placa de carbono (linha preta) (A). As linhas pontilhadas representam a área de 1 desvio padrão. A ampliação da curva foi apresentada em (B). Trajetória do teste de *Mann-Whitney* (C). As linhas pontilhadas horizontais indicam o limiar de  $p < 0,05$ . Como o teste de SPM  $t^*$  cruzou acima do limiar, foi observado diferença estatística entre 94 a 100% do ciclo de apoio (área em verde).

## DISCUSSÃO

O estudo teve como objetivo analisar a força de reação do solo durante a marcha utilizando um coturno com a inserção de fibra de carbono em comparação a um coturno sem a fibra. O principal achado desse estudo, foi a melhora no final da propulsão durante a marcha com aumento o impulso vertical e da FRS vertical e anteroposterior nos últimos 10% do ciclo de apoio da marcha.

As variáveis PPF, SPF e TAP não apresentaram diferenças significativas assim como presente em estudos de Torres *et al.* (13), Muniz e Bini (14) e Sizenando (19). Esses achados reafirmam o fato de que essas variáveis não sofrem influências de acordo com o tipo do calçado (13, 19).

As variáveis que apresentaram diferença estatística entre os coturnos foram o impulso vertical entre 90 e 100% do apoio (Tabela 1) e a força vertical (Figura 3) e anteroposterior (Figura 4). Essa fase está relacionada com o final da propulsão, e esses resultados são os primeiros do nosso grupo de pesquisa a indicar melhoria da eficiência da marcha com o coturno com fibra de carbono. Esses achados corroboram com os dados relacionados em estudos realizados em tênis de corrida com a inserção da placa de carbono (15, 30), nos quais se evidencia aumento da força de propulsão durante uma corrida com tênis com placa em comparação com um sem placa.

No estudo piloto de Costa (23) ao analisar a diferença entre os calçados: coturnos de solado poliuretano CP e SP e coturno de solado estireno-butadieno o autor encontrou diferença estatisticamente significativa apenas na variável Taxa de Retirada de Peso, mas não no impulso no final do movimento, os resultados podem ser diferentes, pois Costa (23) não realizou a análise da curva completa com o método SPM e também comparou diferentes coturnos com e sem carga. Diante disso, nosso grupo de estudo avaliou apenas a marcha entre os coturnos CP e SP de mesmo solado, afim de minimizar interferências externas quanto ao material do solado e verificar a real influência da inserção da fibra de carbono. Além de realizar a marcha apenas na situação com transporte de carga, uma vez que em estudos prévios (21,23) evidenciaram que nas situações com ou sem carga as variáveis de FRS não obtiveram diferenças significativas entre o fator calçados. Em nossos achados, a diferença estatística encontrada na variável Imp\_V90-100 entre os coturnos CP e SP aponta para melhorar da propulsão vertical com o uso do coturno CP. Essa possível melhora na eficiência da propulsão pode ser explicada pelo efeito gangorra evidenciado por Nigg *et al.* (32), onde a placa por obter um formato anatômico curvado aumenta o valor do impulso, devido a uma maior aplicação da força vertical-horizontal exercida sobre o solo e pela diminuição de tempo do pé em contato com o solo, aplicando assim uma maior propulsão comparado aos calçados sem placa.

Em uma análise estatística mais robusta da curva inteira pelo método SPM (Figura 2 e 3), permitiu uma avaliação mais completa, sem a necessidade de gerar parâmetros no sinal. O SPM é uma técnica estatística na qual permite uma avaliação completa da totalidade de sinais da marcha evitando a perda de informações importantes de variáveis discretas, sendo válido para toda a forma da curva (21).

Já há evidência fisiológica na literatura da redução no gasto energético provocado pelos calçados com a inserção de placa de carbono, porém nenhum estudo avaliou ainda esses resultados durante a marcha, apenas para a corrida (15, 16, 17, 30). Esses resultados são inovadores, pois além de apresentar evidência da melhora da eficiência da marcha em calçados operacionais, mostra melhora na marcha. Entretanto, mesmo nos tênis de corrida, ainda faltam explicações biomecânicas para a melhora fisiológica e para tal estudos precisam ser ampliados na literatura (31).

As limitações encontradas no presente estudo foram a ausência de avaliação mecânica dos coturnos, a fim de verificar a rigidez em flexão e compressão entre os coturnos na região do antepé, além da falta de uma avaliação cinemática completa para a verificação dos torques durante a propulsão.

## CONCLUSÃO

Os resultados encontrados apontaram para aumento do impulso e da força de reação do solo vertical e anteroposterior no final do pré-balanço entre 90-100% da fase do ciclo de apoio da marcha, no coturno com a inserção da placa de fibra de carbono comparado ao coturno sem fibra.

Esses resultados apontam para melhora na eficiência mecânica da marcha durante a propulsão evidenciando uma melhora na economia de movimento durante a locomoção de militares. Essa evidência demonstra o início de uma explicação biomecânica para uma maior eficiência do desempenho operacional dos calçados com placa de carbono para militares em situação de marchas com transporte de carga. Para avaliar melhor esses resultados, sugere-se uma avaliação do consumo energético durante a marcha com e sem coturno para confirmar se existe melhora na eficiência da marcha, além de biomecânica completa.

## REFERÊNCIAS

1. Wise SR, Trigg SD. Optimizing Health, Wellness, and Performance of the Tactical Athlete. *Curr Sports Med Rep.* 2020 Feb;19(2):70-75.
2. Scofield, DE, Kardouni, JR. The tactical athlete: a product of 21st century strength and conditioning. *Strength & Conditioning Journal.* 2015; 37(4): 2-7.
3. Sefton JM, Burkhardt TA. Introduction to the Tactical Athlete Special Issue. *J Athl Train.* 2016 Nov; 51(11): 845.
4. Cameron KL, Driban JB, Svoboda SJ. Osteoarthritis and the Tactical Athlete: A Systematic Review. *J Athl Train.* 2016 Nov; 51(11): 952-961.
5. BRASIL, M da Defesa, E-M do Exército. EB70-MC-10.304 Manual de Campanha – Marchas a pé. 3. ed. 2019; p. 1-69.
6. Armed Forces Health Surveillance Branch. Absolute and relative morbidity burdens attributable to various illnesses and injuries, active component, U.S. Armed Forces, 2017. *MSMR.* 2018 May; 25(5):2-9.
7. Riddell DI. Rehabilitation of injured Royal Marine recruits. *J R Nav Med Serv.* 1989 Winter;75(3):171-6.
8. Arndt A, Westblad P, Ekenman I, Lundberg A. A comparison of external plantar loading and in vivo local metatarsal deformation wearing two different military boots. *Gait Posture.* 2003;18(2):20-6.
9. Jones BH, Cowan DN, Tomlinson JP, Robinson JR, Polly DW, Frykman PN. Epidemiology of injuries associated with physical training among young men in the army. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(2):197-203.

10. Zylberberg MP. Análise da transmissão de impacto de diferentes de calçados militares. [Dissertação]. Rio de Janeiro (RJ): Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; 2012.
11. BRASIL, M da Defesa, E-M do Exército. EB70-MC-10.375 Manual de Campanha – Treinamento físico militar. 5. ed. 2021; p. 1-293.
12. BRASIL, M da Defesa, E-M do Exército. Regulamento interno e dos serviços gerais – R-1 (RISG) nº 51/2003, separata ao Boletim do Exército. Brasília. 2003.
13. Torres AS, Ferrari DM, Cirolini VX, Valente AMS, Muniz AMS. Análise do impacto do tênis e coturno fornecidos pelo Exército Brasileiro durante a marcha. Rev Bras Educ Fís Esporte. 2014;28(3):377-85.
14. Muniz AMS, Bini RR. Shock attenuation characteristics of three different military boots during gait. Gait and Posture. 2017;58:59–65.
15. Ortega J, Healey L, Swinnen W, Hoogkamer W. Energetics and Biomechanics of Running Footwear with Increased Longitudinal Bending Stiffness: A Narrative Review. Sports Medicine.2021;51(5):873-89.
16. Hoogkamer W, Kipp S, Frank JH, Farina EM, Luo G, Kram R. A Comparison of the Energetic Cost of Running in Marathon Racing Shoes. Sports Medicine. 2018;48(4):1009–19.
17. Hoogkamer W, Kipp S, Kram R. The Biomechanics of Competitive Male Runners in Three Marathon Racing Shoes: A Randomized Crossover Study. Sports Medicine. 2019;49(1):133–43.
18. Filho PRS. O projeto sistema combatente brasileiro - COBRA. Doutrina Militar Terrestre em Revista. 2019;7(19):6-9.
19. Sizenando DS. Avaliação do impacto durante a marcha com dois modelos de coturnos com e sem carga. [TCC]. Rio de Janeiro (RJ): Escola de Educação Física do Exército. 2019.

20. Neregato BS. Relação entre ângulo de flexão de joelho e a absorção de impacto de dois modelos de coturnos utilizados por militares. [TCC]. Rio de Janeiro (RJ): Escola de Educação Física do Exército. 2020.
21. Muniz AMS, Sizenando D, Lobo G, Neves EB, Gonçalves M, Marson R, et al. Effects from loaded walking with polyurethane and styrene-butadiene rubber midsole military boots on kinematics and external forces: A statistical parametric mapping analysis. *Applied Ergonomics*. 2021;94:103429.
22. Bini RR, Kilpp DD, Júnior PADS, Muniz AMDS. Comparison of Ground Reaction Forces between Combat Boots and Sports Shoes. *Biomechanics*. 2021;1(3):281–9.
23. Costa IN. Avaliação da marcha utilizando um protótipo de coturno com solado de fibra de carbono. [TCC]. Rio de Janeiro (RJ): Escola de Educação Física do Exército. 2021.
24. Oleson M, Adler D, Goldsmith P. A comparison of forefoot stiffness in running and running shoe bending stiffness. *J Biomech*. 2005 Sep;38(9):1886-94.
25. ASTM. F1976-99 Standard test method for cushioning properties of athletic shoes using an impact test. *Astm*. 2006;i:1–4.
26. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*. 2007;39(2):175–91.
27. Nakano N, Sakura T, Ueda K, Omura L, Kimura A, Iino Y, Fukashiro S, Yoshioka S. Evaluation of 3D Markerless Motion Capture Accuracy Using OpenPose With Multiple Video Cameras. *Front Sports Act Living*. 2020;2:50.
28. Pataky TC, Robinson MA, Vanrenterghem J. Vector field statistical analysis of kinematic and force trajectories. *J. Biomech*. 2013;46:2394–2401.
29. Pataky TC, Robinson MA, Vanrenterghem J. Region-of-interest analyses of one-dimensional biomechanical trajectories : bridging 0D and 1D theory , augmenting statistical power. *PeerJ*. 2016;2:1–12.

30. Barnes KR, Kilding AE. A randomized crossover study investigating the running economy of highly-trained male and female distance runners in marathon racing shoes versus track spikes. *Sports Med.* 2019;49(3):31–42.
31. Patoz A, Lussiana T, Breine B, Gindre C. The Nike Vaporfly 4%: a game changer to improve performance without biomechanical explanation yet. *Footwear Science.* 2022; 14(2):1–4.
32. Nigg BM, Cigoja, S, Nigg SR. Teeter-totter effect: A new mechanism to understand shoe-related improvements in long-distance running. *Br. J. Sports Med.* 2020;10:1–2.

## APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DECE<sub>x</sub> – CCFEx  
Escola de Educação Física do Exército  
(CMilEdcFis / 1922)**

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa denominada “AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA E METABÓLICA DE MILITARES DO EXÉRCITO BRASILEIRO UTILIZANDO DIFERENTES MODELOS DE COTURNO COM E SEM TRANSPORTE DE CARGA”, realizada no âmbito do Divisão de Pesquisa e Extensão/ Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) e que diz respeito a um projeto de iniciação científica.

**1. OBJETIVO:** nesta pesquisa pretendemos avaliar quais são as influências de diferentes tipos de coturnos na marcha humana com e sem a utilização da mochila. O motivo que nos leva a estudar esse assunto consiste em entender melhor os efeitos dos diferentes modelos de coturno na sobrecarga dos membros inferiores durante a caminhada e se os coturnos apresentam um comportamento diferenciado com e sem o uso da mochila.

**2. PROCEDIMENTOS:** Você foi selecionado (a) por apresentar pelo menos índice muito bom (MB) no teste de aptidão física (TAF) e não apresentar lesões musculoesqueléticas nos membros inferiores nos últimos 6 meses. Sua participação consiste em vir em um único dia ao laboratório de Biociências da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx). O uniforme a ser utilizado será o short de treinamento físico militar e coturno. O equipamento individual de combate será composto por uma mochila de média capacidade com 15 kg. Serão feitas dez aferições diferentes de caminhada nas condições descalço e com três modelos de coturno com e sem a mochila. Antes de iniciar os testes, será fixado com fita dupla face 16 marcadores reflexivos em suas articulações do membro inferior direito e esquerdo. Em cada situação de teste a caminhada será avaliada por 10 tentativas com um período prévio de familiarização ao protocolo experimental e você será solicitado a caminhar em uma velocidade 5km/h por uma pista de 10m com duas plataformas de força no centro.

**3. POTENCIAIS RISCOS E BENEFÍCIOS:** Toda pesquisa oferece algum tipo de risco. Nesta pesquisa, o risco pode ser avaliado como baixo, isto é, você pode apresentar dor muscular mínima tardia nos testes de caminhada da esteira e salto vertical. Objetivando minimizar esses riscos, você tem a possibilidade realizar um período de descanso entre cada avaliação. Por outro lado, são esperados os seguintes benefícios da sua participação na pesquisa: melhorar a caracterização do coturno usado por militares do Exército Brasileiro o que propiciará que o militar escolha o calçado mais confortável e que reduza os riscos de lesão.

**4. GARANTIA DE SIGILO:** os dados da pesquisa serão publicados/divulgados em livros e revistas científicas. Asseguramos que a sua privacidade será respeitada e o seu nome ou qualquer informação que possa, de alguma forma, o(a) identificar, será mantida em sigilo. O(a)

pesquisador(a) responsável se compromete a manter os dados da pesquisa em arquivo, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

**5. LIBERDADE DE RECUSA:** a sua participação neste estudo é voluntária e não é obrigatória. Você poderá se recusar a participar do estudo ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. Se desejar sair da pesquisa você não sofrerá qualquer prejuízo.

**6. CUSTOS, REMUNERAÇÃO E INDENIZAÇÃO:** a participação neste estudo não terá custos adicionais para você. Também não haverá qualquer tipo de pagamento devido a sua participação no estudo. Fica garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, nos termos da Lei. Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelo procedimento deste estudo, você terá direito a tratamento médico na instituição, bem como a indenizações legalmente estabelecidas

**7. ESCLARECIMENTOS ADICIONAIS, CRÍTICAS, SUGESTÕES E RECLAMAÇÕES:** você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com a pesquisadora. Caso você concorde em participar, as páginas serão rubricadas e a última página será assinada por você e pela pesquisadora. A pesquisadora garante a você livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências. Você poderá ter acesso a pesquisadora Adriane Mara de Souza Muniz pelo telefone 21 2586-2249 ou pelo e-mail: [adriane\\_muniz@yahoo.com.br](mailto:adriane_muniz@yahoo.com.br). Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Colégio Pedro II (CEP/CPII), situado no Endereço: Campo de São Cristóvão nº 177, prédio da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura (PROPGPEC), sala 202-B – São Cristóvão – Rio de Janeiro, CEP 29921-903, pelo telefone: 21 3891-0020 ou pelo e-mail: [cep@cp2.g12.br](mailto:cep@cp2.g12.br)

### CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_ li e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do(a) participante	Data: ___/___/___
-------------------------------	-------------------

Eu, \_\_\_\_\_ obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do(a) participante da pesquisa.

Assinatura do(a) pesquisador(a)	Data: ___/___/___
---------------------------------	-------------------

## APÊNDICE 2



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
**MINISTÉRIO DA DEFESA**  
**EXÉRCITO BRASILEIRO**  
**DECEx – CCFEx**  
**Escola de Educação Física do Exército**  
**(CMilEdcFis / 1922)**

### **TERMO DE CESSÃO DE DIREITOS SOBRE TRABALHO CIENTÍFICO**

Título do trabalho científico:

**AVALIAÇÃO DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO DURANTE A MARCHA DE UM  
PROTÓTIPO DE COTURNO COM SOLADO DE FIBRA DE CARBONO**

Nome completo do autor:

Daniel de Paiva Brandão

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, 22 de novembro de 2022.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Daniel de Paiva Brandão', is positioned above a horizontal line.

Daniel de Paiva Brandão – 1º Ten Inf

## APÊNDICE 3



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DECEx – CCFEx  
Escola de Educação Física do Exército  
(CMilEdcFis / 1922)**

**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/](http://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:

**AVALIAÇÃO DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO DURANTE A MARCHA DE UM  
PROTÓTIPO DE COTURNO COM SOLADO DE FIBRA DE CARBONO**

Nome completo do autor:

Daniel de Paiva Brandão

Idt: 020291677-1 MD-EB CPF:134.877.847-42 email: dpbrandao61@gmail.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:

Adriane Mara de Souza Muniz – Profª Drª

Idt: 3.048.446-4 SSP/SC CPF: 023.470.389-07 email: adriane\_muniz@yahoo.com.br

Membro da banca:

Adriane Mara de Souza Muniz – Profª Drª

Membro da banca:

Claudia de Mello Meirelles – Profª Drª

Membro da banca:

Miriam Raquel Meira Mainenti – Profª Drª

Data de apresentação: 21 / 11 / 2022

Titulação: Bacharel em Educação Física

Área de conhecimento: Educação Física

Palavras-chave (até seis): análise da marcha, coturno com placa de carbono, força de reação do solo, impulso

Rio de Janeiro, 22 de novembro de 2022.



---

Daniel de Paiva Brandão – 1º Ten Inf

## ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



COLÉGIO PEDRO II



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação biomecânica e metabólica de militares do Exército Brasileiro utilizando diferentes modelos de coturno com e sem transporte de carga.

**Pesquisador:** Adriane Mara de Souza Muniz

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 09674319.1.0000.9047

**Instituição Proponente:** Escola de Educação Física do Exército

**Patrocinador Principal:** Diretoria de Pesquisa e Estudo de Pessoal / Exército Brasileiro

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.396.072

#### Apresentação do Projeto:

**Título:** Avaliação biomecânica e metabólica de militares do Exército Brasileiro utilizando diferentes modelos de coturno com e sem transporte de carga.

**Pesquisador:** Adriane Mara de Souza Muniz

**CAAE:** 09674319.1.0000.9047

#### APRESENTAÇÃO DO PROJETO:

As informações colocadas nos campos denominados "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do documento intitulado "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1261824.pdf" (submetido na Plataforma Brasil em 07/05/2019).

#### INTRODUÇÃO:

O coturno militar é o calçado obrigatório nas mais diversas atividades militares. Este calçado é utilizado na prática do treinamento físico militar, em formaturas, serviço de escala, quando o

**Endereço:** Campo de São Cristóvão 177

**Bairro:** São Cristóvão

**CEP:** 20.921-903

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3891-0020

**E-mail:** cep@cp2.g12.br



COLÉGIO PEDRO II



Continuação do Parecer: 3.396.072

militar permanece uniformizado durante 24h. É empregado ainda na execução de marchas para o combate, em distâncias que podem variar de 8km até 32 km, transportando material de dotação individual (1). É amplamente reconhecida a associação entre atividade militar e a ocorrência de lesões musculoesqueléticas nos membros inferiores (2). O número de militares que se lesionam durante os treinamentos varia de 6 a 12 em cada 100 soldados por mês, no período de formação básica, chegando a atingir 35 a cada 100 militares em um mês, na preparação de tropas especiais norte americanas (3). Diversos estudos apontam para lesões em militares como fratura por estresse (fadiga do tecido ósseo) dos metatarsos, tibia, e fêmur, além de síndrome patelo femoral, periostite e tendinite do tendão calcâneo (4–6) observaram a ocorrência de 8,5% de fratura por estresse após oito semanas de treinamento militar em recrutas do gênero feminino. Outro estudo identificou 31% de fraturas por estresse em recrutas do exército israelense (7). Tais lesões são associadas ao excesso de treinamento em curto prazo, bem como ao emprego de um calçado inadequado para as atividades de marcha e corrida (4). A utilização de um calçado inadequado está diretamente relacionada à incidência de lesões em membros inferiores, vista sua importante função de absorção do choque mecânico, poupando ossos e articulações (4,8). Arndt et al., (4) sugeriu que a fisiopatologia da fratura por estresse em militares pode decorrer da fadiga associada à grande carga de pressão plantar. As ondas de choque durante a fase de impacto da marcha são relacionadas às lesões de efeito cumulativo, causando desgastes e lacerações dos tecidos ósseo e articular, principalmente se associado à fadiga muscular (9). Desta forma, o calçado torna-se um importante meio de proteção do aparelho locomotor, tendo como principais funções a absorção do choque mecânico e estabilização articular (8). Entretanto, seu uso inadequado pode causar lesões, por interferir em mecanismos de regulação e controle da marcha, gerando dores e cansaço muscular (10). Windle et al., (11) estudaram os efeitos de quatro tipos diferentes de palmilhas em recrutas da Marinha Britânica e verificaram que estas reduzem o impacto durante a marcha. Hinz et al., (12) observaram redução no impacto decorrente do uso de coturnos militares que utilizaram palmilhas de Neoprene. Militares das Forças Armadas Brasileiras utilizam coturnos oferecidos por suas cadeias de suprimento, confeccionados com solado de borracha do tipo SBR (butadieno estireno). Porém, existe a opção de que o militar compre e use coturnos com solado de PU (poliuretano) de outros fornecedores. No Brasil, poucos foram os estudos voltados para a análise da marcha envolvendo calçados militares. Torres et al., (13) avaliaram a absorção de impacto do tênis e do coturno fornecidos pela cadeia de suprimento do Exército Brasileiro (EB) em 20 recrutas e não encontraram diferença significativa da capacidade de absorção de impacto entre os dois calçados, tendo sido ambos efetivos quando comparados com a marcha descalça. Muniz e Bini

**Endereço:** Campo de São Cristóvão 177

**Bairro:** São Cristóvão

**CEP:** 20.921-903

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3891-0020

**E-mail:** cep@cp2.g12.br



COLÉGIO PEDRO II



Continuação do Parecer: 3.396.072

(14) avaliaram a forças de reação no solo (FRS) e a percepção de conforto em 20 recrutas do EB utilizando três coturnos diferentes, sendo dois deles com o solado de borracha SBR fornecidos pela cadeia de suprimento do EB, e um com o solado de PU, vendido comercialmente e amplamente utilizado por militares. Este estudo mostrou que os coturnos com solado de SBR eram melhores na absorção de impacto, enquanto o coturno com solado de PU era mais confortável na percepção dos recrutas. Entretanto, no estudo de (14) apenas a força de reação do solo foi medida, faltando a avaliação dinâmica da marcha com variáveis que ampliassem a compreensão da sobrecarga musculoesquelética com o uso do coturno. Além disso, militares utilizam coturno com cargas pesadas de mochilas, armamento e mantimentos. O efeito do carregamento de mochila nos parâmetros de força de reação do solo tem sido examinado na literatura (15,16). Porém pouca atenção foi dada à demanda do coturno em reduzir impacto com a utilização de carga. HIPÓTESE:

A hipótese do estudo é que o coturno oferecido pelo EB apresente melhor capacidade de absorção de impacto, porém maior gasto metabólico durante a marcha e maior percepção de desconforto entre os usuários.

#### METODOLOGIA PROPOSTA:

Esse item será apresentado separadamente para cada abordagem. 1) Modelagem e a análise dinâmica inversa do sistema musculoesquelético durante a marcha com diferentes modelos de coturno com e sem carga. A amostra será formada por 60 militares homens com idade entre 18 e 32 anos sem lesão musculoesquelética. A marcha dos participantes será avaliada em apenas um dia de coleta nas situações com e sem carga em quatro modalidades: 1) descalço, 2) com o coturno oferecido pela cadeia de suprimentos com solado de SBR e outros dois coturnos comercialmente adquirido por militares de poliuretano (3 - Atalaia e 4 - Calfesa). Os sinais de força de reação do solo (FRS) e cinemáticos serão coletados durante a marcha por dez tentativas válidas. A FRS será coletada através de duas plataformas de força (Bertec, EUA). As trajetórias dos marcadores serão capturadas por quatro câmeras infravermelhas (Qualysis Pro-reflex, Suíça), com frequência de amostragem de 200 Hz. A velocidade da marcha será controlada em todas as tentativas de teste através de dois sensores de fotocélulas (Alge, Espanha). O protocolo de marcadores utilizados para a marcha será o Helen Heyes. Será solicitado ao sujeitos caminharem em uma pista de marcha de 10m em velocidade controlada de  $5 \pm 0,5$  km/h. 2) Avaliação

**Endereço:** Campo de São Cristóvão 177

**Bairro:** São Cristóvão

**CEP:** 20.921-903

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3891-0020

**E-mail:** cep@cp2.g12.br



COLÉGIO PEDRO II



Continuação do Parecer: 3.396.072

biomecânica, percepção subjetiva do conforto calçado e do esforço físico e alterações fisiológicas durante a marcha operacional de 4km em esteira com diferentes modelos de coturno. Neste estudo serão avaliados 30 militares voluntários do sexo masculino com idade entre 18 e 32 anos. Os critérios de inclusão serão: índice mínimo "muito bom" no último teste de aptidão física. Serão excluídos do estudo os militares com lesão musculoesquelética no membro inferior. Os voluntários serão avaliados em quatro dias com intervalo de 3 dias entre os testes. No primeiro dia, será realizado o teste de salto vertical e drop jump, além do teste de consumo de O<sub>2</sub> máximo (VO<sub>2</sub> máx) (VO<sub>2000</sub>, Embramed, Brasil). Após 15 min de repouso, serão fixados sete sensores inerciais (Noraxon, EUA) na pelve e nos membros inferiores dos participantes para obtenção das medidas angulares do membro inferior durante o drop jump, seguindo por mais 15 min de repouso para avaliar o VO<sub>2</sub> máx. Entre a segunda e a quarta visita, os participantes caminharão na esteira com um modelo de coturno distinto cada dia: coturno oferecido pela cadeia de suprimentos com solado de SBR e outros dois coturnos comercialmente adquirido por militares de poliuretano (Atalaia e Calfesa). A ordem entre coturnos será aleatória. Os testes serão realizados em uma esteira ergométrica, sobre a qual os participantes caminharão por 4km, com equipamento utilizado nas marcha operacional (21), a uma velocidade constante de 5km/h. Em cada dia de teste, os participantes realizarão o teste de salto vertical (CMJ e SJ) seguido pelo dropjump como realizado no primeiro dia de teste antes e após a realização da marcha na esteira. Durante a marcha serão coletados dados de acelerometria da tíbia (Sparkfun, EUA), ângulos articulares, frequência cardíaca (Polar, Finlândia) e consumo energético. A cada 5 minutos serão controladas a frequência cardíaca (FC) (Polar, Finlândia) e a percepção subjetiva do esforço (PSE) do sujeito por meio da Escala de Borg modificada. A FC média será calculada considerando os nove registros ao longo dos 45 minutos. O dado de PSE extraído para análise será o mais alto durante a marcha. Para avaliação subjetiva do conforto do calçado será solicitado aos participantes que apontem uma nota de 1 a 10 para duas escalas de conforto ao final da marcha de 4km com cada coturno. Será utilizada uma escala analógica visual de 100mm e uma escala do calce para avaliar o conforto dos coturnos.

#### CRITÉRIO DE INCLUSÃO:

Em ambas as abordagens serão avaliados militares com idade entre 18 e 32 anos do sexo masculino. Os participantes deverão ter índice mínimo "MB" no último teste de aptidão física

**Endereço:** Campo de São Cristóvão 177

**Bairro:** São Cristóvão

**CEP:** 20.921-903

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3891-0020

**E-mail:** cep@cp2.g12.br



COLÉGIO PEDRO II



Continuação do Parecer: 3.396.072

aplicado quadrimestralmente, correspondente à menção "Muito bom".

#### CRITÉRIO DE EXCLUSÃO:

Serão excluídos do estudo participantes que apresentarem qualquer lesão musculoesquelética nos membros inferiores nos últimos seis meses, e aqueles que apresentarem problemas reumatológicos, respiratórios e que estivessem fazendo uso de medicamentos cujos efeitos colaterais possam alterar a dinâmica da marcha.

#### Objetivo da Pesquisa:

Segundo a pesquisadora, o objetivo Primário: do presente projeto visa avaliar quantitativamente a capacidade de absorção de impacto, a percepção subjetiva de conforto e de esforço físico e alterações fisiológicas durante a marcha com diferentes modelos de coturnos utilizados por militares do Exército Brasileiro. O estudo utilizará dados dinâmicos de marcha com e sem carga (mochila) em um teste de marcha, além de dados cinemáticos, percepção subjetiva de conforto e esforço, e frequência cardíaca, gasto energético e potência de salto vertical em uma marcha equipada de 4km realizada em esteira. Objetivo Secundário: 1) Realizar uma análise cinética e cinemática da marcha com diferentes modelos de coturno, com e sem carga, no intuito de avaliar a absorção do impacto e alterações cinemáticas do coturno;2) Avaliar o impacto durante a marcha operacional de 4km em esteira usando acelerômetros na tíbia e no calçado, e medindo angulações do membro inferior através de sensores inerciais;3) Avaliar a percepção subjetiva do conforto e do esforço físico durante a marcha operacional em esteira com diferentes modelos de coturnos;4) Avaliar a frequência cardíaca e o gasto energético em esteira com diferentes modelos de coturnos;5) Avaliar a potência do salto vertical e o ângulo de valgo dinâmico no dropjump antes e após a marcha operacional de 4km em esteira com diferentes modelos de coturnos.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo a pesquisadora, Os riscos associados às avaliações podem incluir dor muscular mínima tardia nos testes de marcha que será minimizado por um período de descanso entre cada avaliação, além de cansaço físico após o teste de consumo de oxigênio máximo. Benefícios: À

**Endereço:** Campo de São Cristóvão 177

**Bairro:** São Cristóvão

**CEP:** 20.921-903

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3891-0020

**E-mail:** cep@cp2.g12.br



COLÉGIO PEDRO II



Continuação do Parecer: 3.396.072

medida que se caracteriza melhor os coturnos utilizados por militares do Exército Brasileiro, os participantes se beneficiarão com a possibilidade da indústria de calçados produzir coturnos mais adequados que minimizem o risco de lesão musculoesquelética durante a atividade militar, além de ter mais conhecimento para facilitar a escolha do melhor calçado que apenas o critério subjetivo da percepção de conforto.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de uma resposta ao parecer CEP no 3.267.670, datado de 16 de abril de 2019.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Conferir item "Conclusões ou Pendências e Listas de Inadequações".

**Recomendações:**

Conferir item "Conclusões ou Pendências e Listas de Inadequações".

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

1. Quanto à Folha de Rosto (arquivo intitulado "folhaDeRostoAssinada\_CmteEsEFEx" postado em XX/XX/XXXX):

1.1 PENDÊNCIA: Quanto à Folha de Rosto, solicita-se a identificação com matrícula do diretor;

RESPOSTA: A folha de rosto foi assinada novamente pelo Comandante da EsEFEx que adicionou seu código pessoal (CP), já que militares não tem matrícula SIAPE e usam o CP como matrícula na Instituição. Comandantes de Unidades Militares também não utilizam carimbo em suas funções, assim como é feito em Instituições Civis, por isso a folha não foi carimbada.

ANÁLISE: Pendência atendida

**Endereço:** Campo de São Cristóvão 177

**Bairro:** São Cristóvão

**CEP:** 20.921-903

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3891-0020

**E-mail:** cep@cp2.g12.br



COLÉGIO PEDRO II



Continuação do Parecer: 3.396.072

2. Quanto ao(s) Termo(s) de Consentimento Livre e Esclarecido para maiores de idade/para responsável por menor de idade (arquivo intitulado " TCLE\_novo\_CP II XXXX" postado em XX/XX/XXXX"):

2.1 PENDÊNCIA: . Quanto aos registros de consentimento livre e esclarecido solicita-se a correção no texto voltado para o segundo grupo de pesquisa. Há um trecho em primeira pessoa ao invés da terceira, conforme grifado abaixo: "Nesse mesmo dia, seu consumo de oxigênio máximo será avaliado através do teste ergoespirométrico (análise da troca gasosa) realizado em esteira. Nesse teste irei correr sobre uma esteira em intensidade progressivamente crescente até atingir o meu máximo de cansaço. O exercício somente será interrompido antes do meu cansaço máximo caso os avaliadores identifique alguma alteração que justifique a interrupção precoce, assim como também será interrompido a qualquer momento no caso da minha solicitação".

RESPOSTA: Os termos em primeira pessoa foram trocados para terceira, conforme destacado em vermelho no TCLE (pag 3, item 2. Procedimentos).

ANÁLISE: Pendência atendida.

3. Quanto à declaração de anuência da instituição coparticipante (arquivo intitulado "carta\_anuencia" postado em XX/XX/XXXX"):

3.1. Pendência: Quanto à Carta de Anuência da instituição participante, solicita-se a identificação (matricula) do responsável institucional

Resposta: Assim como respondido no item 1, a Carta de Anuência foi assinada novamente a identificação do Código Pessoal (CP) do Comandante da EsEFEx.

ANÁLISE: Pendência atendida.

4. Quanto ao(s) Termo(s) de Consentimento Livre e Esclarecido para maiores de idade/para responsável por menor de idade (arquivo intitulado " TCLE\_novo\_CP II XXXX" postado em

**Endereço:** Campo de São Cristóvão 177

**Bairro:** São Cristóvão

**CEP:** 20.921-903

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3891-0020

**E-mail:** cep@cp2.g12.br



COLÉGIO PEDRO II



Continuação do Parecer: 3.396.072

XX/XX/XXXX");

4.1 Pendência: Em relação ao TCLE para o segundo grupo de participantes, observa-se erros de digitação, que necessitam ser corrigidos. Recomenda-se uma revisão conforme as normas gramaticais de português, em todos os documentos, especialmente no Registro de Consentimento Livre e Esclarecido e/ou do Assentimento Livre e Esclarecido.

Resposta: Todos os documentos foram revisados e as alterações realizadas no TCLE estão marcadas em vermelho.

ANÁLISE: Pendência atendida.

#### **Considerações Finais a critério do CEP:**

1. De acordo com o item X.1.3.b, da Resolução CNS n. 466/12, o pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais - a contar da data de aprovação do protocolo - que permitam ao Cep acompanhar o desenvolvimento dos projetos.

Esses relatórios devem ser assinados pelo pesquisador responsável e conter as informações detalhadas - naqueles itens aplicáveis - nos moldes do relatório final contido no Ofício Circular n. 062/2011: <[http://conselho.saude.gov.br/web\\_comissoes/conep/aquivos/conep/relatorio\\_final\\_encerramento.pdf](http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/aquivos/conep/relatorio_final_encerramento.pdf)>, bem como deve haver menção ao período a que se referem. As informações contidas no relatório devem ater-se ao período correspondente e não a todo o período da pesquisa até aquele momento. Para cada relatório, deve haver uma notificação separada. A submissão deve ser como Notificação (consultar pág. 69 no arquivo intitulado "1 - Manual Pesquisador - Versão 3.2, disponível no endereço <http://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>. Anexar em arquivo com recurso "copiar e colar".

2. Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas de forma clara e sucinta, identificando-se, por cor, negrito ou sublinhado, a parte do documento a ser modificada, isto é, além de apresentar o resumo das

**Endereço:** Campo de São Cristóvão 177

**Bairro:** São Cristóvão

**CEP:** 20.921-903

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3891-0020

**E-mail:** cep@cp2.g12.br



Continuação do Parecer: 3.396.072

alterações, juntamente com a justificativa, é necessário destacá-las no decorrer do texto (item 2.2.1.H.1, da Norma Operacional CNS nº 001 de 2013)

3. O Cep lembra que o pesquisador deve ainda (1) encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto (Res. CNS 466/12 item XI.g); (2) divulgar os resultados para os participantes da pesquisa e para as instituições onde os dados foram obtidos (Norma Operacional nº 001/2013 item 3.4.14); (3) anexar os resultados da pesquisa na Plataforma Brasil, garantindo o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais (Norma Operacional nº 001/2013 item 3.3.c) e (4) comunicar às autoridades competentes, bem como aos órgãos legitimados pelo Controle Social, dos resultados e/ou dos achados da pesquisa, sempre que esses puderem contribuir para a melhoria das condições de vida da coletividade, preservando, porém, a imagem e assegurando que os participantes da pesquisa não sejam estigmatizados (Res. CNS 466/2012 item III.1.m). Essas providências devem ser tomadas no prazo máximo de seis meses, contados a partir da data da emissão deste parecer.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1261824.pdf	07/05/2019 12:12:27		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	resposta_pendencias.pdf	07/05/2019 12:10:57	Adriane Mara de Souza Muniz	Aceito
Outros	confidencialidade.pdf	07/05/2019 12:09:29	Adriane Mara de Souza Muniz	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	carta_anuencia.pdf	07/05/2019 12:06:12	Adriane Mara de Souza Muniz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	07/05/2019 12:03:20	Adriane Mara de Souza Muniz	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_revisado.docx	07/05/2019 11:41:20	Adriane Mara de Souza Muniz	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_assinada.pdf	07/05/2019 11:40:27	Adriane Mara de Souza Muniz	Aceito
Cronograma	Cronograma_curriculo_lattes2.pdf	15/03/2019 11:16:44	Adriane Mara de Souza Muniz	Aceito

**Endereço:** Campo de São Cristóvão 177**Bairro:** São Cristóvão**CEP:** 20.921-903**UF:** RJ**Município:** RIO DE JANEIRO**Telefone:** (21)3891-0020**E-mail:** cep@cp2.g12.br



COLÉGIO PEDRO II



Continuação do Parecer: 3.396.072

Outros	Instrumentos_coleta.docx	15/03/2019 10:59:51	Adriane Mara de Souza Muniz	Aceito
Orçamento	orcamento2.pdf	15/03/2019 10:47:33	Adriane Mara de Souza Muniz	Aceito
Outros	CurriculoLattesAdriane.pdf	14/03/2019 14:43:15	Adriane Mara de Souza Muniz	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 17 de Junho de 2019

---

**Assinado por:**  
**ROGERIO MENDES DE LIMA**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Campo de São Cristóvão 177

**Bairro:** São Cristóvão

**CEP:** 20.921-903

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)3891-0020

**E-mail:** cep@cp2.g12.br

## ANEXO 2



### MINISTÉRIO DA DEFESA EXÉRCITO BRASILEIRO

DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO (DACED/1980)  
DIRETORIA DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL DO EXÉRCITO (DPHCEx)

#### TERMO DE AUTORIZAÇÃO BDEX

Eu, Daniel de Paiva Brandão, portador (a) do documento da identidade número 020291677-1, e do CPF 134877847-42, na qualidade de titular dos direitos morais e patrimoniais de autor que recaem sobre minha obra AVALIAÇÃO DA FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO DURANTE A MARCHA DE UM PROTÓTIPO DE COTURNO COM SOLADO DE FIBRA DE CARBONO, autorizo a Diretoria do Patrimônio Histórico e Cultural do Exército (DPHCEx), a partir desta data, a armazená-la em sua Biblioteca Digital (BDEX), colocá-la ao alcance do público por meios eletrônicos, em particular mediante acesso on-line pela rede mundial de computadores, permitir a quem ela tiver acesso que a reproduza, desde que seja citada a fonte. Fica proibida a reprodução para fins comerciais, bem como qualquer alteração no conteúdo da obra.

Rio de Janeiro, 22 de novembro de 2022.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Daniel de Paiva Brandão', written over a horizontal line.

Daniel de Paiva Brandão – 1º Ten Inf