

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: Douglas Silva **Sizenando**, 1º Tenente

ORIENTADOR: Adriane Mara de Souza Muniz, Prof<sup>ª</sup>Dr<sup>ª</sup>

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DURANTE A MARCHA COM DOIS MODELOS  
DE COTURNOS COM E SEM CARGA

2018

ALUNO: Douglas Silva **Sizenando**, 1º Tenente

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DURANTE A MARCHA COM DOIS MODELOS  
DE COTURNOS COM E SEM CARGA

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

Orientadora: Adriane Mara de Souza Muniz, Prof<sup>a</sup>  
Dr<sup>a</sup>

Rio de Janeiro - RJ  
2018

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: Douglas Silva **Sizenando**, 1º Tenente

TÍTULO:

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DURANTE A MARCHA COM DOIS MODELOS  
DE COTURNOS COM E SEM CARGA

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018

Banca de Avaliação

---

Avaliador

---

Avaliador

---

Avaliador

SIZENANDO, Douglas Silva. Avaliação do impacto durante a marcha com dois modelos de coturnos com e sem carga. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física). Escola de Educação Física do Exército. Rio de Janeiro – RJ, 2018.

## RESUMO

A capacidade de absorção de impacto dos coturnos está associada a grande incidência de lesões musculoesqueléticas em militares. Este estudo teve como objetivo comparar o impacto durante a marcha em diferentes modelos de coturno com e sem carga. Vinte e oito militares com idade de  $27,6(\pm 2,8)$  anos, altura de  $1,74(\pm 0,07)$  metros e massa corporal de  $78,0 (\pm 7,58)$  kg participaram do estudo. Os sujeitos caminharam sobre uma pista de madeira com plataformas de força (Bertec, USA) embutidas no centro. Foram realizados testes de marcha descalço, com um coturno do Exército Brasileiro (CEB) e com um coturno Atalaia (CAT) com e sem carga (mochila fornecida pela cadeia de suprimento pesando 15kg). Os sujeitos caminharam em velocidade controlada  $5(\pm 0,5)$  km/h (Alge, Espanha). Não foi encontrado diferença significativa no primeiro pico de força e no segundo pico de força quanto ao fator calçado. Nas situações de marcha com carga, o primeiro pico de força (PPF) e o segundo pico de força (SPF) foram maiores quando comparados a marcha sem mochila ( $p < 0,0001$ , ambos). Não houve diferença estatística nas variáveis taxa de aceitação do peso média (TAP\_M), taxa de aceitação do peso máxima (TAP\_Máx) e porcentagem do impulso acima de 30Hz ( $\% > 30\text{Hz}$ ) quanto ao fator calçado, apenas no fator carga. O CAT teve menor valor para a TAP\_M ( $p < 0,0001$ ), entretanto o CEB obteve valores menores para as variáveis TAP\_Máx ( $p < 0,0155$ ) e  $\% > 30\text{Hz}$  ( $p < 0,0001$ ). Esses resultados sugerem que a marcha com carga gera mais impacto no sistema musculoesquelético e exige um maior gasto energético do corpo em relação a marcha sem carga. Além disso, foi evidenciado que o CEB tem maior capacidade de absorver impacto quando comparado ao CAT.

**Palavras-chave:** coturno, impacto, força de reação do solo, marcha com carga

SIZENANDO, Douglas Silva. Impact evaluation during gait using two military boots models with and without load carriage. Completion of course work (Graduation in Physical Education). Army Physical Education School. Rio de Janeiro – RJ, 2018.

### **ABSTRACT**

The high impact during gait wearing military boots is related to the great musculoskeletal injuries incidence in military. The goal of this study was to compare the ground reaction forces (GRF) during gait in different military boots with and without load carriage. Twenty-eight male military volunteers aged 27, 6( $\pm$  2,8) years, height of 1,74( $\pm$  0.07) meters, body mass of 78,0( $\pm$ 7) kg. Subjects performed gait on a wooden track with force plates (Berotec, USA) embedded in the center. The test was carried out under barefoot condition, with a military boot of Brazilian Army (CEB) and with a military boot commercially acquired (CAT) in gait situations with and without a backpack 15 kg weight. The gait speed of 5 ( $\pm$  0,5) km / h was controlled by two photocells sensors. (Alge, Spain). No significant difference was found in the first and second peaks force between military shoes. However, both variables were higher in load conditions ( $p < 0.0001$ ). There was no statistically significant difference between the average vertical load rate (AVLR), maximum vertical load rate (MVLR) and impulse percentage above 30Hz ( $\% > 30\text{Hz}$ ) in load condition. CAT had a lower AVLR ( $p < 0.0001$ ), however, CEB obtained lower values of MVLR ( $p < 0.0155$ ) and  $\% > 30\text{Hz}$  ( $p < 0.0001$ ). These results suggest that gait with load carriage present musculoskeletal overload and requires a greater energetic expenditure of the body. In addition, it was evidenced that CEB has greater capacity to absorb impact during gait when compared to CAT.

**Key-words:** military boot, gait impact, ground reaction forces, load carriage

# 1 INTRODUÇÃO

O conceito de marcha humana consiste em um processo de locomoção caracterizado pelo deslocamento rítmico das partes do corpo<sup>1</sup>. Esta ação está presente tanto nas atividades cotidianas quanto laborais, como na atividade militar<sup>2</sup>. Entre as peculiaridades da profissão, estão diversas tarefas que envolvem a caminhada com o coturno, dentre as quais estão o serviço de escala, onde o militar deve permanecer uniformizado e calçado durante um período de 24h, bem como os treinamentos físicos de corrida utilizando o coturno e marchas que vão de 8 km até 32 km transportando material de dotação individual<sup>3</sup>.

Devido à exigência física dessas atividades, existe uma grande incidência de lesões musculoesqueléticas nos membros inferiores em militares, que ocasionam prejuízo não só para o indivíduo, mas também para a força<sup>4</sup>. Diversos estudos apontam para lesões em recrutas como fratura por estresse dos metatarsos, tibia, e fêmur, além de síndrome patelofemoral, periostite e tendinite do tendão calcâneo<sup>5,6</sup>. Um estudo em recrutas da Marinha Britânica mostrou que 16% dos recrutas tiveram alguma lesão nos membros inferiores após um treinamento de 30 semanas<sup>7</sup>. Outro estudo identificou 31% de fraturas por estresse em recrutas do Exército Israelense<sup>8</sup>.

A utilização de um calçado inadequado está diretamente relacionada à incidência de lesões em membros inferiores, visto que ele possui importante função de absorção do choque mecânico, poupando ossos e articulações e por isso estudos foram direcionados a identificar as causas e tentar encontrar soluções para esse problema<sup>5,9</sup>. Windle *et al.*<sup>10</sup> estudaram os efeitos de quatro tipos diferentes de palmilhas em recrutas da Marinha Britânica e verificaram que elas reduzem o impacto do movimento. Hinz *et al.*<sup>11</sup> observaram redução no impacto em coturno militares que utilizaram palmilhas de neoprene. No Brasil, poucos foram os estudos voltados para a análise da marcha envolvendo calçados militares. Torres *et al.*<sup>2</sup> 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 no impacto dos dois calçados, sendo que ambos foram efetivos na absorção de impacto quando comparados com a marcha descalço. Muniz e Bini<sup>12</sup> avaliaram a forças de reação no solo (FRS) e a percepção de conforto em 20 recrutas do EB utilizando três modelos de coturnos diferentes, sendo dois deles com o solado borracha de butadieno estireno (SBR) fornecidos pela cadeia de suprimento do EB e um com o solado de borracha de poliuretano (PU), vendido comercialmente e amplamente utilizado pelo militares. O resultado desse estudo foi 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.

Militares utilizam coturno associado com cargas pesadas como mochilas, armamento e mantimentos. Birrel *et al.*<sup>13</sup> avaliaram os efeitos do carregamento de mochila com pesos diferentes

sobre a força de reação do solo (FRS) durante a marcha, mas nenhum estudo foi encontrando avaliando o impacto durante a marcha com diferentes modelos de coturno utilizado por militares do EB carregando uma mochila operacional. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar o impacto durante a marcha em diferentes modelos de coturno com e sem carga. A hipótese do estudo é que o modelo de coturno SBR responda melhor absorvendo mais impacto com a utilização de mochila comparado ao modelo de PU.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Delineamento Experimental

A pesquisa foi de caráter descritiva com as comparações das condições (dois modelos de coturno) com e sem carga.

### 2.2 Amostra

Foram avaliados 28 militares voluntários do sexo masculino do Exército Brasileiro com idade de  $27,6(\pm 2,9)$  anos, altura de  $1,74(\pm 0,07)$  metros e massa corporal de  $78,0(\pm 7,6)$  kg. Todos eram militares de carreira com experiência em marchas com transporte de carga e utilização de calçados militares, tendo  $9,2(\pm 2,1)$  anos de tempo de serviço militar. Foram excluídos do estudo indivíduos que apresentarem qualquer lesão musculoesquelética no membro inferior nos últimos seis meses, além de indivíduos com doenças neurológicas que interfiram na marcha.

Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes de iniciarem os experimentos (Anexo 1).

### 2.3 Procedimentos Experimentais

Os sujeitos foram avaliados em apenas um dia de coleta. Inicialmente passaram por uma entrevista para verificar os critérios de exclusão da amostra, além de coleta das características antropométricas como peso e altura. A marcha foi avaliada descalço, com um coturno oferecido pela cadeia de suprimentos do EB (CEB) com solado de borracha de SBR e peso de 561g e outro coturno comercialmente adquirido por militares (CAT), que possui solado de PU e pesa 380g (Figura 1). Os coturnos foram enviados para o Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos (IBTeC) para serem avaliados. Os sujeitos foram avaliados com os calçados nas situações com carga e sem carga. A mochila de combate utilizada no teste foi a mesma fornecida pela cadeia de suprimento do Exército Brasileiro para os militares (Figura 2). Para atingir o peso de 15kg, foram colocadas garrafas com areia que somavam com a mochila a carga total necessária. Todos os sujeitos utilizaram a mesma mochila durante os experimentos. A ordem da coleta com carga/ sem carga e descalço/coturnos foi aleatória para cada sujeito. Antes de iniciar a coleta de marcha, os sujeitos passaram por uma familiarização a situação de teste caminhando com cada calçado com ou sem mochila por cinco tentativas. A FRS durante a marcha foi coletada em cada situação de teste por dez tentativas válidas utilizando duas plataformas de força (Bertec, EUA) embutidas em uma pista de madeira niveladas no plano horizontal. A tentativa válida foi considerada aquela em que cada pé tocou em uma plataforma de força (Figura 3). A velocidade da marcha foi controlada em todas as situações de teste através de dois sensores de fotocélulas (Alge,



Espanha), com todos os sujeitos caminhando a velocidade de  $5 (\pm 0.5)$  km/h. Em cada fase do teste, os sujeitos realizaram dez tentativas bem sucedidas.



Figura 1 – Coturnos utilizando na avaliação. A) CAT e B) CEB



Figura 2 – Mochila operacional utilizada durante o experimento



Figura 3 – Sujeitos realizando uma tentativa de marcha com carga e tocando nas plataformas de força embutidas na pista de madeira.

#### 2.4 Processamento dos Dados

Nesse estudo, somente o componente vertical da FRS foi analisado. O sinal foi filtrado com filtro passa-baixa *Butterworth* de 4ª ordem e frequência de corte de 100Hz e normalizado pelo peso corporal. Foram extraídos de cada sinal o primeiro pico de força (PPF), segundo pico de força (SPF), a taxa de aceitação do peso média (TAP\_M) (Figura 4), a taxa de aceitação instantânea máxima (TAP\_Max) e o impulso da FRS acima de 30 Hz. A taxa de aceitação do peso média foi calculada entre 20 – 80% do PPF e a taxa instantânea de aceitação do peso foi calculada para cada 0,001s e o valor máximo foi escolhido para representar a TAP\_Max.

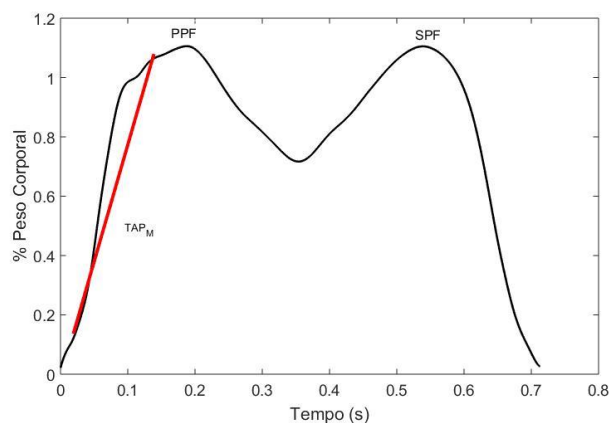


Figura 4 – Curva vertical de força de reação. PPF: primeiro pico de força, SPF: segundo pico de força e TAP\_M: taxa de aceitação do peso média

A variável porcentagem do impulso acima de 30Hz ( $\%>30\text{Hz}$ ) representa porcentagem da área da curva de FRS filtrada com passa altas de 30Hz (Figura 5B) em relação a situação descalço (Figura 5A). Assim, para cada tentativa de marcha, a área acima de 30Hz foi calculada e

porcentagem dessa área em relação a área acima de 30Hz da situação descalço foi determinada para cada coturno.

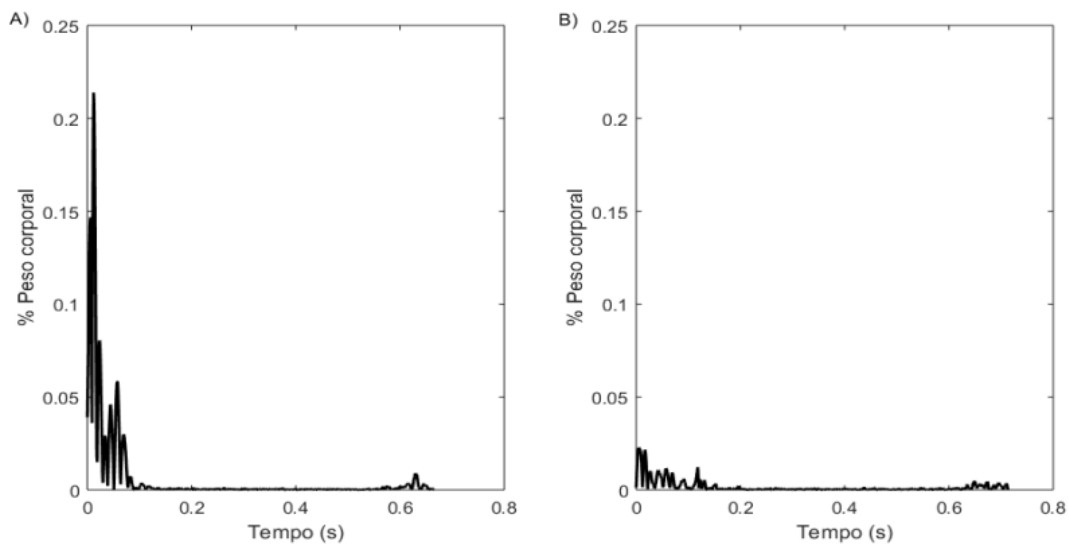


Figura 5 – Força de Reação do solo após o filtro passa altas de 30Hz (A) Descalço e (B) com coturno

Cada variável analisada representou a média de 10 tentativas válidas de cada situação de teste através de rotinas desenvolvidas no software Matlab7.0 (The Mathworks, EUA). Nesse estudo, as variáveis da FRS foram comparadas entre os dois coturnos nas situações de carga e sem carga.

## 2.5 Análise Estatística

Todas variáveis apresentaram aderência a distribuição normal testada através do teste de *Shapiro Wilk*. Cada variável foi comparada com uma ANOVA duas entradas sendo um fator calçado (CEB e CAT) e o outro fator a carga (com e sem carga). O teste *post hoc* utilizado foi o de Tukey. O nível de significância adotado foi de  $\alpha < 0,05$ . Os dados foram avaliados através do *software* SPSS (IBM Corp, EUA).

### 3 RESULTADOS

Não foi encontrada diferença significativa no fator calçado nas variáveis PPF ( $p=0,5229$ ) e SPF ( $p=0,6147$ ). Essas variáveis apresentaram diferença no fator carga ( $p<0,0001$ , ambos), o teste *post hoc* mostrou que as duas variáveis foram maiores na situação com carga comparada a situação sem carga (Figura 6). O PPF e o SPF também não foram diferentes no fator interação calçado x carga (PPF  $p=0,9121$ ; SPF  $p=0,6272$ ).

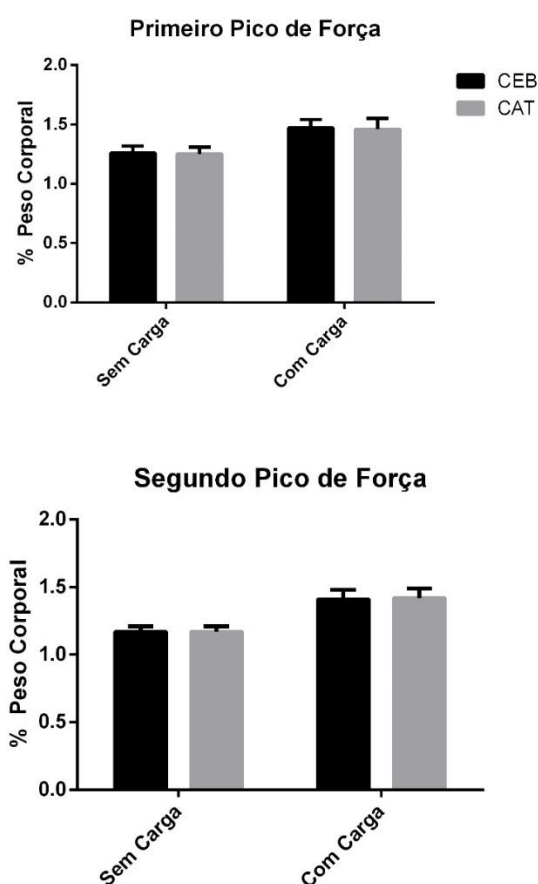


Figura 6 – Média e desvio padrão do primeiro pico de força e segundo pico de força com os dois coturnos nas situações com e sem carga

Houve diferença estatística quanto ao fator calçado em relação as variáveis TAP\_M ( $p<0,0001$ ) e TAP\_Max ( $p<0,0155$ ). O *post hoc* evidenciou maior valor TAP\_M para o CEB enquanto para a TAP\_Max, o maior valor encontrado foi para o CAT (Figura 7). Não houve diferença significativa no fator carga na variável TAP\_M ( $p<0,3269$ ) e também na variável TAP\_Max ( $p<0,1685$ ), bem como na interação carga x calçado (TAP\_M  $p=0,6215$  e TAP\_Max  $p=0,5142$ ).

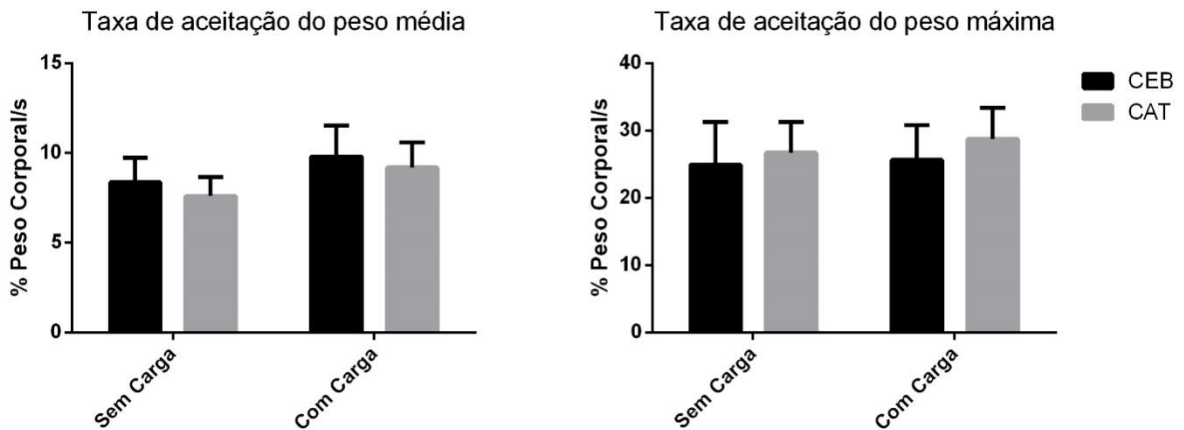


Figura 7—Média e Desvio Padrão da Taxa de aceitação do peso média e da Taxa de aceitação do peso instantânea máxima com dois coturnos na situação com carga e sem carga.

A porcentagem de redução do impulso acima de 30Hz foi significativa em relação ao fator calçado ( $p < 0,0001$ ). O teste *post hoc* mostrou que a porcentagem de impulso foi menor no CEB em relação ao CAT (Figura 8). Não foi encontrada diferença estatística nessa variável quanto aos fatores carga ( $p < 0,3269$ ) e interação entres calçado x carga ( $p < 0,6215$ ).

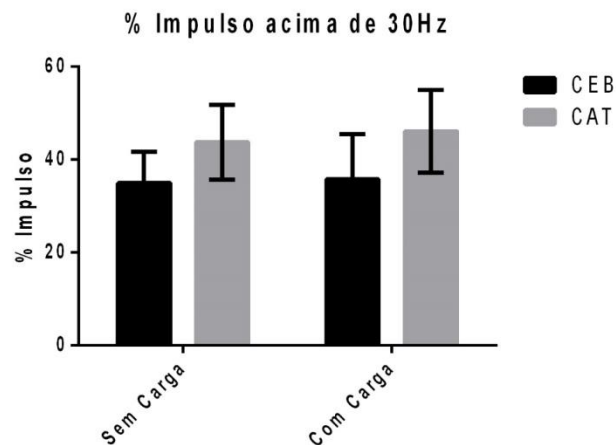


Figura 8 – Média e Desvio Padrão da porcentagem de impulso acima de 30Hz com os dois coturnos nas situações com carga e sem carga

## 4 DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi comparar as variáveis de impacto da FRS durante a marcha utilizando calçados militares com diferentes solados (CEB e CAT) com e sem carga. Os coturnos se diferem quanto as variáveis TAP\_M, TAP\_Max e %>30Hz, sendo as duas últimas variáveis menores no coturno CEB e a TAP\_M menor no CAT. Esses resultados apontam para melhor capacidade de absorção de carga do CEB comparado ao CAT. O uso da mochila alterou apenas as variáveis PPF e SPF, que apresentaram maiores valores com carga comparado a situação sem carga.

Os calçados não se diferenciaram entre si nas variáveis PPF e SPF, corroborando com os resultados encontrados por Muniz e Bini<sup>12</sup>. Outros estudos comparando modelos de tênis e calçados militares também não encontraram diferença estatística no PPF, permitindo afirmar que a utilização de um calçado diferente não influencia nessa variável<sup>2,14</sup>. Entretanto, houve aumento significativo do PPF nas situações de marcha com mochila em relação a marcha sem carga. Similar a esses resultados, Castro *et al.*<sup>15</sup> e Birrel *et al.*<sup>13</sup> também encontraram aumento global dos componentes verticais da FRS diretamente proporcionais ao aumento da carga em estudos que compararam a marcha com mochilas de diferentes valores de carga. O aumento do PPF está relacionado ao aumento do peso da mochila, gerando maior sobrecarga no sistema musculoesquelético. Barela *et al.*<sup>16</sup> avaliando a marcha com cinto em suspensão em diferentes valores de descarga do peso corporal, observaram modificação nos valores das FRS mesmo em velocidades de marcha similares. Esses autores<sup>16</sup> sugerem que a redução do PPF diminui a necessidade de gerar força no sistema musculoesquelético para absorver impacto. Desta forma, sugere-se que a marcha com carga, independentemente do tipo de calçado, gera sobrecarga adicional do sistema musculoesquelético para absorver maiores forças de impacto.

Assim como o PPF, o SPF foi maior nas situações de marcha com mochila. Esses resultados corroboram com os resultados encontrados por Birrel *et al.*<sup>13</sup>, Castro *et al.*<sup>15</sup> e Tilbury-Davis e Hooper.<sup>17</sup> O aumento desta variável está relacionado ao aumento da força para gerar o impulso necessário para realização a marcha e os autores Barella *et al.*<sup>16</sup>, Legg *et al.*<sup>18</sup> e Soule *et al.*<sup>19</sup> verificaram maior gasto energético na marcha com carga comparado a sem carga. Esse aumento do VO<sub>2</sub> pode estar relacionado à maior ação muscular para impulsionar o peso corporal na marcha com carga. Haisman<sup>20</sup> verificou em seu estudo que a capacidade aeróbica e a força muscular são fatores que influenciam na capacidade de transporte de carga. Portanto sugere-se que militares que transportam carga realizem treinamentos específicos a fim de melhorar a força muscular e a capacidade aeróbica para suportar a demanda energética e absorver o maior impacto gerado pela marcha com carga.

Diversos estudos verificaram que a melhor variável para medir o impacto de calçados durante a marcha é a taxa de aceitação do peso (TAP)<sup>21,22</sup>. No presente estudo, houve diferença significativa na taxa de aceitação do peso média (TAP\_M) na marcha com o CAT quando comparado ao CEB. Já na análise da TAP\_Max, o coturno CEB apresentou menor valor comparado ao CAT. Esse resultado corrobora com os achados de Muniz e Bini<sup>12</sup>, que encontraram menor valor de impacto para o coturno de solado SBR comparado ao solado PU. Embora os resultados da TAP\_M foram contraditórios aos resultados da TAP\_Max, acredita-se que a taxa instantânea seja uma variável melhor para avaliar o calçado, pois avalia a aceitação do peso no momento em que ela se torna máxima, não sendo apenas um valor médio até atingir o PPF.

A taxa de aceitação do peso (TAP) é definida como sendo a derivada da curva força vs. tempo, antes PPF. Como esta região não é linear, escolhe-se dois pontos desta reta e interpola-se para o cálculo da TAP. Estes dois pontos são escolhidos de maneira aleatória e autores diversos usam critérios diferentes<sup>23</sup>. Entretanto, uma grande parcela dos autores supõe que o impacto acontece nos primeiros 50 ms da curva força vs. tempo em uma caminhada normal<sup>24</sup>. Assim, a escolha da TAP\_Max pode estar mais associada a região de maior impacto dos 50ms. O coturno de SBR distribuído pelo EB apresentou menor TAP\_Max sugerindo maior capacidade de absorção de carga comparado ao CAT de PU. Da mesma forma, a variável %>30Hz foi menor do CEB corroborando com os dados da TAP\_Max. Bini *et al.*<sup>25</sup> encontraram menor %>30Hz em tênis com EVA comparado a tênis com Gel e SBR, verificando maior potencial de absorção de impacto com o EVA. Diante dessas variáveis, sugere-se que CEB tem maior capacidade de absorver carga quando comparado ao CAT.

As variáveis TAP\_M, TAP\_Max e %>30Hz não foram diferentes nas condições com carga. Esses resultados corroboram com Barella *et al.*<sup>16</sup>, também não observaram diferença da TAP em diferentes descargas de peso corporal. De acordo com esses autores<sup>16</sup>, essa taxa é dependente do tempo para atingir o PPF, o que não muda com o aumento da carga.

A limitação do presente estudo foi a falta de medidas cinemáticas. Portanto, pesquisas futuras que associem as variáveis cinéticas e cinemáticas 3D durante a marcha com calçados militares e com uso de carga podem auxiliar a compreender melhor os mecanismos de lesão de membros inferiores em que estão associados a esses fatores e encontrar soluções para minimizá-los.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados do estudo demonstraram que as variáveis PPF e SPF aumentaram na situação a marcha com mochila em relação a marcha sem carga, apontando um aumento da sobrecarga nos membros inferiores e do gasto energético durante o transporte de carga. Os coturnos se diferenciaram nas variáveis TAP\_M, TAP\_Máx e %>30Hz, sendo a primeira variável menor no CAT e as outras duas variáveis menores no CEB, mostrando que o CEB tem maior capacidade de absorver carga em relação ao CAT. Novos estudos são necessários para acompanhar como a absorção de carga em cada modelo de coturno se comporta em marchas de longas distâncias, como marchas de 4, 8 e 16 km.



## REFERÊNCIAS

1. Rose J, Gamble J. Marcha teoria e prática da locomoção humana. 3. ed. São Paulo: Guanabara-Koogan; 2007.
2. 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.
3. 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.
4. Meirelles MF. Fraturas ortopédicas comuns na prática militar. [Monografia]. Rio de Janeiro (RJ):EsAEx; 2009.
5. 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; 18:20-6.
6. 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; 25:197-203.
7. Riddell DI. Rehabilitation of injured Royal Marine recruits. J R Nav Med Serv. 1988; 75:171-6.
8. Milgrom C, Giladi M, Kashtan H, Marguiles J, Chisin R, Steinberg R, *et al.* A prospective study of the effect of a shock-absorbing orthotic device on the incidence of stress fractures in military recruits. Foot Ankle Int. 1985; 6:101-4.
9. Hennig EM, Milani TL. In-shoe pressure distribution for running in various types of footwear. J Appl Biomech. 1995; 11:299-300.
10. Windle CM, Sarah MG J, Sharon JD. The shock attenuation characteristics of four different insoles when worn in a military boot during running and marching. Gait Posture. 1999; 9:31-7.
11. Hinz P, Henningsen A, Matthes G, Jäger B, Ekkernkamp A, Rosenbaum D. Analysis of pressure distribution below the metatarsals with different insoles in combat boots of the German Army for prevention of march fractures. Gait Posture. 2008; 27:535-8.
12. Muniz AMS, Bini RR. Shock attenuation characteristics of three different military boots during gait. Gait Posture. 2017; 58(6):59-65.
13. Birrel SA, Hooper RH, Haslam RA. The effect of military load carriage on ground reaction forces. GaitPosture. 2007; 26:611-4.
14. Frey C. Footwear and stress fractures. Clin Sports Med. 1997; 16:249-57.
15. Castro M, Abreu S, Sousa H, Machado L, Santos R, Vilas-Boas JP. Ground reaction forces and plantar pressure distribution during occasional loaded gait. Appl Ergon. 2013;44(3):503-9.

16. Barela AMF, Freitas PB, Celestino ML, Camargo MR, Barela JA. Ground reaction forces during level ground walking with body weight unloading. *Braz J Phys Ther.* 2014;18(6):572-9.
17. Tilbury-Davis DC, Hooper RH. The kinetic and kinematic effects of increasing load carriage up on the lower limb. *Hum Mov Sci.* 1999;18(5):693-700.
18. Legg SJ, Ramsey T, Knowles DJ. The metabolic cost of backpack and shoulder load carriage. *Ergonomics.* 1992;35(9):1063-8.
19. Soule RG, Pandolf KB, Goldman RF. Energy expenditure of heavy load carriage. *Ergonomics.* 1978; 21:373-81.
20. Haisman MF. Determinants of load carrying ability. *Applied Ergonomics.* 1988; 19(2):111-21.
21. Dixon SJ, House CM, Smith CV, Waterworth C. Biomechanical analysis of ground contact when running in military boots with new and degraded insoles, *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(3):472-9.
22. Lafortune MA, Hennig EM. Cushioning properties of footwear during walking: accelerometer and force platform measurements. *ClinBiomech.*1992;7:181-4.
23. Palhano R, Balbinot G, Varga APD, Zaro MA, Faquin A, Strohaecker TR. Análise do impacto em calçados durante a marcha. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 13., 2012, Porto de Galinhas. Anais... Porto de Galinhas:[s.l.]; 2012. p.254-8.
24. Lieberman DE, Venkadesan M, Werbel WA, Daoud AI, D'andrea S, Davis, IS, *et al.* Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature.* 2010: 531-35.
25. Bini RR, Muniz AMS, Moura FA. Differences in loading rate and impact measures in GRF of three sports shoes. In: Congress of the International Society of Biomechanics, 24., 2017, Brisbane. Proceeding Brisbane: ISB; 2017.

**ANEXO 1 - TERMO DE PARTICIPAÇÃO CONSENTIDA LIVRE E ESCLARECIDA  
(TCLE)**



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

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado como voluntário a participar da pesquisa intitulada “AVALIAÇÃO DO IMPACTO DURANTE A MARCHA COM DOIS MODELOS DE COTURNO COM E SEM CARGA”. 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 durante a caminhada e se os coturnos apresentam um comportamento diferenciado com e sem carga.

Para esta pesquisa adotaremos alguns procedimentos, tais são eles: Coleta dos dados antropométricos dos voluntários e coleta de dados durante a execução da marcha com diferentes modelos de coturno.

A coleta dos dados para a pesquisa será feita em um único dia no laboratório de Biociências da Escola de Educação Física do Exército.

O uniforme a ser utilizado será: 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 6 aferições diferentes de marcha nas condições descalço e com dois modelos de coturno e em cada situação com e sem a mochila. Em cada situação de teste a caminhada será avaliada por 5 tentativas com um período prévio de familiarização ao protocolo experimental.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

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.

Você e futuros participantes poderão se beneficiar com os resultados desse estudo, à medida que se caracteriza melhor os coturnos utilizados por militares do Exército Brasileiro. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será divulgado sem a sua permissão. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, na Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) e a outra será fornecida ao senhor. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. 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.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “AVALIAÇÃO DO IMPACTO DURANTE A MARCHA COM DOIS MODELOS DE COTURNO COM E SEM CARGA”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

Nome Data	Assinatura Pesquisador
Nome Data	Assinatura Participante
Nome Data	Assinatura Testemunha

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa – Comissão de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CONEP) do Ministério da Saúde.

LOCAL: SEPN 510 NORTE, BLOCO A, 3º Andar.  
CEP: 70750-521 – BRASÍLIA - DF  
FONE: (61) 3315-5878 / E-MAIL: cns@saude.gov.br

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Adriane Mara de Souza Muniz  
ENDEREÇO: Av João Luis Alves, S/N – Urca - Rio de Janeiro – RJ.  
FONE: (21) 25862249  
E-MAIL: adriane\_muniz@yahoo.com.br

## ANEXO 2 - TERMO DE CESSÃO DE DIREITOS SOBRE TRABALHO CIENTÍFICO



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

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

Título do trabalho científico:

**Avaliação do impacto durante a marcha com dois modelos de coturno com e sem carga.**

Nome completo do autor:

**Douglas Silva Sizenando**

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, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

---

Douglas Silva Sizenando - 1º Tenente

**ANEXO 3 - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO NA BIBLIOTECA DIGITAL DE TRABALHOS  
CIENTÍFICOS**



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

**TERMO DE 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 do impacto durante a Avaliação do impacto durante a marcha com dois modelos de coturno com e sem carga

Nome completo do autor: Douglas Silva Sizenando

Idt: 100080295-7 CPF:040.088.283-38 email: dssizenando@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

Orientadora:

Adriane Mara de Souza Muniz

Idt: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Membro da banca:

---

Membro da banca:

---

Membro da banca:

---

Data de apresentação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Titulação:

Área de conhecimento: \_\_\_\_\_

Palavras-chave: coturno – impacto – força de reação do solo – marcha com carga

2. Agência de fomento:

---

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

---

Douglas Silva Sizenando – 1º Tenente