

Efeito da marcha de 12 km com carga militar e metralhadora MAG no equilíbrio postural ortostático

Effect of a 12-km march with military load and MAG machine gun on orthostatic postural balance

Efecto de una marcha de 12 km con carga militar y ametralladora MAG sobre el equilibrio postural ortostático

Recebido: 03/03/2026 | Revisado: 06/03/2026 | Aceitado: 07/03/2026 | Publicado: 08/03/2026

Johnatan Barbosa de Farias

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3747-107X>

Academia de Polícia Militar Senador Arnon de Mello, Brasil

E-mail: johnatan97@hotmail.com

Resumo

O aumento progressivo da carga transportada por militares, decorrente da modernização dos equipamentos de combate, tem ampliado as exigências fisiológicas e biomecânicas durante marchas operacionais, podendo comprometer o controle postural. O objetivo geral foi analisar o efeito da marcha de 12 km, sustentando carga militar e metralhadora MAG, sobre o equilíbrio postural ortostático. O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa quase-experimental, com delineamento intra-sujeitos, contemplando 15 militares do sexo masculino. O controle postural foi avaliado por meio de teste estabilométrico em plataforma de força, antes e após a marcha de 12 km. Foram analisadas as variáveis: área do centro de pressão, velocidade média médio-lateral e velocidade média anteroposterior. Os resultados apontam aumento estatisticamente significativo na área do COP e na velocidade média médio-lateral após a marcha, indicando maior oscilação postural, enquanto a variável velocidade média anteroposterior não apresentou diferença relevante. Conclui-se que a marcha operacional de 12 quilômetros, realizada com transporte de equipamentos militares e da metralhadora MAG, impõe sobrecarga relevante ao sistema de controle postural, evidenciando impacto funcional decorrente do esforço prolongado associado à carga transportada.

Palavras-chave: Avaliação postural; Equilíbrio postural; Marcha; Transporte de carga.

Abstract

The progressive increase in the load carried by military personnel, resulting from the modernization of combat equipment, has intensified the physiological and biomechanical demands during operational marches, potentially compromising postural control. The main objective was to analyze the effect of a 12-km march while carrying military load and a MAG machine gun on orthostatic postural balance. The present study is characterized as a quasi-experimental research with a within-subject design, involving 15 male military personnel. Postural control was assessed using a stabilometric test on a force platform, before and after the 12-km march. The analyzed variables included center of pressure (COP) area, mean mediolateral velocity, and mean anteroposterior velocity. The results demonstrated a statistically significant increase in COP area and mean mediolateral velocity after the march, indicating greater postural sway, whereas mean anteroposterior velocity did not show a significant difference. It is concluded that the 12-km operational march performed while carrying military equipment and a MAG machine gun imposes a relevant overload on the postural control system, evidencing functional impact resulting from prolonged effort associated with load carriage.

Keywords: Postural assessment; Postural balance; March; Load carriage.

Resumen

El aumento progresivo de la carga transportada por militares, derivado de la modernización de los equipos de combate, ha incrementado las exigencias fisiológicas y biomecánicas durante las marchas operacionales, pudiendo comprometer el control postural. El objetivo general fue analizar el efecto de una marcha de 12 km, transportando carga militar y la ametralladora MAG, sobre el equilibrio postural ortostático. El presente estudio se caracteriza como una investigación cuasi-experimental, con diseño intra-sujetos, que incluyó a 15 militares de sexo masculino. El control postural fue evaluado mediante prueba estabilométrica en plataforma de fuerza, antes y después de la marcha de 12 km. Se analizaron las variables: área del centro de presión (COP), velocidad media medio-lateral y velocidad media anteroposterior. Los resultados evidenciaron un aumento estadísticamente significativo en el área del COP y en la velocidad media medio-lateral después de la marcha, indicando mayor oscilación postural, mientras que la velocidad media anteroposterior no presentó diferencias significativas. Se concluye que la marcha operacional de 12 kilómetros, realizada con transporte de equipamiento militar y de la ametralladora MAG, impone una sobrecarga

relevante al sistema de control postural, evidenciando un impacto funcional derivado del esfuerzo prolongado asociado al transporte de carga.

Palabras clave: Evaluación postural; Equilibrio postural; Marcha; Transporte de carga.

1. Introdução

No século XVIII, as tropas transportavam cargas que raramente excediam 15 kg, entretanto, avanço das tecnologias militares e a crescente necessidade de aprimorar a proteção individual no contexto do combate moderno ocasionaram um aumento substancial da carga transportada pelos militares. Nesse cenário, os militares passaram a ser responsáveis por conduzir integralmente seus equipamentos e suprimentos individuais ao longo de extensas distâncias, ampliando as demandas físicas impostas à tropa (Knapik, Reynolds & Harman, 2004; Maladouangdock, 2014).

O transporte de carga está associado ao aumento do custo metabólico, maior incidência de lesões e alterações biomecânicas relevantes, especialmente quando combinado a longos períodos de deslocamento a pé (Bloch *et al.*, 2024). Adicionalmente, o deslocamento da tropa a pé nessas condições requer elevado esforço muscular, especialmente aos membros e à musculatura abdominal, que atuam de maneira integrada na estabilização da coluna vertebral, da pelve e do dorso (Heller, Challis & Sharkey, 2009; Knapik, Reynolds & Harman 1996).

No âmbito militar, a marcha prolongada com carga externa é uma das tarefas ocupacionais mais exigentes do ponto de vista fisiológico e biomecânico. Complementando, os soldados comumente transportam cargas superiores a 25–45 kg, compostas por armamento, colete balístico, capacete e demais equipamentos operacionais, consequentemente, impõe elevada sobrecarga ao sistema musculoesquelético e ao controle postural. Assim, o controle postural ortostático depende da integração adequada entre os sistemas visual, vestibular e somatossensorial, além da resposta neuromuscular eficiente (Orr *et al.*, 2021).

A introdução de carga externa altera o posicionamento do centro de massa corporal e exige ajustes compensatórios para manutenção da estabilidade. Além da sobrecarga mecânica, a fadiga induzida por marchas prolongadas exerce impacto substancial na estabilidade. Elucidante, durante uma marcha militar de aproximadamente 7 milhas, observou-se redução do comprimento do passo, aumento da largura do passo e maior variabilidade da inclinação do tronco ao longo do percurso, sugerindo adaptações cinemáticas associadas à fadiga progressiva (Bloch *et al.*, 2024).

Não obstante, o manuseio de arma durante o deslocamento impõe restrição ao balanço natural dos membros superiores e deslocamento anterior do centro de massa, potencialmente influenciando o controle motor e a estabilidade corporal (Hoolihan *et al.*, 2025). Os estudos conduzidos com militares norte-americanos em serviço no Iraque e no Afeganistão identificaram prevalência de lesões musculoesqueléticas, acometendo aproximadamente 45% dos soldados avaliados (Roy *et al.*, 2012).

Conforme Roy *et al.* (2012) as lesões identificadas foram associadas ao desequilíbrio postural decorrente do deslocamento em patrulhas a pé, frequentemente realizado com transporte de equipamentos militares pesados e, as regiões anatômicas mais acometidas foram a coluna lombar, os joelhos e os ombros. Ao analisar as alterações na marcha e na postura decorrentes do aumento do transporte de carga em militares, Attwells *et al.*, (2006) observaram que as maiores tensões musculares exigidas para sustentar as adaptações posturais estão associadas ao desenvolvimento de lesões, sobrecarga muscular e outros distúrbios musculoesqueléticos comuns.

De modo análogo, Strube, Sumner e Kollock (2017) ao verificar o efeito de duas cargas diferentes no balanço postural em posição ortostática de cadetes do exército americano, constataram que as alterações de carga induzida no controle postural foram frequentemente acompanhadas por alterações cinemáticas compensatórias para o tronco, influenciando na oscilação postural. No entanto, a influência do transporte de carga e armamentos militares tem recebido pouca atenção na literatura científica (Birrell & Haslam, 2008).

Diante desse contexto, torna-se pertinente investigar o efeito específico de uma marcha de 12 km com carga militar e

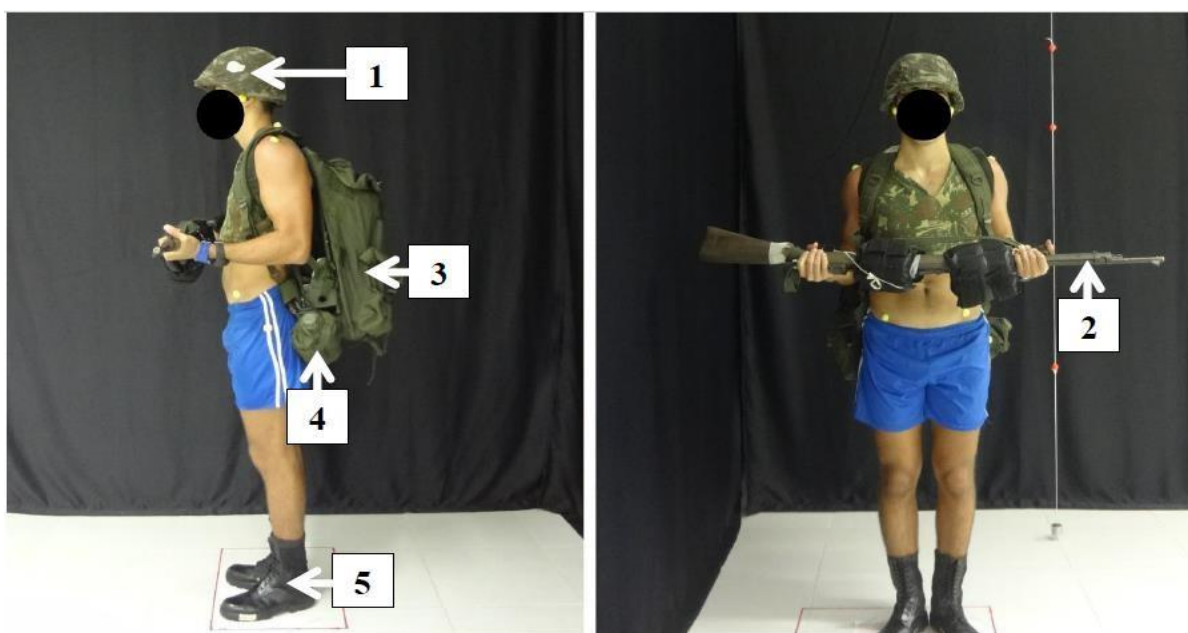
porte de metralhadora MAG sobre o equilíbrio postural ortostático, considerando a interação entre carga externa elevada, fadiga induzida pelo esforço prolongado e configuração do equipamento. À luz do exposto, a justificativa deste estudo reside na compreensão dessas alterações, visto que são capazes de contribuir para estratégias de prevenção de quedas, redução de lesões e otimização do desempenho operacional.

Vale frisar que nas Forças Armadas Brasileira os estudos voltados para o problema do transporte de carga ainda são embrionários, destacando a importância de se estudar o referido assunto visando a redução de lesões e o melhor pronto emprego da tropa quando necessário. Dessa maneira, neste estudo objetivo geral foi analisar o efeito da marcha de 12 km, sustentando carga militar e metralhadora MAG, sobre o equilíbrio postural ortostático.

2. Metodologia

O presente estudo foi conduzido sob delineamento quase-experimental, com modelo intra-sujeitos, no qual os participantes executaram uma marcha a pé de 12 quilômetros portando Equipamento Individual de Combate (EIC) e a metralhadora Mitrailleur d'Appui General (MAG) (Figura 1).

Figura 1 - Equipamento transportado na marcha.



Fonte: Autoria própria (2026).

A análise consistiu na comparação dos mesmos indivíduos em dois momentos distintos, previamente ao início da marcha (CC0 – com carga no momento inicial, 0 km) e imediatamente após a conclusão do percurso (CC12 – com carga após 12 km), com intuito de verificar as alterações decorrentes do esforço físico prolongado associado ao transporte de carga militar sobre as variáveis investigadas.

A amostra foi constituída por 15 militares voluntários, selecionados por meio de procedimento não probabilístico, por julgamento. Os critérios de inclusão foram ser militar do sexo masculino, com idade entre 24 e 30 anos, fisicamente ativo e com experiência prévia em atividades de transporte de carga militar. Como critérios de exclusão, consideraram-se indivíduos que estivessem em saída recente de serviço de escala, que apresentassem lesões ortopédicas, doenças respiratórias, reumatológicas ou neurológicas, diagnóstico de dor musculoesquelética aguda ou crônica, bem como aqueles em uso de medicamentos capazes de interferir nos sistemas visual ou vestibular.

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em conformidade com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. O documento contemplou a descrição detalhada dos procedimentos adotados, os objetivos da pesquisa e a garantia do caráter voluntário da participação. O presente estudo integra um projeto mais amplo destinado a investigar os efeitos da marcha de 12 km sobre o alinhamento corporal e o controle postural de militares do Exército Brasileiro, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-CONEP), sob o registro CAEE nº 83493618.1.0000.5235.

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Biociências da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), no período de julho a agosto de 2019. Para a avaliação, foram utilizados os seguintes instrumentos: plataforma de força Bertec® (EUA), modelo digital Acquire; balança Filizola®, modelo PL 2007 (Brasil); e estadiômetro Sanny® (Brasil). O EIC utilizado pelos participantes, permaneceu padronizado e acondicionado no laboratório durante todo o período da coleta.

O conjunto foi composto por: capacete de aço e fibra (1,5 kg); carabina Mauser modelo 1935 adaptada com duas caneleiras (3 kg e 4 kg), totalizando massa média de $10,78 \pm 0,07$ kg, com a finalidade de simular o peso da metralhadora MAG; mochila de campanha de grande capacidade contendo carga de 15 kg, distribuída simetricamente e posicionada próxima à coluna vertebral; cinto/suspensório com dois cantis contendo 1 litro de água cada, posicionados bilateralmente na região posterior do cinto, totalizando $3,34 \pm 0,12$ kg; e coturno, com peso médio de $1,05 \pm 0,21$ kg.

Os voluntários compareceram ao Laboratório de Biociências da EsEFEx com antecedência de 30 minutos ao início da marcha, para realização dos procedimentos iniciais da coleta. Inicialmente, foram aplicadas anamnese e formalizada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Posteriormente, procedeu-se à aferição da estatura, da massa corporal sem coturno e sem equipamento, bem como da massa corporal com coturno e equipamento completo.

A cada dia de coleta foram avaliados três voluntários, os quais realizaram a marcha sustentando o simulacro da metralhadora MAG. Antes do início da atividade, os participantes receberam orientações quanto à sequência das etapas, trajeto a ser percorrido e normas de segurança. Previamente à execução da marcha, todos ingeriram uma barra de cereal contendo 79 kcal e consumiram, no mínimo, 200 mL de água. O percurso foi realizado individualmente, com intervalos aproximados de 20 minutos entre as largadas. Durante os períodos de pausa, foi autorizada a retirada da mochila, bem como nova ingestão de barra de cereal e hidratação.

A coleta dos dados referentes ao centro de pressão seguiu protocolo padronizado de estabilometria. A plataforma de força operou com frequência de aquisição de 100 Hz. Foram realizadas três aferições com duração de 80 segundos cada, respeitando intervalo de 60 segundos entre as tentativas. Para padronização do posicionamento, foi fixado papel milimetrado tamanho A3 sobre a plataforma, permitindo a marcação da base de apoio.

Conforme demonstrado na Figura 2, utilizou-se cunha com angulação de 30°, mantendo os calcanhares unidos e as pontas dos pés afastadas, garantindo reprodutibilidade do posicionamento entre as coletas. Os voluntários permaneceram em posição ortostática, com olhar fixo em ponto previamente determinado na parede, a uma distância de 3 metros (Figura 3). A marcha foi realizada nas instalações do Centro de Capacitação Física do Exército (CCFEx), localizado no bairro da Urca, Rio de Janeiro – RJ, ao término do expediente administrativo, no período compreendido entre 17h30 e 22h00, ao longo de 10 dias úteis consecutivos. O percurso de 12 km foi conduzido em conformidade com a normatização estabelecida pelo Manual de Marchas do Exército Brasileiro.

Os participantes foram submetidos à avaliação estabilométrica correspondente ao momento CC0, com coleta dos dados na plataforma de força. Em seguida, realizaram o primeiro trecho de 4 km no tempo estipulado de 45 minutos. Para padronização do ritmo, dois controladores de velocidade foram posicionados ao longo do itinerário. Ao término do primeiro trecho, foi concedido intervalo de 15 minutos. Posteriormente, os militares executaram dois novos trechos de 4 km, cada um no tempo de 50 minutos, com intervalo de 10 minutos entre eles. Concluída a marcha de 12 km, os participantes foram novamente

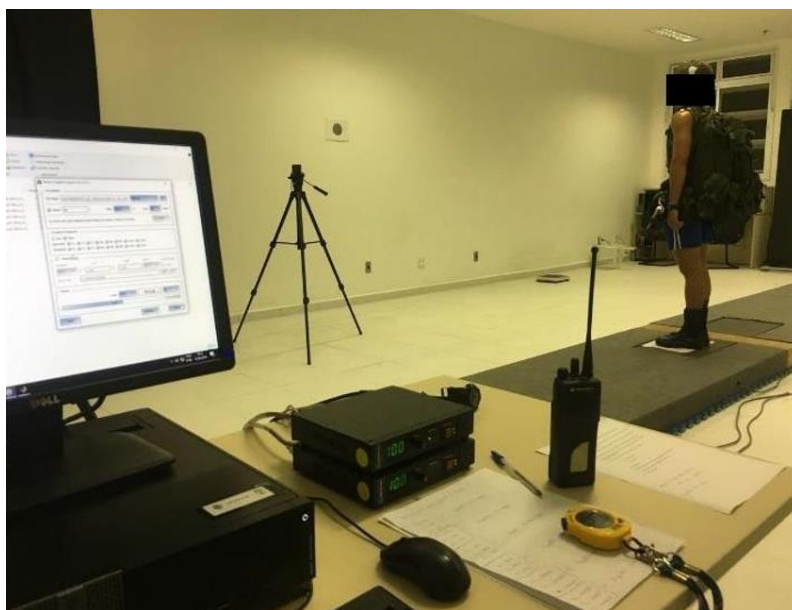
avaliados na plataforma de força, correspondente ao momento CC12.

Figura 2 - Posicionamento padronizado dos pés sobre a plataforma de força.



Fonte: Autoria própria (2026).

Figura 3 - Posicionamento ortostático do participante durante a coleta estabilométrica.



Fonte: Autoria própria (2026).

Para a avaliação do controle postural, foram consideradas como variáveis dependentes: a área do centro de pressão (COP), a velocidade média no sentido médio-lateral (VMml) e a velocidade média no sentido anteroposterior (VMap). As análises foram realizadas considerando os 15 participantes nos dois momentos do estudo: CC0 (com carga no momento inicial – 0 km) e CC12 (com carga após a conclusão dos 12 km), possibilitando a comparação intra-sujeitos das alterações decorrentes da marcha operacional.

Aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade das variáveis. Considerando que os dados não apresentaram distribuição normal, optou-se pela utilização do teste não paramétrico de Wilcoxon para comparação entre os

momentos CC0 e CC12. Adotou-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para todas as análises. Os procedimentos estatísticos foram realizados por meio do software BioEstat 5.3 para Windows.

3. Resultados e Discussão

O estudo foi realizado com 15 indivíduos, todos do sexo masculino, militares, com média de idade de $26,67 \pm 1,86$ anos, altura média de $1,77 \pm 0,074$ m e massa $79,19 \pm 9,18$ kg. A massa média de todo material transportado foi de $31,64 \pm 0,26$ kg, representando em $36,17 \pm 5,8$ % do peso corporal. O teste utilizado no estudo foi o de Wilcoxon para comparar CC0 e CC12 em todas as variáveis já que ambas envolviam os mesmos indivíduos na função de atiradores de metralhadora MAG antes e após o término da marcha de 12 km, ou seja, eram pareadas.

Na Tabela 1 verifica-se os resultados para as variáveis analisadas indicando que nas variáveis área do COP ($Z = 2,783$, $p = 0,0054$) e VMml ($Z = 3,407$, $p = 0,0007$), onde CC0 é com carga antes da marcha; CC12 é com carga depois da marcha de 12km (desvio interquartilico).

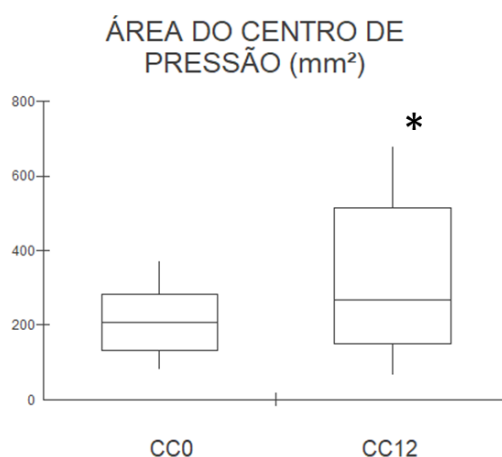
Tabela 1 - Teste de Wilcoxon para atiradores da MAG.

Variável	Mediana		P - valor
	CC0	CC12	
Área COP (mm ²)	211(166,5)	354 (423)	0,0054*
VMml (mm/s)	4 (2)	5(2,5)	0,0007*
VMap (mm/s)	7 (2)	7(3)	0,233

Fonte: Autoria própria (2026).

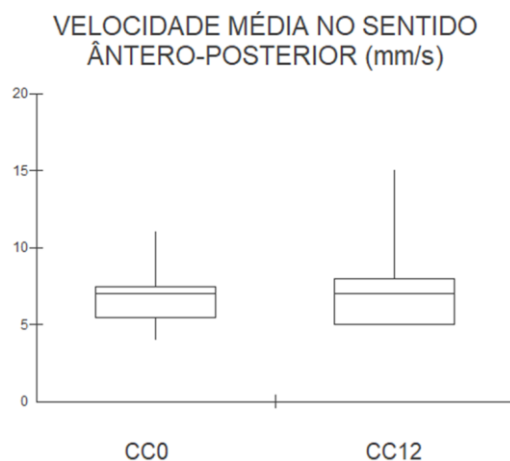
As Figuras 4 e 5 apresentam as variáveis que demonstraram diferença estatisticamente significativa entre os momentos analisados. Por outro lado, a Figura 6 ilustra a variável VMap ($Z = 1,192$; $p = 0,233$), a qual não apresentou diferença estatisticamente significativa.

Figura 4 - Área do centro de pressão.



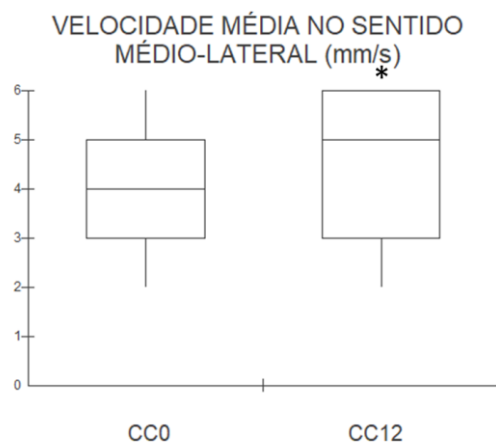
Fonte: Autoria própria (2026).

Figura 5 - Velocidade média no sentido ântero-posterior.



Fonte: Autoria própria (2026).

Figura 6 - Velocidade média no sentido médio-lateral.



Fonte: Autoria própria (2026).

Ao consultar a literatura, observa-se que não há consenso quanto às variáveis que devem ser consideradas na avaliação do controle postural (Duarte & Freitas, 2010). Ademais, evidencia ausência de consenso quanto às variáveis mais adequadas para a avaliação do controle postural por meio da posturografia baseada em plataforma de força. Entretanto, em populações jovens e consideradas saudáveis, a área do centro de pressão (COP) tem sido apontada como medida de maior confiabilidade quando comparada à velocidade média de deslocamento do centro de pressão (Doyle, Newton & Burnett, 2005).

Por outro lado, a velocidade média de oscilação nos sentidos médio-lateral e anteroposterior também é descrita como medida consistente, sobretudo quando empregada em indivíduos de diferentes faixas etárias (Raymakers, Samson & Verhaar, 2005). Em virtude dessa evidência de confiabilidade, tais variáveis foram igualmente incorporadas ao presente estudo, permitindo uma análise mais abrangente das possíveis alterações no controle postural decorrentes da marcha com carga. Após a realização da marcha de 12 km, observou-se aumento expressivo de 65,7% na média da variável área do COP.

De modo semelhante, a velocidade média no sentido médio-lateral (VMml) apresentou incremento significativo, com aumento percentual médio de aproximadamente 16%. Em contrapartida, embora tenha sido verificado aumento médio de 8% na velocidade média no sentido anteroposterior (VMap), tal variação não alcançou significância estatística. É plausível acentuar que a ausência de aumento significativo da VMap pode estar associada a um possível mecanismo de compensação mecânica decorrente da distribuição das cargas transportadas.

Minuciosamente, a mochila (15 kg), posicionada na região posterior do tronco, e a metralhadora MAG (10,8 kg), localizada anteriormente, podem ter promovido um efeito de contrabalanço, reduzindo oscilações excessivas no plano anteroposterior. Corroborando, o estudo conduzido com cadetes do Exército dos Estados Unidos demonstrou que alterações induzidas por diferentes cargas são frequentemente acompanhadas por ajustes cinemáticos compensatórios do tronco, influenciando o padrão de oscilação postural (Strube, Sumner & Kollock, 2017).

Nesse contexto, é plausível supor que o peso do armamento, ao atuar como elemento estabilizador anterior, tenha contribuído para minimizar alterações compensatórias no eixo anteroposterior, justificando o menor incremento observado nessa variável. Ademais, o uso da bandoleira, cujo objetivo é manter o armamento mais próximo ao corpo, distribuindo o peso sobre a região do trapézio, pode ter favorecido maior centralização da carga e redução de momentos de alavanca, contribuindo para a manutenção relativa da estabilidade nesse plano.

Destaca-se que o aumento significativo observado em duas das três variáveis analisadas pode estar relacionado às demandas fisiológicas impostas pela atividade física prolongada. A marcha com sobrecarga eleva a exigência energética e desencadeia respostas fisiológicas adaptativas, incluindo maior ativação do sistema nervoso simpático (Brum *et al.*, 2004). Ao final do esforço, o estado de fadiga resultante pode comprometer a integração sensorial entre os sistemas vestibular e somatossensorial, essenciais para a manutenção do equilíbrio postural (Vieira *et al.*, 2015).

Em síntese, os resultados do presente estudo sugerem, portanto, a possibilidade de prejuízo no controle postural ortostático quando há associação entre exercício físico prolongado e transporte de carga militar, incluindo armamento. A interpretação encontra respaldo em investigação conduzida por Quesada *et al.* (2000) que identificou aumento proporcional do custo metabólico entre 5% e 6% a cada incremento de 15% no peso dos equipamentos militares durante marcha em esteira por 40 minutos.

Entre as limitações do estudo, destaca-se a ausência de participantes do sexo feminino, o que restringe a generalização dos resultados, sobretudo considerando a inserção de mulheres na linha bélica do Exército Brasileiro a partir de 2017. Em contrapartida, a realização da marcha em terreno variado, com irregularidades e condições ambientais reais, confere maior validade externa aos achados, por reproduzir com maior fidelidade as condições operacionais enfrentadas pelos militares.

À luz do exposto, sugere-se que pesquisas futuras incluam delineamentos longitudinais, a fim de investigar os efeitos crônicos do transporte de carga sobre o controle postural, bem como estudos transversais com amostras ampliadas, contemplando militares do efetivo variável e aqueles empregados em missões de Garantia da Lei e da Ordem. Recomenda-se, ainda, a inclusão de amostras femininas, considerando a crescente participação de mulheres em funções combatentes, o que permitirá análises mais abrangentes e representativas da realidade atual da força terrestre.

4. Considerações Finais

Conclui-se que a marcha operacional de 12 quilômetros, realizada com o transporte de equipamentos militares e da metralhadora MAG, provoca alterações no controle postural ortostático dos militares, evidenciando impacto funcional decorrente do esforço prolongado associado à carga empregada. Dessa forma, torna-se recomendável a implementação de treinamento físico específico para as demandas da marcha militar, aliado à análise criteriosa da carga utilizada nas operações, visando preservar o equilíbrio postural, reduzir riscos ocupacionais e otimizar a capacidade operacional do efetivo.

Referências

Alves, B. M. O., Silva Jr., R. A. da R., Mesquita, L. M., Oliveira, T. R. de, Burigo, P. R. de, Amorim, R. L., & Ferreira, C. (2018). Análise do controle postural durante tarefa controlada do chute em atletas de futebol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 24, 89–93.

Attwells R, Birrell S, Hooper R, & Mansfield N. (2006). Influence of carrying heavy loads on soldiers' posture, movements, and gait. *Ergonomics* 2006; 49 (14): 1527–1537.

- Birrell, S. A., & Haslam, R. A. (2008). The influence of rifle carriage on the kinetics of human gait. *Ergonomics*, 51, 816–826.
- Bloch, A. E., Steckenrider, J. J., Zifchock, R. A., Freisinger, G. M., Bode, V. G., & Elkin-Frankston, S. (2024). Effect of fatigue on movement patterns during a loaded ruck march. *Military Medicine*, 189(1–2), e15. <https://doi.org/10.1093/milmed/usad086>.
- Brum, P. C., Forjaz, C. L. M., Tinucci, T., & Negrão, C. E. (2004). Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Revista Paulista de Educação Física*, 18, 21–31.
- Duarte, M., & Freitas, S. M. S. F. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14(3), 183–192.
- Doyle, T. L., Newton, R. U., & Burnett, A. F. (2005). Reliability of traditional and fractal dimension measures of quiet stance center of pressure in young healthy people. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86, 2034–2039.
- Exército Brasileiro. (2003). Manual de campanha: Batalhões de Infantaria (C7-20).
- Exército Brasileiro. (2017). Manual de instrução: Transporte de carga (EB60-CI-27.401).
- Exército Brasileiro. (2019). Manual de campanha: Marchas a pé (EB70-MC-10.304).
- Heller, M. F., Challis, J. H., & Sharkey, N. A. (2009). Changes in postural sway as a consequence of wearing a military backpack. *Gait & Posture*.
- Hoolihan, B., Wheat, J., Dascombe, B., Vickery-Howe, D., & Middleton, K. (2025). Weapon handling during load carriage does not affect lower-limb coupling variability in military personnel. *Applied Ergonomics*, 128, 104558. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2025.104558>.
- Knapik, J. J., Reynolds, K. L., & Harman, E. (1996). Load carriage using packs: A review of physiological, biomechanical and medical aspects. *Applied Ergonomics*, 27, 207–216.
- Knapik, J. J., Reynolds, K. L., & Harman, E. (2004). Soldier load carriage: Historical, physiological, biomechanical, and medical aspects. *Military Medicine*, 169, 45–56.
- Maladouangdock, J. (2014). The role of strength and power in high intensity military relevant tasks (Master's thesis).
- Orr, R., Pope, R., Lopes, T. J. A., Leyk, D., Blacker, S., Bustillo-Aguirre, B. S., & Knapik, J. J. (2021). Soldier load carriage, injuries, rehabilitation and physical conditioning: An international approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4010. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084010>.
- Park, H., Branson, D., Kim, S., Warren, A., Jacobson, B., Petrova, A., Peksoz, S., & Kamenidis, P. (2014). Effect of armor and carrying load on body balance and leg muscle function. *Gait & Posture*, 39, 430–435.
- Quesada, P. M., Mengelkoch, L. J., Hale, R. C., & Simon, S. R. (2000). Biomechanical and metabolic effects of varying backpack loading on simulated marching. *Ergonomics*, 43, 293–309.
- Raymakers, J. A., Samson, M. M., & Verhaar, H. J. (2005). The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait & Posture*, 21, 48–58.
- Roy, T. C., Knapik, J. J., Ritland, B. M., Murphy, N., & Sharp, M. A. (2012). Risk factors for musculoskeletal injuries for soldiers deployed in Afghanistan. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 83, 1060–1066.
- Strube, M., Sumner, A., & Kollock, R. (2017). The effect of military load carriage on postural sway, forward trunk lean, and pelvic girdle motion. *International Journal of Exercise Science*, 10(1), 25–36.
- Vieira, M. F., Avelar, I. S., Silva, M. S., Soares, V., & Costa, P. H. L. (2015). Effects of four days hiking on postural control. *PLoS One*.