

LUCIMARA MATEUS LEANDRO

**EFEITOS DOS DIFERENTES EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL,
UTILIZADOS PELOS POLICIAIS DO BATALHÃO DE OPERAÇÕES POLICIAIS
ESPECIAIS NA CINEMÁTICA TRIDIMENSIONAL DA MARCHA, DO PASSO
TÁTICO E DO TROTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Amanda Piaia Silvatti

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

L437e
2023

Leandro, Lucimara Mateus, 1990-

Efeitos dos diferentes equipamentos de proteção individual, utilizados pelos policiais do Batalhão de Operações Policiais Especiais na cinemática tridimensional da marcha, do passo tático e do trote / Lucimara Mateus Leandro. – Viçosa, MG, 2023.

1 dissertação eletrônica (62 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Orientador: Amanda Piaia Silvatti.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Educação Física, 2023.

Referências bibliográficas: f. 51-52.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.026>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Cinemática. 2. Marcha humana. 3. Alagoas. Polícia Militar. Batalhão de Operações Policiais Especiais. 4. Equipamento de proteção individual. I. Silvatti, Amanda Piaia, 1983-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

CDD 22. ed. 612.76

LUCIMARA MATEUS LEANDRO

**EFEITOS DOS DIFERENTES EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL,
UTILIZADOS PELOS POLICIAIS DO BATALHÃO DE OPERAÇÕES POLICIAIS
ESPECIAIS NA CINEMÁTICA TRIDIMENSIONAL DA MARCHA, DO PASSO
TÁTICO E DO TROTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de outubro de 2023.

Assentimento:



Documento assinado digitalmente

LUCIMARA MATEUS LEANDRO

Data: 30/01/2024 11:39:10-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucimara Mateus Leandro
Autora



Documento assinado digitalmente

AMANDA PIAIA SILVATTI

Data: 30/01/2024 12:44:07-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Amanda Piaia Silvatti
Orientadora

*Aos meus pais, irmão, marido e familiares;
in memoriam ao tio Zezé.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e coragem.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar este Curso de pós-graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora Amanda, pela amizade, compreensão, pelos ensinamentos e por estar ao meu lado durante todos esses anos.

Aos meus professores, pelos ensinamentos.

À Universidade Federal de Alagoas. Ao Laboratório de Ciências Aplicada ao Esporte do Instituto de Educação Física e Esporte. Ao professor Filipe, pela parceria para realização desta pesquisa.

Aos meus pais, por todo amor, carinho, cuidado e incentivo, para que eu pudesse estar aqui realizando o nosso sonho.

Aos meus amigos/colegas do LAB, especialmente a Nara, pela preciosa contribuição nas coletas de dados, pelo auxílio no tratamento dos dados e pelos conselhos.

Aos meus familiares que estão sempre presentes em todos os momentos.

A Reinaldo, por todo apoio e incentivo.

Ao meu irmão Luiz Gustavo, por sempre me alegrar até nos dias mais difíceis.

Às minhas amigas Heloisa, Adriana, Isabela, Ana, Simone, Maria Tereza e Gabriela, pelos conselhos, compreensão e amizade.

*“Sejamos como a primavera que renasce cada dia mais bela...
Exatamente porque nunca são as mesmas flores”.*

(Clarice Lispector)

RESUMO

Lucimara Mateus Leandro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2023. **Efeitos dos diferentes equipamentos de proteção individual, utilizados pelos policiais do Batalhão de Operações Policiais Especiais na cinemática tridimensional da marcha, do passo tático e do trote.** Orientadora: Amanda Piaia Silvatti.

Os policiais militares do Batalhão de Operações Policiais Especiais (BOPE) utilizam equipamentos de proteção Individual (EPIs), que podem pesar até 40% do peso corporal. Pesquisas têm demonstrado que o excesso de peso desses equipamentos pode ter impactos nas variáveis biomecânicas. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar como os EPIs, podem afetar o comprimento e a largura da passada, bem como o deslocamento tridimensional do centro de massa e as variáveis angulares do tronco e das articulações do quadril, joelho e tornozelo. Um sistema optoeletrônico composto por 10 câmeras (360Hz, Optitrack) foi empregado para rastrear as coordenadas 3D de 36 marcadores retrorreflexivos fixados em cinco policiais do BOPE. Foram analisados 10 ciclos da marcha usando um traje de educação física (controle) e três tipos de EPIs (antitumulto, ações táticas e antibomba). Além disso, nas tarefas de passo tático e trote, com a mesma duração, foram avaliados o traje de controle e dois tipos de EPIs (antitumulto e ações táticas). Os resultados mostraram principais mudanças nas curvas médias com o EPI antibomba, apresentando desvio-padrão maior do que o controle em todas as articulações. Na curva de adução/abdução do tornozelo esquerdo durante o passo tático, o EPI antitumulto exibiu uma menor adução em comparação com o controle. Na amplitude de movimento (ADM) foram encontradas diferenças estatisticamente significativas. No joelho esquerdo durante o trote o uso do EPI de ações táticas ($54,69 \pm 5,67$) provocou uma redução significativa na flexão/extensão comparado ao controle ($60,70 \pm 7,9$); o joelho direito, durante a mesma tarefa, apresentou uma redução significativa na flexão/extensão durante o uso do EPI de ações táticas ($59,94 \pm 3,83$), se comparado ao controle ($62,46 \pm 6,91$). O tornozelo esquerdo apresentou uma diferença estatisticamente significativa para a rotação interna/externa, essa diferença foi entre o controle ($10,21 \pm 1,55$) e o EPI antitumulto ($8,2 \pm 1,56$). Nas variáveis espaciais o comprimento da passada direita e esquerda durante a marcha com o EPI antibomba ($1.18 (\pm 0.12)$) foi significativamente menor do que com o EPI de ações táticas ($1.42 (\pm 0.12)$) e ($1.44 (\pm 0.09)$), concordando com a literatura. A largura da passada foi significativamente maior durante o uso do EPI de ações táticas ($0.09 (\pm 0.03)$) comparado com o EPI antitumulto ($0.07 (\pm 0.04)$) durante o passo tático. Concluiu-se que EPIs com peso superior a 30 kg provocam alterações na variável espacial comprimento da passada. A largura da passada sofreu

alterações apenas durante o passo tático, possivelmente pelo fato de a forma de transporte da carga variar em razão do posicionamento do fuzil no EPI de ações táticas e do escudo no EPI antitumulto. Além disso, no que diz respeito às curvas médias, as adaptações individuais foram mais proeminentes do que as adaptações em grupo. Para a ADM as articulações do joelho e tornozelo apresentaram alterações devido ao acréscimo da carga, o último no passo tático até então não estudado. Assim sendo, este estudo fornece resultados inéditos, quanto a análise do passo tático, e é relevante devido às velocidades semelhantes às utilizadas em incursões com uso dos EPIs fornecidos pelo Estado.

Palavras-chave: Cinemática tridimensional, BOPE, efeitos de EPIs, marcha, passo tático, trote.

ABSTRACT

Lucimara Mateus Leandro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2023. **Effects of different Personal Protective Equipment used by police officers from the Special Police Operations Battalion on the three-dimensional kinematics of gait, tactical walking and trotting.** Advisor: Amanda Piaia Silvatti.

Military police officers from the Special Police Operations Battalion (BOPE) wear Personal Protective Equipment (PPE), which can weigh up to 40% of their body weight. Research has shown that the excess weight of this equipment can have an impact on biomechanical variables. Therefore, this study aimed to analyze how PPE can affect stride length and width, the three-dimensional displacement of the center of mass, and the angular variables of the trunk, hip, knee, and ankle joints. An optoelectronic system consisting of 10 cameras (360Hz, Optitrack) was used to track the 3D coordinates of 36 retroreflective markers attached to five BOPE police officers. Ten gait cycles were analyzed using a physical education suit (control) and three types of PPE (anti-tumult, tactical actions and anti-bomb). In addition, the control suit and two types of PPE (anti-tumult and tactical actions) were evaluated in the tactical step and trot tasks with the same duration. The results showed significant changes in the average curves with the anti-bomb PPE, with a higher standard deviation than the control in all joints. In the left ankle adduction/abduction curve during the tactical step, the anti-tamper PPE showed less adduction compared to the control. Statistically significant differences were found in the range of motion (ROM). In the left knee during the trot, the use of tactical action PPE (54.69 ± 5.67) caused a significant reduction in flexion/extension compared to the control (60.70 ± 7.9); the right knee, during the same task, showed a significant reduction in flexion/extension during the use of tactical action PPE (59.94 ± 3.83) compared to the control (62.46 ± 6.91). The left ankle showed a statistically significant internal/external rotation difference between the control (10.21 ± 1.55) and the anti-tamper PPE (8.2 ± 1.56). In terms of spatial variables, the length of the right and left stride during walking with the anti-bomb PPE ($1.18 (\pm 0.12)$) was significantly less than with the tactical actions PPE ($1.42 (\pm 0.12)$ and $1.44 (\pm 0.09)$), in agreement with the literature. Stride width was significantly greater when wearing tactical PPE ($0.09 (\pm 0.03)$) compared to anti-tumult PPE ($0.07 (\pm 0.04)$) during the tactical step. It was concluded that PPE weighing more than 30 kg caused changes in the spatial variable stride length. The stride width only changed during the tactical step, possibly because the way the load was carried varied due to the positioning of the rifle in the tactical PPE and the shield in the anti-tumult PPE. In addition,

individual adaptations were more prominent about the average curves than group adaptations. Regarding ROM, the knee and ankle joints showed changes due to the increased load, the latter in the tactical step, which had not been studied before. As such, this study provides unprecedented results in analyzing the tactical step and is relevant because of the speeds similar to those used in raids using the PPE provided by the state.

Keywords: Three-dimensional kinematics, BOPE, PPE effects, gait, tactical step, trot.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Posicionamento de combate - vista frontal	15
Figura 2	Protocolo experimental	19
Figura 3	Modelo de marcação	22
Figura 4	EPIs	23
Figura 5	Variáveis espaciais	24
Figura 6	Curvas Médias do centro de massa	27
Figura 7	Curvas Médias do tronco na marcha	28
Figura 8	Curvas Médias do tronco no passo tático	29
Figura 9	Curvas Médias do tronco no trote	30
Figura 10	Curvas médias da articulação do quadril nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito na marcha	31
Figura 11	Curvas médias da articulação do quadril nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no passo tático	34
Figura 12	Curvas médias da articulação do quadril nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no trote	35
Figura 13	Curvas médias da articulação do joelho nos dois graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito na marcha	37
Figura 14	Curvas médias da articulação do joelho nos dois graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no passo tático	38
Figura 15	Curvas médias da articulação do joelho nos dois graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no trote	40
Figura 16	Curvas médias da articulação do tornozelo nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito na	41
Figura 17	Curvas médias da articulação do tornozelo nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no passo tático	43
Figura 18	Curvas médias da articulação do tornozelo nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no trote	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Média (DP) das características da amostra, dos EPIs do Bope	26
Tabela 2	ADM da articulação do tronco na marcha	28
Tabela 3	ADM da articulação do tronco no passo tático	29
Tabela 4	ADM da articulação do tronco no trote	30
Tabela 5	ADM da articulação do quadril na marcha	32
Tabela 6	ADM da articulação do quadril no passo tático	33
Tabela 7	ADM da articulação do quadril no trote	36
Tabela 8	ADM da articulação do joelho na marcha	36
Tabela 9	ADM da articulação do joelho no passo tático	39
Tabela 10	ADM da articulação do joelho no trote	39
Tabela 11	ADM da articulação do tornozelo na marcha	42
Tabela 12	ADM da articulação do tornozelo no passo tático	44
Tabela 13	ADM da articulação do tornozelo no trote	46
Tabela 14	Média (desvio-padrão) das variáveis espaciais da marcha de policiais do Bope	47
Tabela 15	Média (desvio-padrão) das variáveis espaciais do passo tático de policiais do Bope	47
Tabela 16	Média (desvio-padrão) das variáveis espaciais do trote de policiais do Bope	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BOPE	Batalhão de Operações Policiais Especiais
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ADM	Amplitude de Movimento
EPI_AT	Equipamento de Proteção Individual de Ações táticas
EPI_ANT	Equipamento de Proteção Individual Antitumulto
EPI_ATB	Equipamento de Proteção Individual Antibomba

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS	51
ANEXOS.....	53

1. INTRODUÇÃO

O Batalhão de Operações Policiais Especiais (BOPE) é uma unidade de alta performance da Polícia Militar (VICENTINI, 2015) que surgiu da necessidade da criação de uma polícia especializada para atuar em nível estadual.

Esses policiais são especialistas que adquirem elevado preparo técnico, tático e psicológico para assegurar a sobrevivência, resistir a soluções de crises, enfrentar tiros, utilizar as devidas táticas de resgate e remoção, desativar explosivos e atuar em diversas áreas de alto risco (CARVALHO, 2021; PACHECO, 2014; STRADER *et al.*, 2020). Para isso, devem executar tarefas operacionais fisicamente exigentes (STRADER *et al.*, 2020) como correr, caminhar ou passar longos períodos de pé, em superfícies variáveis, carregar ou arrastar objetos e, ou pessoas (KASOVIĆ, 2020) (JOSEPH *et al.*, 2018; SOUSA *et al.*, 2021), lutar contra infratores, além de serem preparados para transpor obstáculos durante treinamentos ou operações (JOSEPH *et al.*, 2018).

Levando em consideração as exigências deste ofício, é de suma importância o uso correto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) que asseguram a proteção do trabalhador. Esses equipamentos são regulamentados na Consolidação das Leis do Trabalho pela norma nº. 6 (NR-06), (Brasil, 2020), sendo de uso obrigatório, planejados e criados de acordo com a atividade exercida pelo trabalhador, a fim de proteger sua integridade física, contra os riscos da profissão. (CARRIJO, 2020).

Carrijo (2020) descreve o uniforme dos agentes de segurança pública, ressaltando o colete balístico como sendo o principal EPI, capaz de proteger os policiais de traumas decorrentes de projéteis de armas de fogo, visto que aqueles que não possuem o hábito de usar o colete são mais propensos a levar tiros no tórax ou sofrer ferimentos em órgãos internos, que os tornem temporariamente incapazes de reagir a ameaças, ou até mesmo irem a óbito.

A farda deve ser resistente e permitir mobilidade, enquanto o calçado deve ser apropriado às tarefas operacionais fisicamente exigentes, a exemplo de correr, caminhar ou passar longos períodos de pé em superfícies variáveis, com segurança e resistência a objetos e agentes externos que possam lhes cair sobre o pé (CARRIJO, 2020).

O capacete balístico deve oferecer proteção em situações de confronto armado, prisões e resgate de reféns. Outro EPI utilizado nessas situações e naquelas que envolvem um grande número de pessoas é o escudo balístico que protege contra impactos, objetos inflamáveis e disparos de armas de fogo. A armadura é composta por peças modulares que protegem membros inferiores e superiores, tronco e cabeça (CARRIJO, 2020). O EPI do explosivista só é utilizado

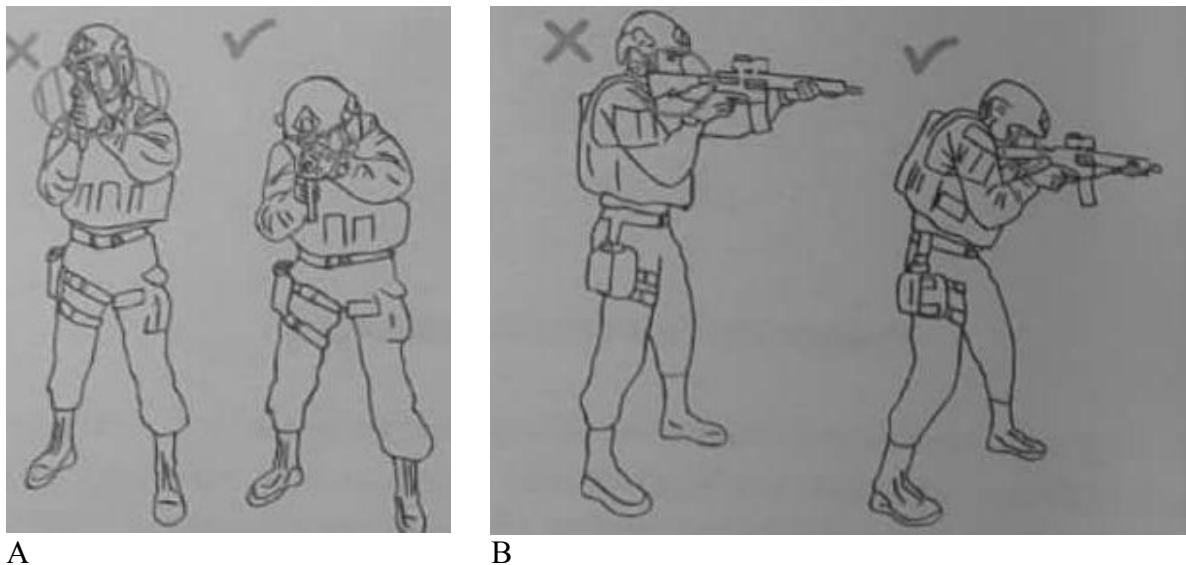
em situações que envolvem desarmar ou detonar artefatos explosivos, sendo composto pelo equipamento EOD® 9N Bomb Suit & Helmet.

Esses equipamentos podem pesar de 23 kg (JOSEPH *et al.*, 2018, STRADER *et al.*, 2020) a mais de 40 kg, de acordo com a ação ou função desempenhada. Importante ressaltar que realizar tarefas distintas com essa sobrecarga exige do policial um preparo físico que pode ser determinante para o sucesso da missão ou incursão (STRADER *et al.*, 2020).

Para além do uso do EPI, as posições e movimentações são importantes para a proteção, pois uma boa posição, aliada ao EPI, pode diminuir as áreas do corpo expostas. As posições não são *engessadas* devido às características anatômicas dos indivíduos, mas são as bases para que assumam posição agressiva de tiro, o que influencia também na movimentação (NOGUEIRA, 2021).

Algumas características da posição de combate requerem a cabeça e o pescoço alinhados, sem apresentarem inclinação lateral (Figura 1A). O tronco deve ser mantido flexionado à frente do quadril, que deve estar ligeiramente inclinado para trás, com as pernas afastadas, e os joelhos devem estar ligeiramente flexionados, com os pés apontando para frente (Figura 1B), beneficiando o equilíbrio. Tal posicionamento torna o agente um alvo rápido, pequeno e agressivo (NOGUEIRA, 2021).

Figura 1 – Posicionamento de combate.



A
(A) Vista Frontal, (B) Vista Lateral.
Fonte: Nogueira (2021).

Aliada à posição está a movimentação, que deve ser rápida e precisa, para garantir a eficiência dos disparos e afiançar abrigo, rapidamente, conforme destacado por Nogueira,

(2021). Durante as operações, os policiais do BOPE realizam diferentes formas de movimentação para se deslocarem de forma eficiente e de acordo com as características e finalidades específicas de cada incursão. Neste estudo, são abordadas três formas de movimentação: a marcha, o passo tático e o trote.

Nesse contexto, ao associar os EPs com seu peso, que varia entre 20% e 40% do peso corporal dos agentes, às técnicas de combate, verifica-se que os policiais ficam propensos aos efeitos desse transporte. As consequências podem ser identificadas tanto na mecânica da marcha (FOX *et al.*, 2020; MAJUMDAR; PAL, 2010; WALSH; HARRISON, 2021) quanto na postura (FOX *et al.*, 2020), ou, ainda, em lesões músculo esqueléticas por estresse e dor em regiões da coluna torácica e lombar (WALSH; LOW, 2021). Ademais, Josep *et al.* (2018) ressaltam que o desempenho durante as ações táticas dos policiais pode reduzir significativamente a cada 10 kg de equipamento corporal usado.

A análise da marcha de militares mostra os efeitos do transporte de carga nas variáveis cinemáticas angulares em condições onde as cargas são alteradas. No momento do contato do pé com o solo houve um aumento nos ângulos de flexão do quadril (cargas de 6,8 e 17,5 kg) e joelho (carga de 8,6 kg), e dorsiflexão do tornozelo (cargas de 6,8 e 8,6 kg) do que nas condições sem carga, em um trajeto de 10m de caminhada com velocidade autosselecionada (3,49 - 3,99 km/h). Para as variáveis comprimento do passo e da passada não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (MAJUMDAR *et al.*, 2010). Sessoms *et al.*, (2020) não encontraram nenhuma alteração na flexão de tronco durante a caminhada em esteira (4,68 km/h) com colete balístico, mochila e rifle.

Ulman *et al.* (2022), ao analisarem a caminhada em velocidade autosselecionada, observaram que a média da largura da passada variou de maneira significativa. Esse aumento foi evidenciado ao comparar a condição sem carga e a condição com carga de 16 kg com a condição que envolvia uma carga de 32 kg. Os referidos autores também avaliaram a experiência dos militares (primeiro ano e quarto ano) e encontraram que tanto a experiência quanto a carga alteram as variáveis angulares. Kasović *et al.* (2020) avaliaram o efeito dos equipamentos policiais ($\cong 3,5$ kg) durante a marcha nos parâmetros espaço-temporais, observando aumento na largura do passo, no tempo do passo e da passada e redução dos valores de comprimento do passo e da passada, da velocidade e da cadência, o que, segundo os autores, ocorre para manter o padrão da marcha. Já na cinética da marcha encontraram alterações no pico de pressão nas regiões abaixo do antepé, mediopé e retropé, o que pode incorrer em aparecimento de lesões, bolhas, fraturas por estresse e problemas articulares.

Loverro, Hasselquist e Lewis (2019), analisando a marcha de militares com colete com carga de 1,7 kg; 15 kg e 26 kg, encontraram que a carga alterou o movimento do quadril no plano sagital, verificando que os ângulos de flexão máxima do quadril foram maiores para as condições com carga do que sem carga. No joelho, o pico de extensão foi maior para a condição sem carga; o pico de abdução do joelho foi maior para a condição com carga de 26 kg.

Analisando transição entre a caminhada e corrida (4,68 - 12,6 km/h), na revisão sistemática realizada por Walsh e Low (2021), no estudo de Brown *et al.* (2014) foi encontrado aumento na flexão de tronco e redução dos valores angulares de joelho (carga de 40 kg), se comparado com a condição de carga 6kg. No quadril e joelho, a condição com carga de 40 kg apresentou valores menores de flexão se comparada com a condição com carga de 20 kg. Na corrida (12,6 km/h) a flexão de tronco aumentou, se comparada a condição de 20 e 40 kg com a condição de 6 kg.

Quanto à amplitude de movimento, a revisão citada aborda que diferentes autores, utilizando diferentes cargas na caminhada em esteira ou no solo, encontraram um aumento na ADM para as articulações do quadril joelho e tornozelo. Para o tronco, a ADM diminuiu para a caminhada no solo com a mochila. No joelho, a diminuição da ADM ocorreu durante a transição da caminhada para a corrida. Desta revisão apenas um artigo não apresentou alterações para a ADM do tornozelo utilizando a mochila e rifle em caminhada no solo.

A partir da literatura atual, observa-se que a maioria dos estudos contemplam principalmente a marcha dos militares, porém, as atividades realizadas pelos agentes do BOPE envolvem também a realização do passo tático, que é realizado em uma velocidade menor e controlada e com uma movimentação estratégica, e o trote que é realizado com aproximadamente o dobro da velocidade da marcha, constatando-se que ocorrem alterações na marcha, torna-se importante avaliar o passo tático e o trote, visto que na literatura estudos inerentes e aplicáveis à rotina dos agentes são escassos (SOUSA *et al.*, 2021).

O objetivo geral neste estudo é analisar a influência dos EPIs (cujas cargas variam entre 14 kg e 30 kg) utilizados pelo BOPE de Alagoas nas variáveis cinemáticas espaciais e angulares nas três condições descritas acima.

Essa análise possibilita compreender as adaptações realizadas pelo indivíduo para o transporte dos EPIs e o impacto agudo que esses equipamentos podem gerar.

Para que esse transporte seja realizado com segurança, reduzindo o risco de lesões, esse entendimento também poderá possibilitar embasamentos quantitativos para a criação de treinamentos com exercícios específicos para melhor desempenho dos agentes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

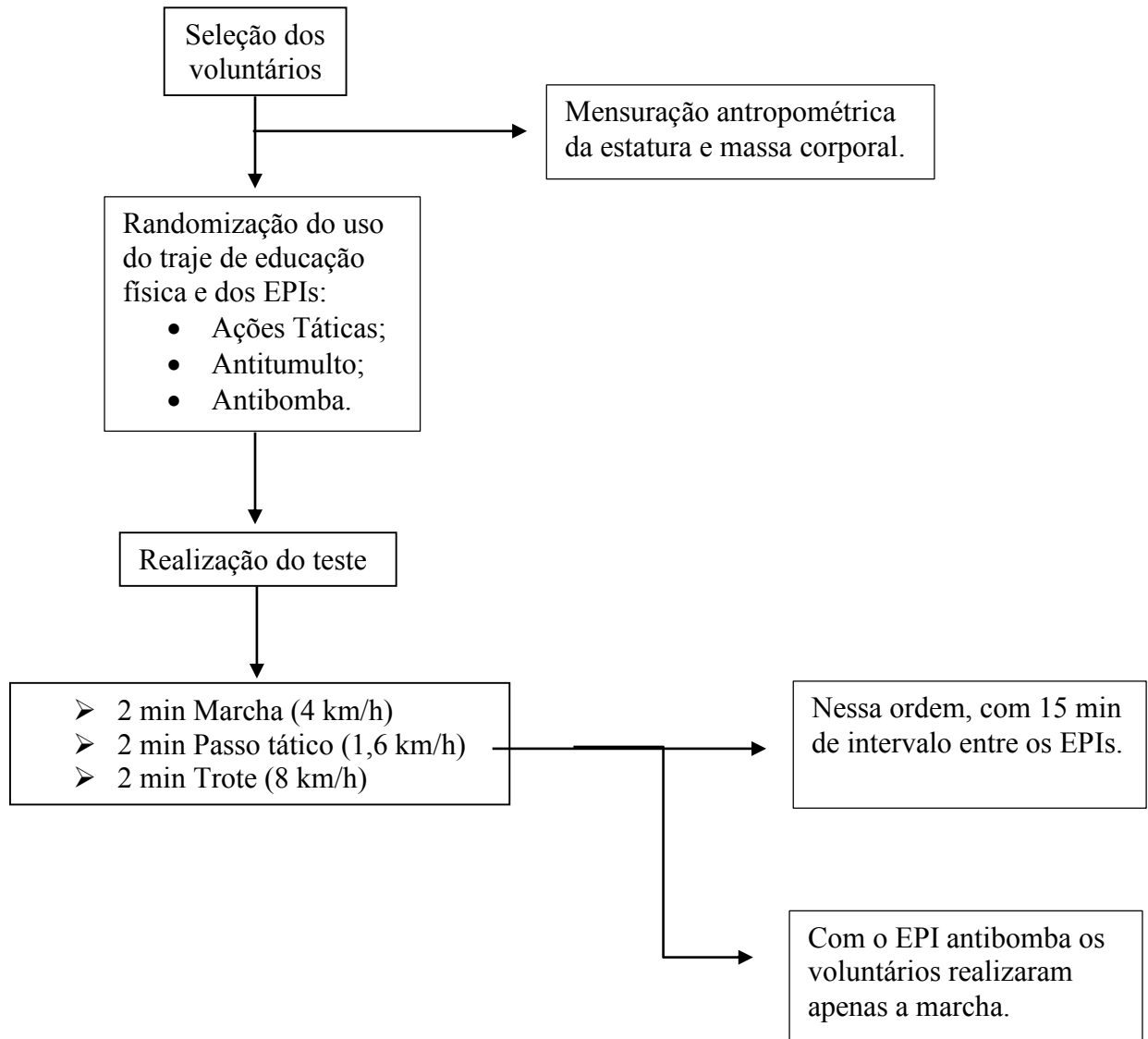
Amostra

A amostra foi composta por cinco policiais militares do Batalhão de Operações Policiais Especiais de Alagoas (BOPE), do sexo masculino (massa (DP) $81,68 \pm 7,59$ kg, altura $174 \pm 5,2$ cm, idade $34,7 \pm 4,9$ anos, registro profissional ativo há $10 \pm 4,4$ anos e $34,0 \pm 5,4$ horas de trabalho semanal), sem histórico de lesão osteomioarticular, nos seis meses que antecederam à coleta. Os voluntários foram convidados a participar desta pesquisa. Para tanto, os mesmos foram informados acerca dos propósitos da investigação, das avaliações realizadas, e dos objetivos do estudo. Os que concordaram em participar assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). A condução do estudo passou por aprovação do comitê de ética sob o parecer nº 65424722.6.0000.5153.

Desenho experimental

Na Figura 2, mostra-se o fluxograma do Protocolo experimental.

Figura 2 – Protocolo experimental.



Fonte: Dados da pesquisa. Arquivo pessoal (2023).

Instrumentos de avaliação

Os instrumentos utilizados para avaliação que culminou nos resultados deste estudo foram balança manual (Welmy®), de precisão de 1kg e metrificada em cm, para a mensuração antropométrica da estatura e massa corporal por um mesmo avaliador. O traje de Educação Física (EF) e os EPIs oficiais do BOPE/AL.

A coleta dos dados cinemáticos foi feita com 10 câmeras optoeletrônicas (PRIME 17w – sistema OptiTrack®), posicionadas em torno dos sujeitos, interligadas no Software Motive MTV-BDY, com frequência de amostragem de 360 quadros/segundo e volume de aquisição de 6m comprimento x 4m largura x 2,5m altura. A aquisição das variáveis cinemáticas foi obtida durante a marcha, o passo tático e o trote em esteira (SuperATL, Inbramed, Brasil).

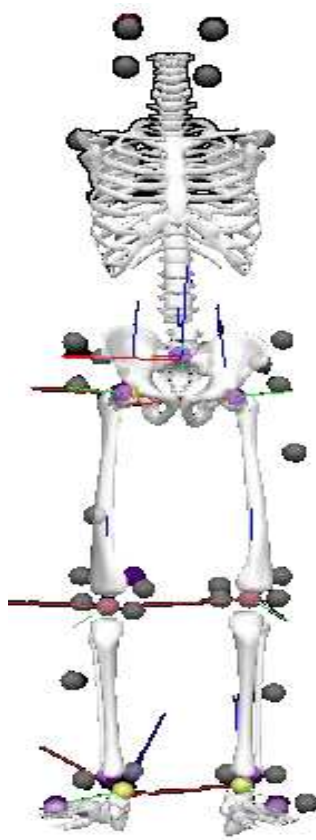
Procedimento para a coleta

Análise Cinemática Tridimensional.

Modelo de marcação

Foram fixados 36 marcadores retrorreflexivos em posições anatômicas e geométricas do tronco e dos membros inferiores do indivíduo, segundo o modelo de marcação Helen Hayes. A partir das coordenadas tridimensionais dos marcadores, foram definidos os segmentos tronco, pelve, coxa esquerda e direita, perna esquerda e direita e pé esquerdo e direito, possibilitando obter e analisar os ângulos articulares do tronco, quadril, joelho e tornozelo (Figura 3), o tronco e as articulações do quadril e tornozelo nos três graus de liberdade, enquanto o joelho dois graus de liberdade para os lados esquerdo e direito. Para a fixação dos marcadores, foram utilizadas fitas dupla face antialérgicas e esparadrapo impermeável branco.

Figura 3 – Modelo de marcação.



Fonte: Visual 3D software (2023).

Para se criarem os segmentos, foram utilizados pelo menos três marcadores por segmento, dispostos de forma não linear. Em cada segmento corporal foi utilizado um sistema de coordenadas coerente com os planos e eixos anatômicos (ARAÚJO *et al.*, 2004).

Caracterização do teste

Neste estudo, foram analisados o traje de Educação Física (EF) e os EPIs oficiais do BOPE/AL. O traje de EF esteve composto por tênis, bermuda e camisa (Controle) (Figura 4A), e três EPIs:

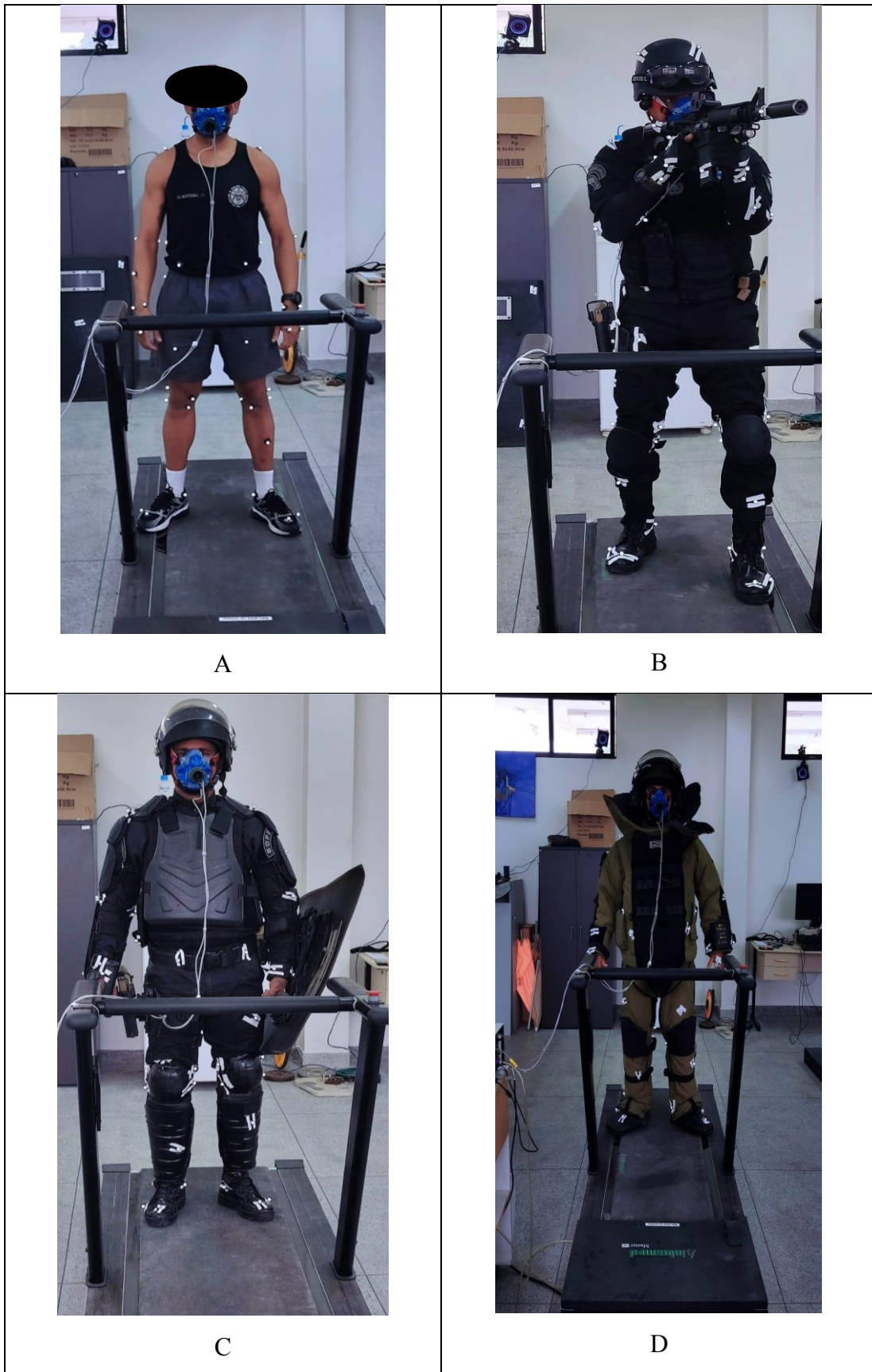
1. Ações táticas (EPI_AT) ($16,58 \pm 1,54$ kg) composto por capacete balístico, colete balístico, fuzil, cinto de guarnição, coldre porta carregador, porta algemas, uniforme (Figura 4B),
2. Antitumulto (EPI_ANT) ($18,96 \pm 1,16$ kg) composto por capacete antitumulto, exoesqueleto, escudo, bastão polímero (Figura 4C).

Para cada um dos trajes acima citados, o voluntário realizou uma marcha de dois minutos, com velocidade de 4 km/h, seguida por dois minutos de passo tático

(variação da marcha, caracterizado por uma movimentação mais lenta e controlada) com velocidade de 1,6 km/h e dois de trote em esteira com a velocidade de 8 km/h similar à velocidade da realização das ações táticas, simulando a velocidade da incursão.

3. Antibomba (EPI_ATB) ($31,2 \pm 1,06$ kg) composto pelo equipamento EOD® 9N Bomb Suit & Helmet, (Figura 4D), o voluntário realizou apenas uma marcha na velocidade de 2 km/h.

Figura 4 – EPIs.



(A) EPI de Educação Física, (B) EPI de ações táticas, (C) EPI antitumulto, (D) EPI antibomba.

Fonte: Dados da pesquisa. Arquivo pessoal (2023).

Para se proceder às análises, foram utilizados no mínimo dez ciclos de passadas, para cada uma das situações descritas anteriormente. Cada voluntário utilizou seu traje de educação física e sua própria farda. A ordem de coleta dos EPIs foi realizada de forma randomizada entre os voluntários.

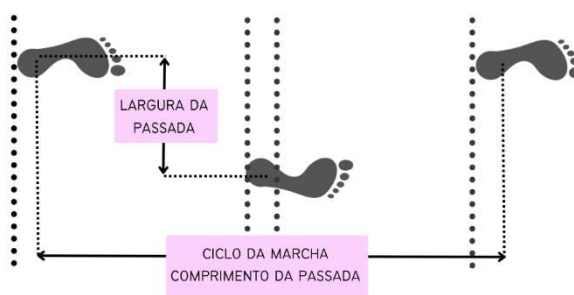
Variáveis

A partir da trajetória do marcador posicionado no calcâneo e no segundo metatarso, obtidos em relação ao sistema de coordenada da pelve, foram calculados os contatos do calcanhar e perda do contato do pé, possibilitando a definição dos ciclos da passada do membro esquerdo e direito. Foram utilizados no mínimo dez ciclos completos da passada para a obtenção dos ângulos de flexão e extensão, flexão lateral direita e esquerda e rotação no tronco, os ângulos de flexão e extensão, adução e abdução e rotação interna e externa no quadril, os ângulos de flexão e extensão e rotação interna e externa no joelho e os ângulos de dorsiflexão e flexão plantar, adução e abdução, inversão e eversão no tornozelo e do deslocamento tridimensional do centro de massa.

Para todas as variáveis foi calculada a curva média a partir das curvas dos ciclos completos da passada para cada tarefa normalizadas pelo ciclo da passada. As curvas médias foram analisadas de forma qualitativa, a fim de se verificar o padrão das curvas. A amplitude dos movimentos articulares foi calculada subtraindo-se o valor angular mínimo do valor máximo.

A partir dos momentos dos contatos e perda de contato do pé esquerdo e do pé direito com o solo, foi possível calcular as variáveis espaciais que são mostradas na Figura 5. As variáveis biomecânicas foram calculadas através do Visual 3D software (C-motion Inc., *Germantown, MD, USA).

Figura 5 – Variáveis espaciais.



Fonte: Dados da pesquisa. Arquivo pessoal (2023).

Análise estatística

Considerando que as tarefas apresentam características distintas entre si, aplicou-se o teste estatístico não paramétrico Friedman, separadamente, para analisar o impacto dos EPIs na marcha, no trote e no passo tático. Alterações com $p < 0,05$ foram consideradas diferenças estatisticamente significativas. Para estes dados foi aplicado o teste post hoc de Tukey-Kramer (Tukey's honestly significant difference procedure), no programa MatLab (©R2016a, The MathWorks, Inc.).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de média e desvio-padrão (DP) da amostra e dos EPIs estão apresentados na Tabela 1, conforme descrito na metodologia deste estudo.

Tabela 1 – Média (DP) das características da amostra, dos EPIs do BOPE.

Caracterização da amostra	Média (DP)
Altura (cm)	174.00 (\pm 5.24)
Idade (anos)	34.75 (\pm 4.99)
Peso (kg)	81.68 (\pm 7.59)
Tempo de trabalho (anos)	10.00 (\pm 4.41)
Horas semanais (h)	34.00 (\pm 5.47)
EPI_AT (kg)	16.58 (\pm 1.54)
EPI_ANT (kg)	18.96 (\pm 1.16)
EPI_ATB (kg)	31.20 (\pm 1.06)

EPI_AT = EPI de ações táticas; EPI_ANT = EPI antitumulto; EPI antibomba.

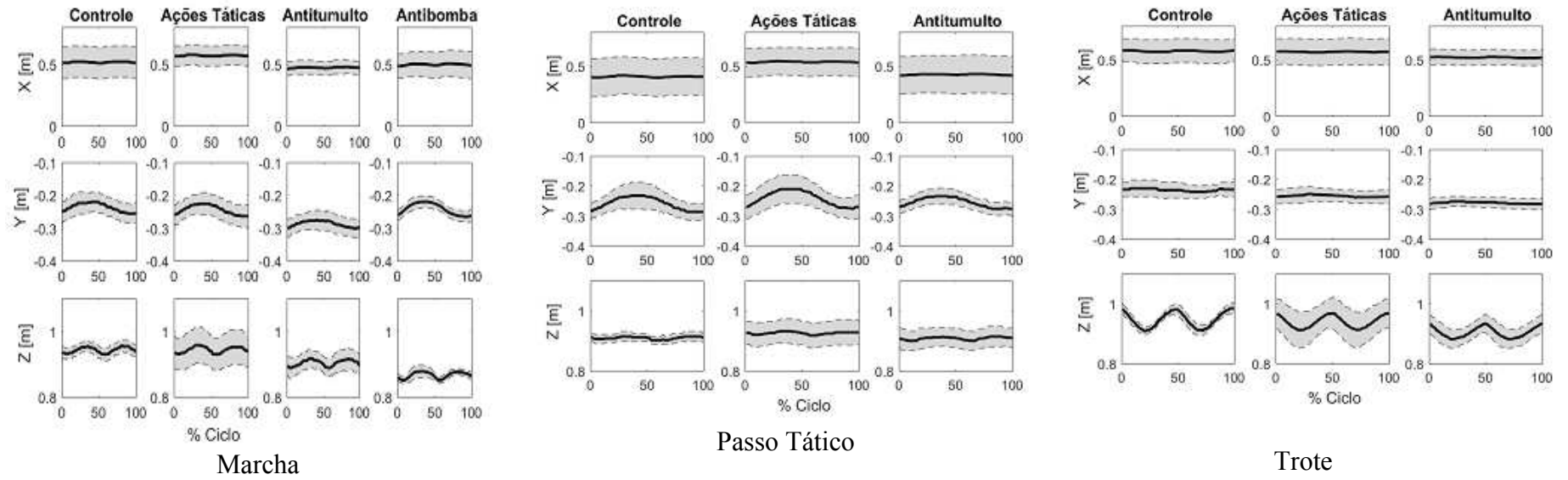
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Curvas médias e amplitude de movimento

Nas figuras 6 a 17, estão apresentados as curvas médias e o desvio-padrão para todos os voluntários, para o deslocamento do centro de massa, o tronco e as articulações do quadril e tornozelo (três graus de liberdade para o lado esquerdo e direito) e joelho (dois graus de liberdade para o lado esquerdo e direito). Foram identificadas diferenças estatisticamente significativas na amplitude de movimento apenas para os joelhos esquerdo e direito e o tornozelo esquerdo, de acordo com os resultados apresentados nas tabelas 10 e 12. O tronco e as demais articulações não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

Quanto às curvas médias do centro de massa, durante a marcha, constatou-se uma grande variação no deslocamento e observou-se um menor desvio-padrão no plano sagital, com exceção da tarefa trote do EPI antitumulto (Fig.6).

Figura 6 – Curvas Médias do centro de massa.

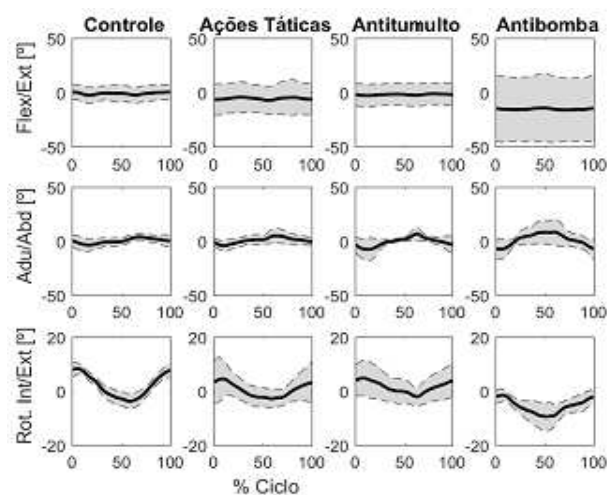


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Observando-se as figuras 7, 8 e 9, verificou-se que a flexão de tronco aumentou apenas no trote, quando ocorreu também a menor variação do desvio-padrão (Fig. 9). Segundo Seay (2015), em sua análise sobre o uso de mochilas, a flexão do tronco desloca o centro de massa da carga para uma posição próxima à base de suporte, resultando na estabilização da carga (Fig. 9).

A amplitude de movimento do tronco na flexão/extensão apresentou maiores valores para o EPI de ações táticas. Com o incremento do EPI, a flexão lateral de tronco apresentou uma tendência de aumento na marcha (Tabela 2), corroborando os achados de Sessoms *et. al.*, (2020) que não encontraram alterações na flexão de tronco durante a caminhada. Contudo, na revisão sistemática de Walsh e Low (2021) foi encontrada uma diminuição da ADM durante a caminhada em solo com mochila. No passo tático houve a manutenção da ADM (Tabela 3).

Figura 7 – Curvas Médias do tronco na marcha.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

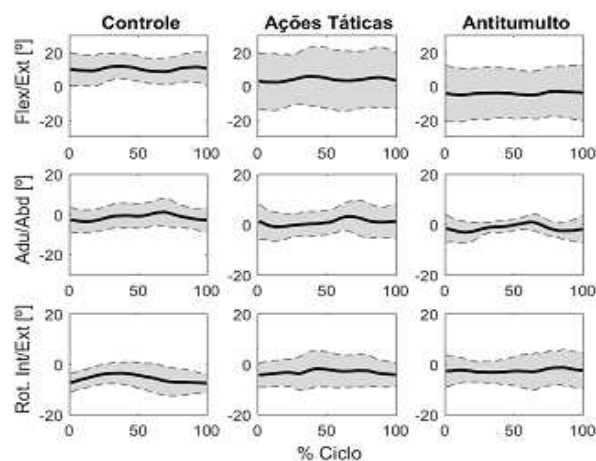
Tabela 2 – ADM da articulação do tronco na marcha.

TRONCO	Marcha				p
	EF	AT	ANT	ANB	
X	4.52 (\pm 1.47)	5.68 (\pm 2.18)	3.78 (\pm 2.23)	4.50 (\pm 2.85)	0,668
Y	8.73 (\pm 2.64)	10.39 (\pm 7.00)	16.04 (\pm 15.84)	21.37 (\pm 16.82)	0,724
Z	12.31 (\pm 2.77)	8.46 (\pm 6.11)	7.20 (\pm 5.31)	8.41 (\pm 4.89)	0,564

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, ANB = antibomba, p = valor p.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 8 – Curvas Médias do tronco no passo tático.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Tabela 3 – ADM da articulação do tronco no passo tático.

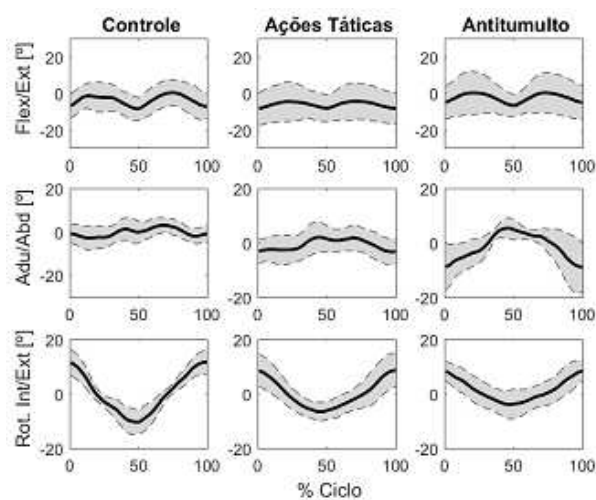
TRONCO	Passo Tático			p
	EF	AT	ANT	
X	4.80 (\pm 0.90)	5.41 (\pm 2.90)	4.28 (\pm 1.81)	1
Y	5.44 (\pm 2.63)	5.03 (\pm 3.66)	6.50 (\pm 4.69)	0,818
Z	5.98 (\pm 2.51)	4.52 (\pm 3.05)	4.58 (\pm 3.12)	0,090

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, p = valor p.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No trote, observa-se uma variação não significativa na rotação de tronco que diminuiu com o aumento do peso do EPI. Esta variação pode ter decorrido do posicionamento do fuzil em frente e rente ao corpo e do escudo na mão esquerda, próximo ao corpo (Fig. 9 e Tab.4).

Figura 9 – Curvas Médias do tronco no trote.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Tabela 4 – ADM da articulação do tronco no trote.

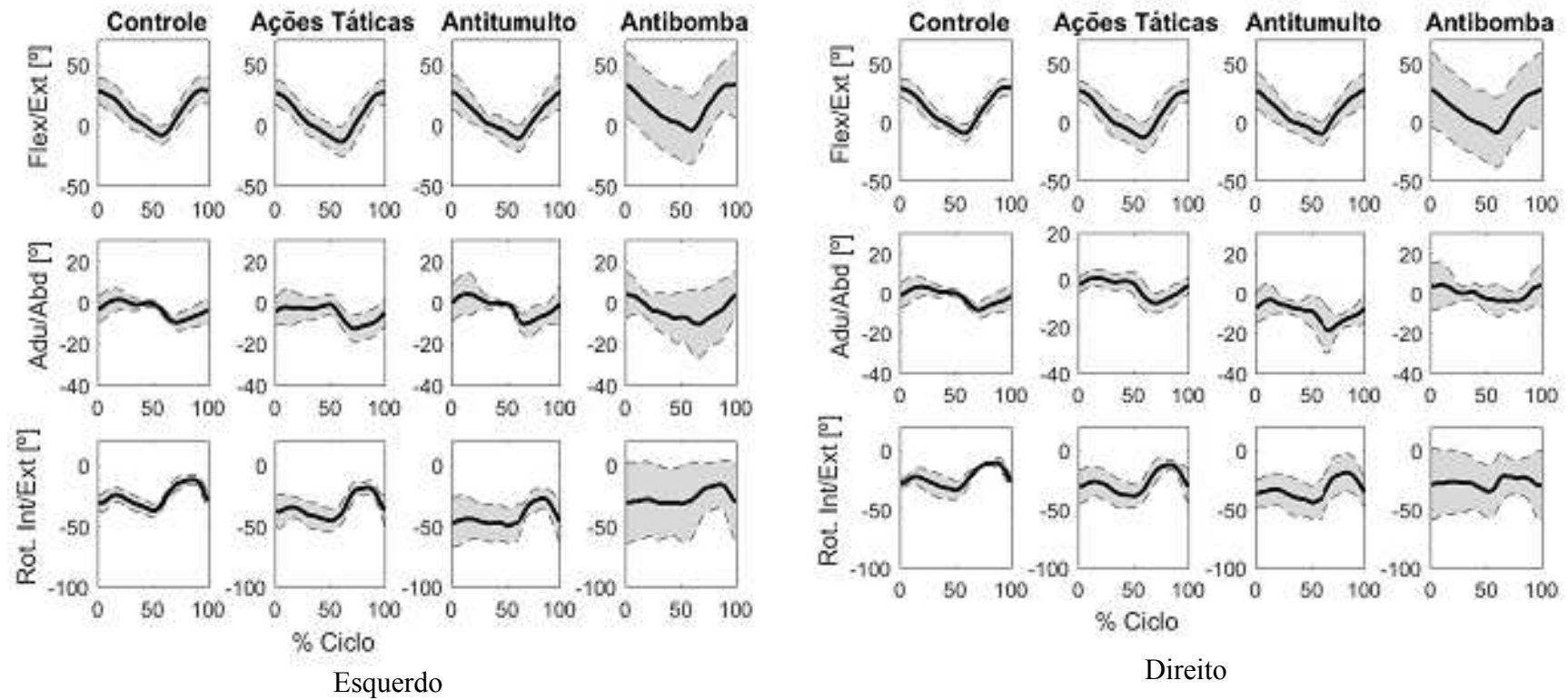
TRONCO	Trote			p
	EF	AT	ANT	
X	9.54 (\pm 2.63)	6.36 (\pm 3.81)	8.36 (\pm 6.30)	0,818
Y	7.99 (\pm 2.54)	7.46 (\pm 5.12)	15.33 (\pm 12.06)	0,246
Z	22.56 (\pm 6.83)	15.42 (\pm 5.97)	12.82 (\pm 5.30)	0,246

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, p = valor p.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Abaixo estão apresentadas as curvas médias (Fig. 10) e transcritos os dados encontrados para a ADM da articulação do quadril (Tab. 5), durante a marcha, demonstrando que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

Figura 10 – Curvas médias da articulação do quadril nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito na marcha.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Observa-se nas curvas médias dos EPIs, para o quadril esquerdo na marcha, que, na flexão/extensão, o EPI antibomba apresentou maior desvio-padrão do que os demais EPIs. Na adução-abdução, o padrão da curva no EPI antibomba mudou, e o desvio-padrão aumentou. Verifica-se, ainda, que, na rotação interna e externa, o EPI antitumulto apresentou um aumento do desvio-padrão na rotação externa, além de que a amplitude de movimento no EPI antibomba diminuiu e o desvio-padrão aumentou (Fig. 10).

No quadril direito o EPI antitumulto, na adução e abdução, apresentou uma mudança na amplitude da curva, na rotação interna/externa e um aumento no desvio-padrão. O EPI antibomba, na flexão/extensão, apresentou maior desvio-padrão do que os demais EPIs. Na adução e abdução, houve um aumento no desvio-padrão e mudança no padrão da curva, sendo que, na rotação interna/externa também foi observado o aumento no desvio-padrão (Fig. 10). Quanto à ADM, observa-se uma tendência a aumentar os valores de adução/abdução do lado esquerdo (Tab. 5). Birrell e Haslam (2010) registraram aumentos na adução/abdução e rotação interna/externa de quadril.

Tabela 5 – ADM da articulação do quadril na marcha.

		Marcha				
	QUA-DRIL	EF	AT	ANT	ANB	p
X	Esquerdo	37.56 (± 6.09)	41.49 (± 5.23)	39.37 (± 8.04)	42.24 (± 5.93)	0,240
	Direito	39.41 (± 4.14)	40.15 (± 4.10)	37.90 (± 9.88)	39.04 (± 5.56)	0,989
Y	Esquerdo	12.24 (± 1.40)	13.97 (± 4.61)	18.07 (± 12.04)	21.30 (± 13.82)	0,724
	Direito	12.39 (± 2.12)	12.12 (± 4.31)	20.38 (± 15.15)	20.80 (± 9.00)	0,323
Z	Esquerdo	27.57 (± 7.55)	29.67 (± 10.20)	27.33 (± 16.08)	21.74 (± 12.43)	0,564
	Direito	24.84 (± 10.55)	27.27 (± 6.52)	28.25 (± 15.57)	27.63 (± 9.51)	0,896

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, ANB = antibomba, p = valor p

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Observa-se, na Fig. 11, que o controle apresentou valores maiores de curvas para os três graus de liberdade. O EPI de ações táticas apresentou maior desvio-padrão na adução/abdução, e o EPI antitumulto apresentou valores maiores de curvas médias de desvio-padrão para a flexão extensão e para a rotação interna/externa. Nas curvas médias do quadril direito, os EPIs de ações táticas e antitumulto apresentaram valores maiores de desvio-padrão do que o controle (Fig. 11). Na amplitude de movimento no plano transversal do quadril esquerdo, ocorre um aumento não significativo a medida que aumenta o peso do EPI (Tab.6).

Tabela 6 – ADM da articulação do quadril no passo tático.

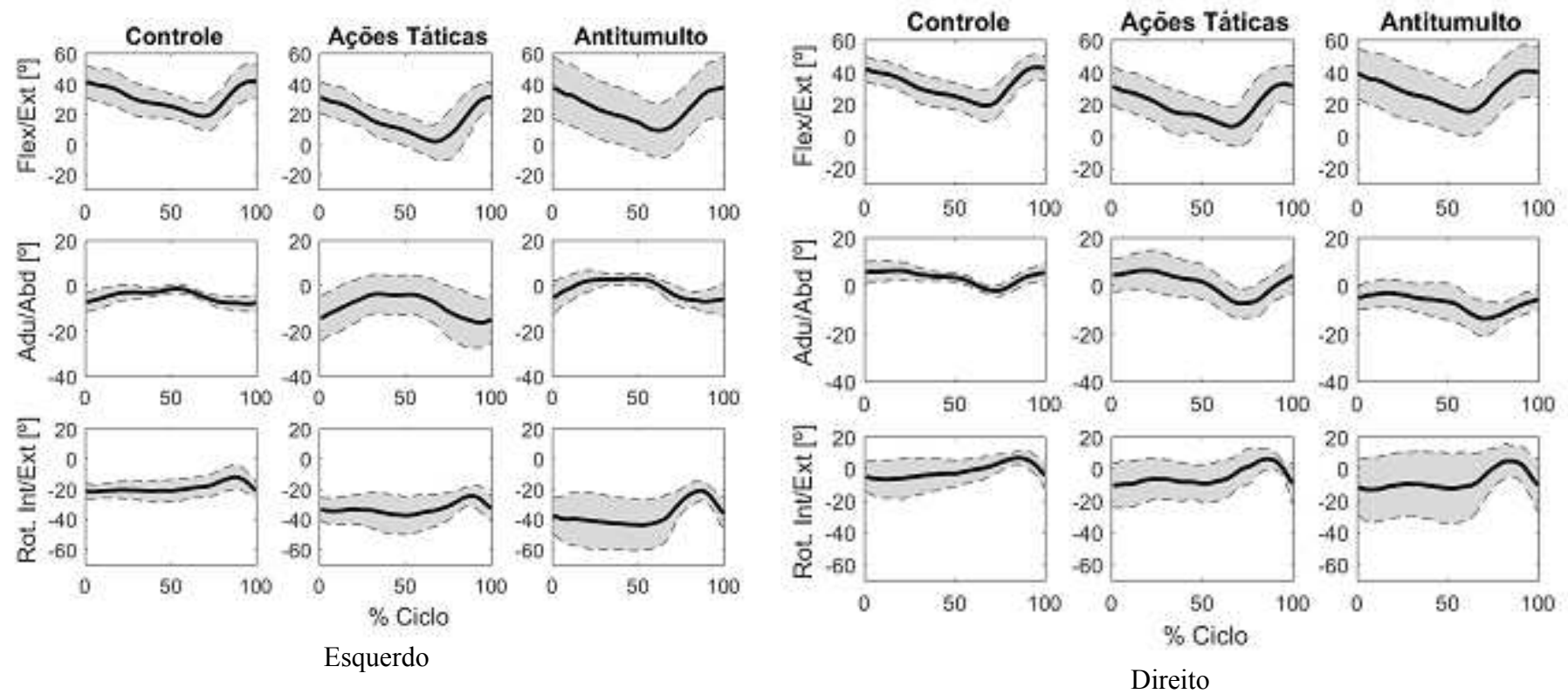
		Passo Tático			
	QUADRIL	EF	AT	ANT	p
X	Esquerdo	23.98 (\pm 7.78)	30.65 (\pm 10.10)	29.64 (\pm 6.97)	0,246
	Direito	25.04 (\pm 5.19)	27.91 (\pm 2.96)	26.60 (\pm 5.31)	0,548
Y	Esquerdo	8.08 (\pm 2.71)	14.29 (\pm 3.87)	12.68 (\pm 5.16)	0,074
	Direito	9.87 (\pm 3.69)	15.94 (\pm 6.49)	12.04 (\pm 3.77)	0,165
Z	Esquerdo	12.10 (\pm 4.40)	16.11 (\pm 6.88)	24.14 (\pm 13.27)	0,074
	Direito	15.56 (\pm 10.07)	21.93 (\pm 11.29)	21.20 (\pm 11.87)	0,548

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, p = valor p

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

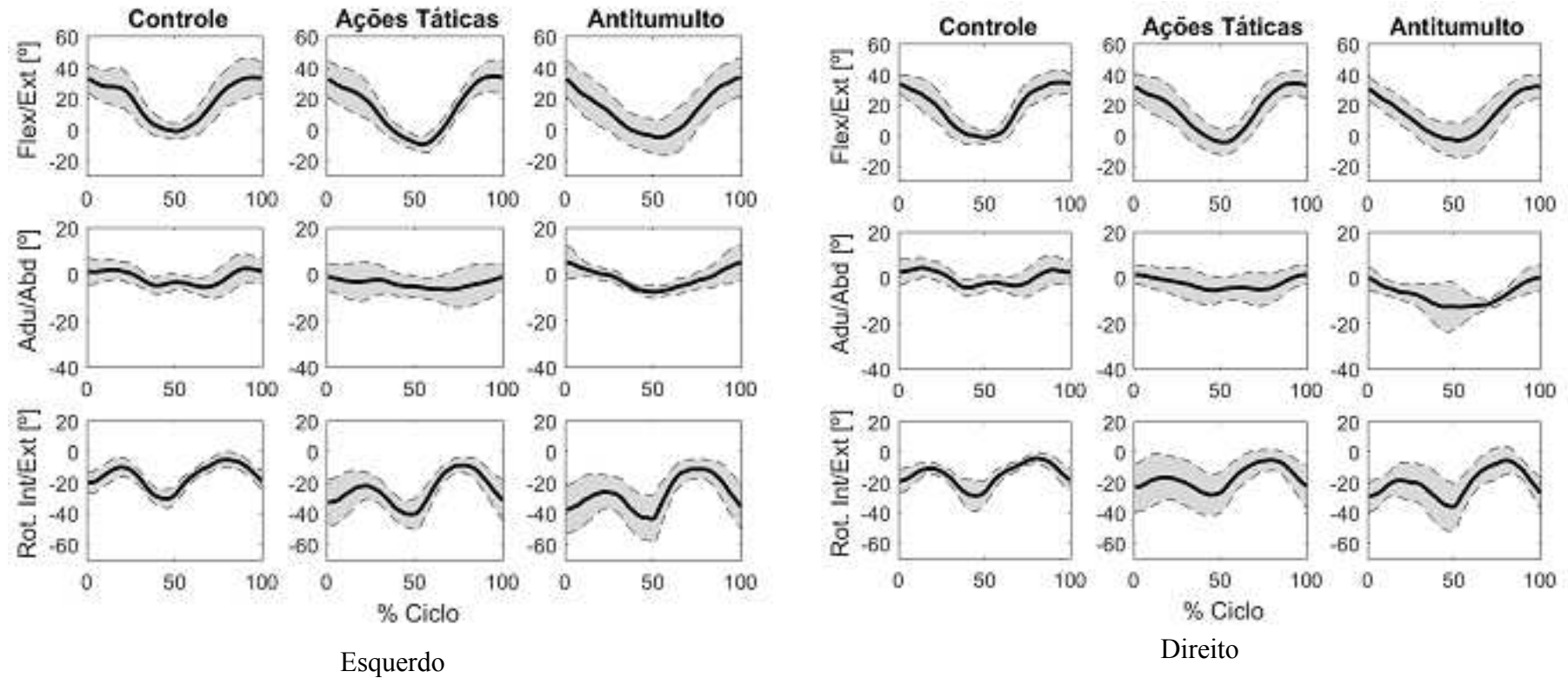
No quadril esquerdo o EPI de ações táticas apresenta uma redução no desvio-padrão no momento da extensão e uma redução na amplitude da curva no momento de adução e abdução. O EPI antitumulto apresentou aumento no desvio-padrão da flexão e extensão e redução no desvio-padrão na adução e abdução. Quando se observa o quadril direito, identifica-se no EPI de Ações táticas menor amplitude da curva média e maior desvio-padrão na rotação interna/externa. No EPI antitumulto, observa-se aumento no desvio-padrão da flexão extensão, rotação interna/externa e no momento da abdução (Fig. 12). Na articulação do quadril observou-se uma tendência ao aumento da rotação interna/externa durante o trote, quando se utiliza o EPI (Tab.7).

Figura 11 – Curvas médias da articulação do quadril nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no passo tático.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 12 – Curvas médias da articulação do quadril nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no trote.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Encontram-se nas Figuras 13, 14 e 15 e na Tabela 7, 8 e 9 os achados desta pesquisa quanto às curvas médias e a ADM da articulação do joelho, evidenciando-se que houve diferença estatisticamente significativa apenas para a ADM do joelho durante o trote.

Tabela 7 – ADM da articulação do quadril no trote.

		Trote			
	QUADRIL	EF	AT	ANT	p
X	Esquerdo	35.99 (\pm 7.80)	44.85 (\pm 6.89)	39.37 (\pm 6.01)	0,074
	Direito	37.37 (\pm 4.65)	39.78 (\pm 2.85)	36.97 (\pm 6.84)	0,548
Y	Esquerdo	12.29 (\pm 2.61)	8.09 (\pm 2.66)	13.89 (\pm 7.02)	0,246
	Direito	11.66 (\pm 2.56)	9.85 (\pm 2.15)	16.19 (\pm 12.64)	0,818
Z	Esquerdo	26.26 (\pm 9.20)	36.23 (\pm 10.48)	36.86 (\pm 12.86)	0,090
	Direito	25.94 (\pm 8.37)	25.79 (\pm 7.40)	31.41 (\pm 9.24)	0,548

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, p = valor p

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As curvas médias do joelho esquerdo, com o aumento da carga dos EPIs de ações táticas e antibomba, apresentaram maiores valores de desvio-padrão na extensão e na primeira flexão, na rotação interna e externa. Entretanto no joelho direito, apenas com o EPI antibomba encontrou-se maior desvio-padrão na flexão extensão e na rotação interna/externa (Fig. 13).

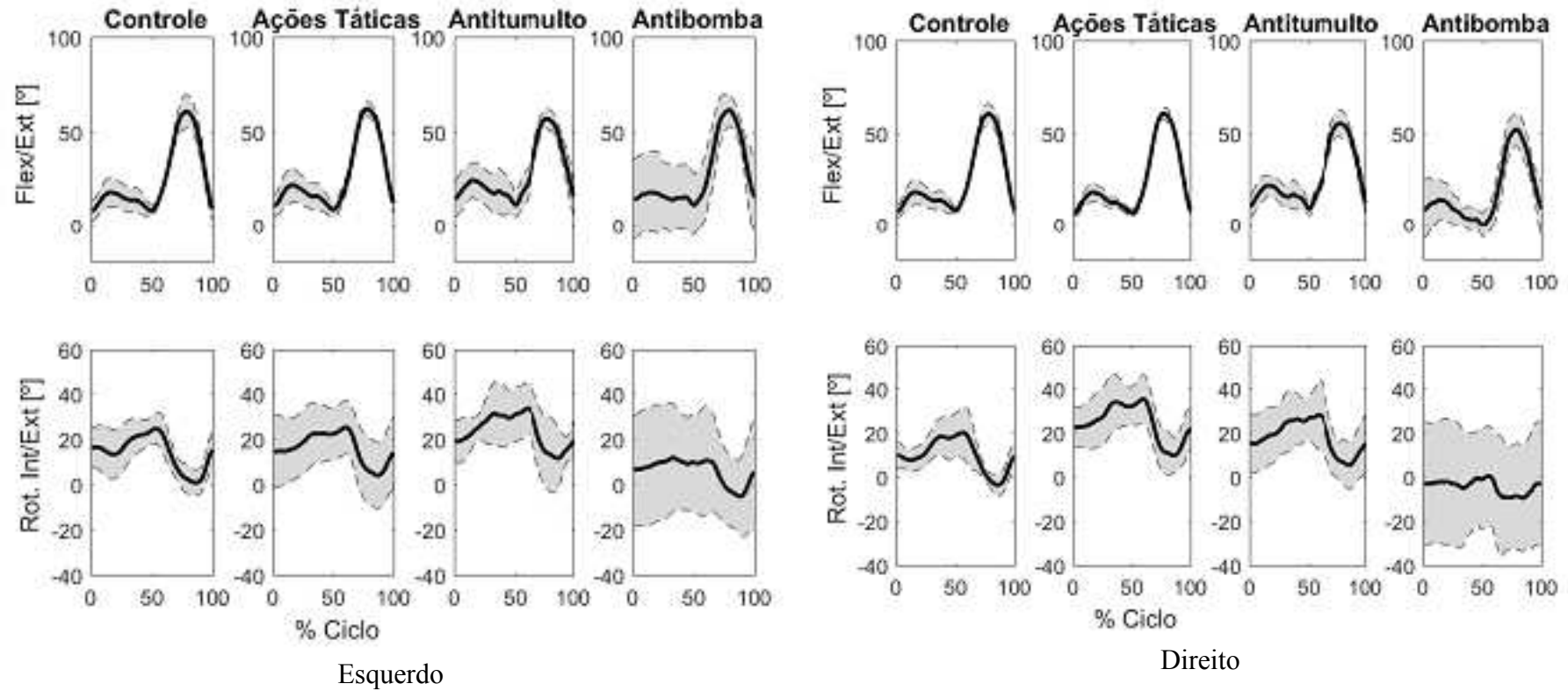
Tabela 8 – ADM da articulação do joelho na marcha.

		Marcha				
	JOELHO	EF	AT	ANT	ANB	p
X	Esquerdo	54.08 (\pm 7.28)	53.55 (\pm 3.84)	47.17 (\pm 10.05)	52.32 (\pm 15.39)	0,516
	Direito	54.34 (\pm 4.96)	54.80 (\pm 3.67)	47.49 (\pm 6.19)	57.20 (\pm 13.80)	0,095
Z	Esquerdo	24.88 (\pm 5.53)	24.15 (\pm 5.01)	28.01 (\pm 9.63)	21.20 (\pm 8.49)	0896
	Direito	26.07 (\pm 12.69)	29.11 (\pm 6.14)	27.15 (\pm 12.16)	22.98 (\pm 9.20)	0,564

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, ANB = antibomba, p = valor p

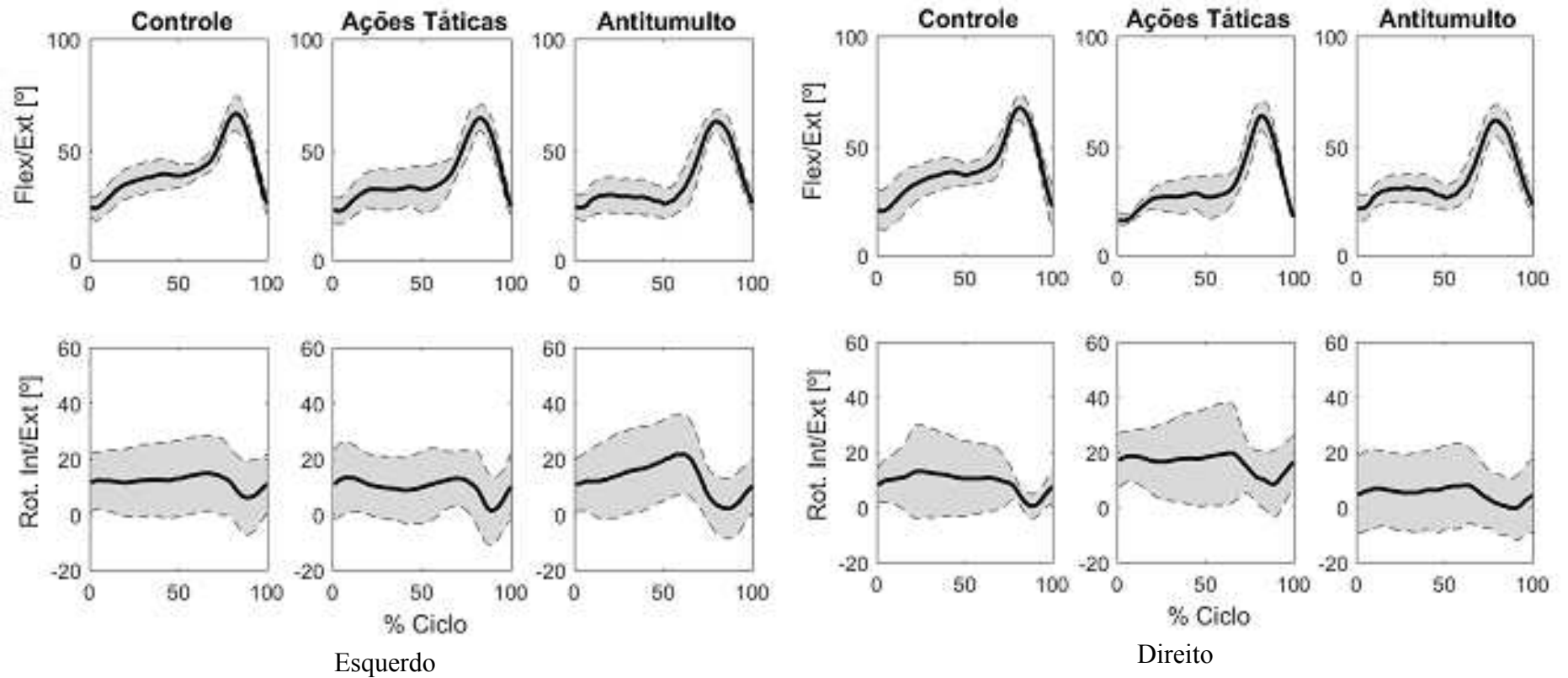
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 13 – Curvas médias da articulação do joelho nos dois graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito na marcha.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 14 – Curvas médias da articulação do joelho nos dois graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no passo táctico.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

O joelho esquerdo no passo tático, mostra aumento na amplitude da curva de rotação interna e externa do joelho, para o EPI antitumulto. Enquanto o joelho direito no passo tático, a rotação externa apresentou menor desvio-padrão para o controle (Fig. 13). Quanto a ADM, o passo tático apresenta valores de flexão/extensão próximos, com alterações de rotação interna/externa mais evidentes, (Tab. 9).

Tabela 9 – ADM da articulação do joelho no passo tático.

		Passo Tático			
	JOELHO	EF	AT	ANT	p
X	Esquerdo	43.38 (\pm 9.25)	43.76 (\pm 4.50)	41.44 (\pm 6.25)	0,548
	Direito	47.26 (\pm 11.52)	49.90 (\pm 5.36)	43.23 (\pm 7.11)	0,246
Z	Esquerdo	11.25 (\pm 5.36)	15.48 (\pm 2.45)	21.63 (\pm 11.90)	0,165
	Direito	17.34 (\pm 13.83)	17.22 (\pm 9.18)	11.76 (\pm 2.26)	0,449

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, p = valor p

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Nas curvas médias do joelho esquerdo no trote, nota-se que, na flexão extensão, o controle apresenta maior desvio-padrão no segundo pico de flexão e o antitumulto nos primeiros 50% do ciclo. Na rotação interna e externa, houve aumento na amplitude de movimento no EPI de ações táticas e alteração no padrão da curva no EPI antitumulto. No joelho direito, houve aumento do desvio-padrão e redução na amplitude de movimento na rotação interna e externa quanto ao EPI de ações táticas (Fig. 15).

Na amplitude de movimento o EPI provocou uma redução significativa na flexão/extensão, quando aplicado o post-hoc observa-se que essa diferença aconteceu entre o traje EF e o EPI de ações táticas, para ambos os membros. (Tab. 10).

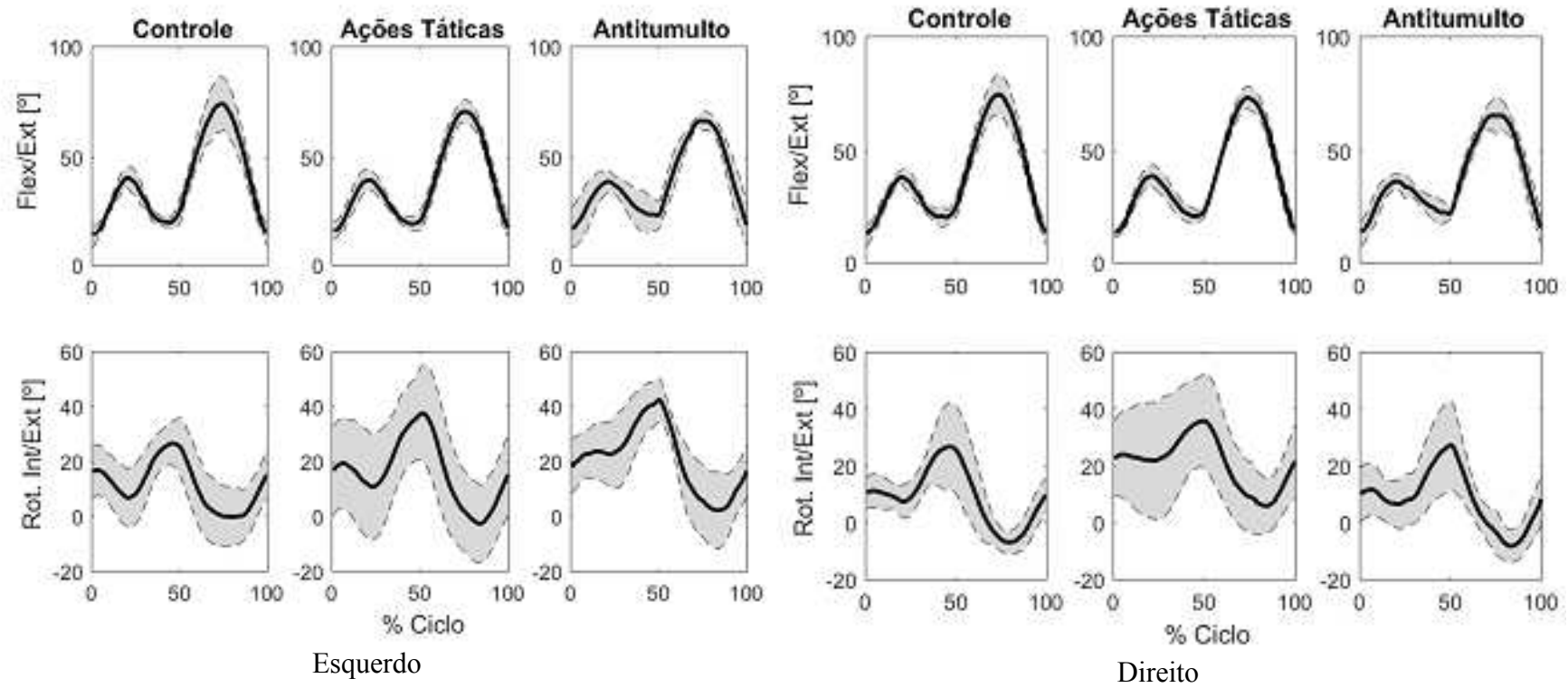
Tabela 10 – ADM da articulação do joelho no trote.

		Trote			
	JOELHO	EF	AT	ANT	p
X	Esquerdo	60.70 (\pm 7.90)*	54.69 (\pm 5.67)*	49.95 (\pm 9.40)	0,040*
	Direito	62.46 (\pm 6.91)*	59.94 (\pm 3.83)*	53.36 (\pm 5.68)	0,022*
Z	Esquerdo	29.15 (\pm 5.50)	41.07 (\pm 8.27)	41.08 (\pm 16.50)	0,090
	Direito	35.44 (\pm 14.55)	31.31 (\pm 12.77)	34.95 (\pm 10.51)	0,818

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, p = valor p

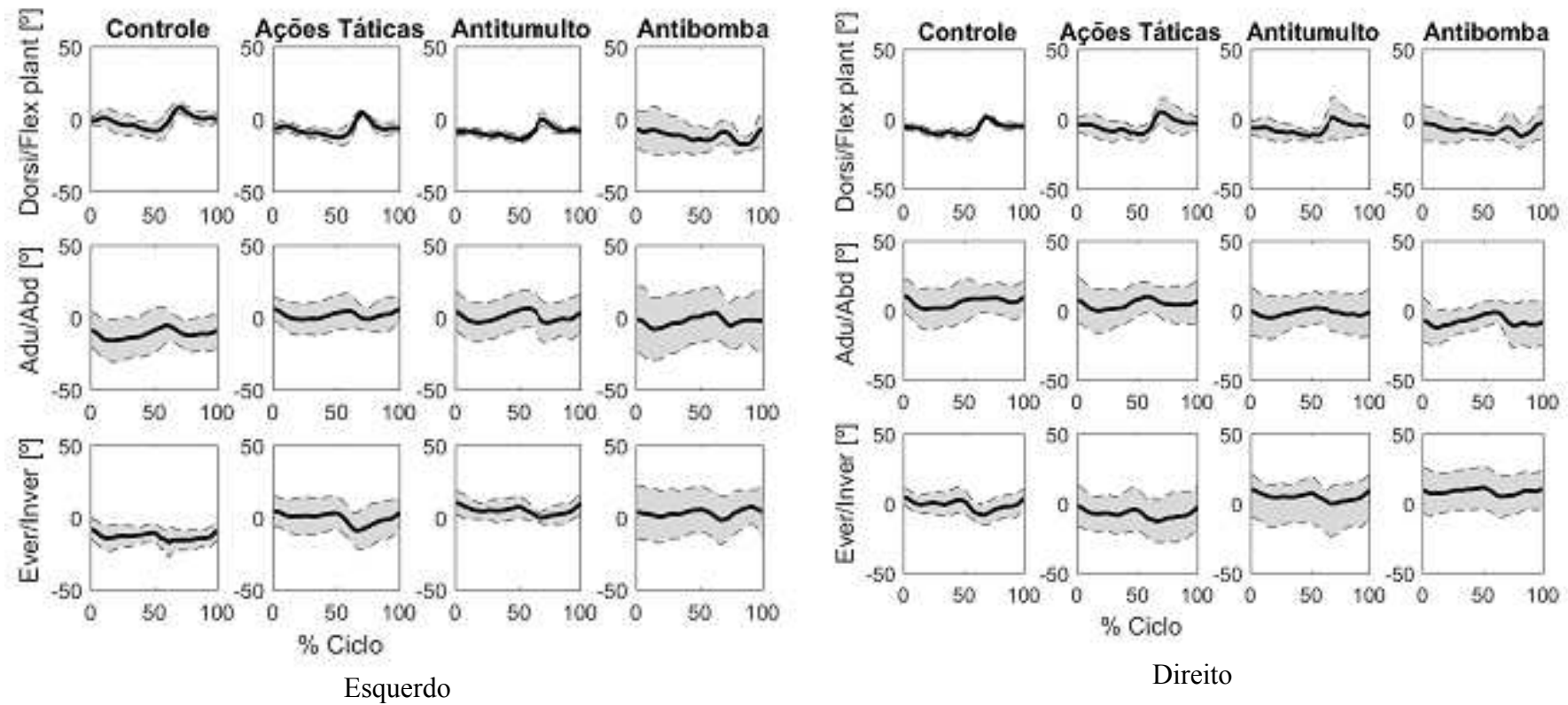
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 15 – Curvas médias da articulação do joelho nos dois graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no trote.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 16 – Curvas médias da articulação do tornozelo nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito na marcha.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Possivelmente, em razão do uso da mochila Seay (2015), usando cargas de 15kg e 55kg, constatou que a articulação do joelho é a mais sensível à carga, e que o aumento da carga aumenta a ADM do joelho. Corroborando com os achados de Birrell e Haslam (2010) encontramos que a ADM reduz na flexão/extensão com o aumento da carga (Tab. 10). As diferenças dos achados podem ter ocorrido no trote em consequência da quantidade de carga, uma vez que Seay analisou uma carga superior.

No tornozelo esquerdo na marcha, denotando que o EPI antibomba apresentou maior desvio-padrão em comparação com os outros EPIs nos três graus de liberdade, sendo que o EPI de ações táticas apresentou maior desvio-padrão e maior amplitude da curva do que o controle na eversão/inversão. O tornozelo direito na marcha, apresentou uma mudança no padrão da curva de dorsiflexão/flexão plantar e adução/abdução. Todos os EPIs exibiram valores superiores de desvio-padrão, em relação ao controle na eversão/inversão (Fig. 16). Conforme observado na Tabela 11, na adução/abdução houve uma tendência a aumentar a ADM com a utilização dos EPIs.

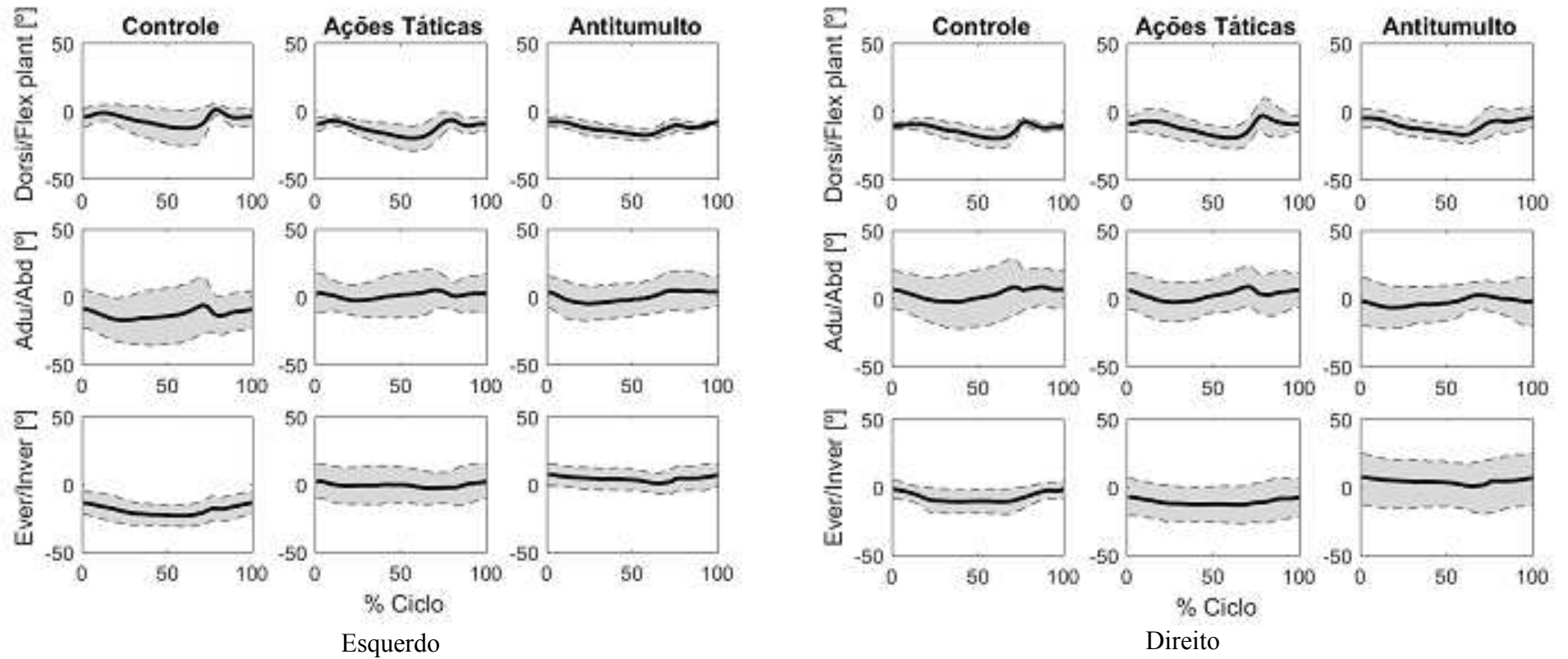
Tabela 11- ADM da articulação do tornozelo na marcha.

		Marcha				
	TORNO- ZELO	EF	AT	ANT	ANB	p
X	Esquerdo	16.59 (± 4.38)	17.15 (± 4.28)	14.22 (± 3.39)	16.57 (± 9.23)	0,896
	Direito	14.04 (± 4.56)	13.96 (± 7.15)	15.39 (± 8.94)	19.04 (± 11.71)	0,177
Y	Esquerdo	16.44 (± 6.45)	12.78 (± 2.89)	15.20 (± 6.93)	18.42 (± 8.34)	0,265
	Direito	15.42 (± 5.34)	16.82 (± 4.25)	13.46 (± 5.50)	17.51 (± 8.85)	0,471
Z	Esquerdo	10.88 (± 4.67)	14.55 (± 3.31)	11.22 (± 6.00)	15.28 (± 9.74)	0,564
	Direito	14.09 (± 6.98)	19.11 (± 9.58)	13.72 (± 6.31)	16.56 (± 8.54)	0,781

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, ANB = antibomba, p = valor p

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 17 – Curvas médias da articulação do tornozelo nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no passo tático.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Nas curvas médias do tornozelo esquerdo o controle apresenta maior desvio-padrão para dorsiflexão/flexão plantar, e menores valores de eversão/inversão. A amplitude das curvas de dorsiflexão/flexão plantar e adução/abdução diminuem conforme o acréscimo do peso do EPI. No entanto o tornozelo direito, nota-se uma mudança no padrão da curva de abdução/adição no EPI antitumulto em comparação aos outros EPIs (Fig. 17). Na tabela 12 a ADM variou pouco na adução/abdução, entre os EPIs e entre os membros direito e esquerdo, e apresentou uma diferença estatisticamente significativa para a rotação interna e externa do tornozelo esquerdo, aplicado o post-hoc observou-se que essa diferença foi entre o traje de EF e o EPI antitumulto.

Tabela 12 – ADM da articulação do tornozelo no passo tático.

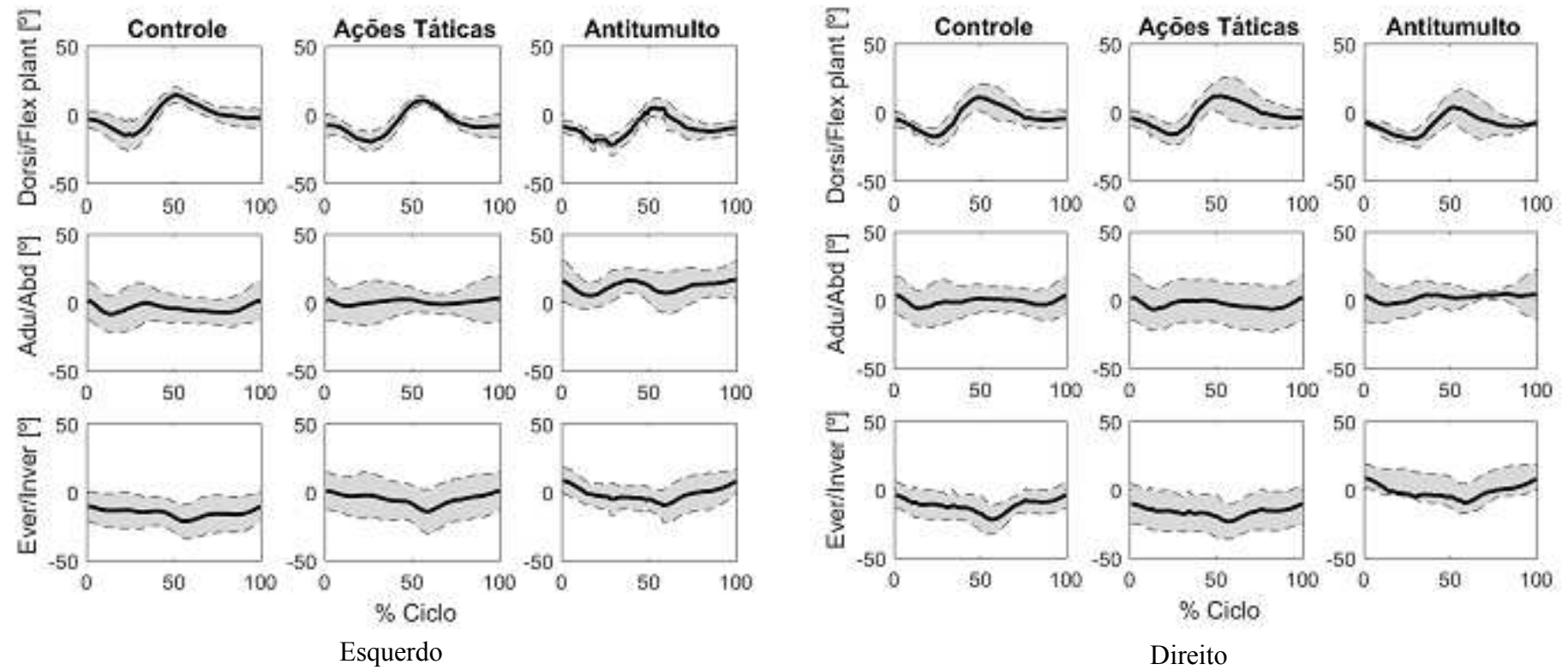
		Passo Tático			
TORNOZELO		EF	AT	ANT	p
X	Esquerdo	14.45 (\pm 10.13)	15.88 (\pm 6.00)	11.43 (\pm 4.39)	0,165
	Direito	13.59 (\pm 5.44)	14.86 (\pm 8.48)	14.72 (\pm 4.22)	0,449
Y	Esquerdo	16.93 (\pm 9.25)	12.18 (\pm 3.93)	12.54 (\pm 1.87)	0,818
	Direito	16.50 (\pm 3.89)	14.64 (\pm 3.14)	13.91 (\pm 7.62)	0,548
Z	Esquerdo	10.21 (\pm 1.55)*	7.49 (\pm 2.36)	8.20 (\pm 1.56)*	0,022*
	Direito	10.63 (\pm 7.14)	9.97 (\pm 3.22)	7.63 (\pm 2.47)	0,818

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, p = valor p

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A curva média do tornozelo esquerdo, mostra que no trote as curvas de adução/abdução variam muito de acordo com os EPIs. Na curva média do tornozelo direito, verifica-se que apenas o desvio-padrão na curva de adução/abdução foi menor para o EPI antitumulto (Fig. 18). A ADM da rotação evidencia que no trote o uso dos EPIs favoreceu a redução da diferença de valores entre o tornozelo direito e esquerdo (Tab. 13).

Figura 18 – Curvas médias da articulação do tornozelo nos três graus de liberdade, lado esquerdo e lado direito no trote.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Tabela 13- ADM da articulação do tornozelo no trote.

		Trote			
	TORNO-ZELO	EF	AT	ANT	p
X	Esquerdo	30.23 (\pm 7.62)	31.16 (\pm 5.17)	29.02 (\pm 6.04)	0,449
	Direito	30.17 (\pm 5.83)	26.24 (\pm 10.08)	27.49 (\pm 5.87)	0,818
Y	Esquerdo	20.51 (\pm 6.47)	13.86 (\pm 3.64)	17.55 (\pm 4.77)	0,074
	Direito	16.57 (\pm 6.45)	18.03 (\pm 3.65)	18.03 (\pm 9.99)	0,818
Z	Esquerdo	12.59 (\pm 2.41)	16.43 (\pm 4.33)	18.69 (\pm 5.83)	0,449
	Direito	18.28 (\pm 8.11)	15.39 (\pm 10.46)	16.94 (\pm 4.50)	0,818

EF = controle, AT = ações táticas, ANT = antitumulto, p = valor p

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Conforme se observa (Tabelas 11,12 e 13), o EPI antitumulto, se comparado aos outros EPIs, apresenta menores valores de ADM na flexão/extensão, independentemente da tarefa.

A análise das curvas médias demonstra que o uso do EPI antibomba altera o padrão das curvas e aumenta o desvio padrão em todas as articulações e no centro de massa.

Os dados de ADM apresentaram diferença estatística significativa apenas para a rotação interna e externa do tornozelo esquerdo durante o passo tático, entretanto, foram encontradas algumas tendências, que podem ter sido causadas pelos EPIs, uma vez que estes apresentam particularidades afetando a distribuição da carga. Observa-se também, uma grande influência da individualidade, assim sendo é relevante avaliar cada voluntário separadamente. O passo tático demonstra ser menos afetado/ alterado pelo EPI, possivelmente pelo treinamento específico.

Birrell e Haslam (2010) quanto aos achados para a articulação do tornozelo, o estudo desses autores corrobora os resultados deste estudo, em que não foram encontradas diferenças significativas para a articulação para a condição de marcha (Tabela 11).

Variáveis Espaciais

Os resultados dos cálculos dos valores médios (DP) das variáveis espaciais estão apresentados nas Tabelas 14, 15 e 16.

Tabela 14 – Média (desvio-padrão) das variáveis espaciais da marcha de policiais do BOPE.

Variáveis espaciais	Marcha				p
	EF	AT	ANT	ANB	
CPD	1.37 (\pm 0.15)	1.42 (\pm 0.12)*	1.33 (\pm 0.11)	1.18 (\pm 0.11)*	0,010*
CPE	1.33 (\pm 0.10)	1.44 (\pm 0.09)*	1.32 (\pm 0.08)	1.18 (\pm 0.12)*	0,003*
LP	0.09 (\pm 0.03)	0.11 (\pm 0.04)	0.09 (\pm 0.04)	0.13 (\pm 0.05)	0,077

CPD = Comprimento da Passada Direita; CPE = Comprimento da Passada Esquerda; LP = Largura da Passada; p = valor p.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Encontrou-se diferença estatisticamente significativa na variável comprimento da passada direita e esquerda no EPI antibomba (1.18 (\pm 0.12)) em comparação ao EPI de ações táticas (1.42 (\pm 0.12) e (1.44 (\pm 0.09)), apresentando menor valor de comprimento. Enquanto a largura da passada apresenta uma tendência a aumentar no EPI antibomba, mesmo que de forma não significativa.

No passo tático (Tab. 15) durante o uso do EPI de ações táticas foi encontrado um valor significativamente maior de largura da passada do que no EPI antitumulto.

Estes resultados podem estar associados a distribuição da carga uma vez que no EPI de ações táticas o agente está transportando um fuzil e no EPI antitumulto um escudo balístico.

Tabela 15 – Média (desvio-padrão) das variáveis espaciais do passo tático de policiais do BOPE.

Variáveis espaciais	Passo Tático				p
	EF	AT	ANT		
CPD	1.02 (\pm 0.20)	1.19 (\pm 0.19)	1.01 (\pm 0.26)		0,074
CPE	1.03 (\pm 0.19)	1.20 (\pm 0.17)	1.01 (\pm 0.24)		0,246
LP	0.09 (\pm 0.03)	0.09 (\pm 0.03)*	0.07 (\pm 0.04)*		0,040*

CPD = Comprimento da Passada Direita; CPE = Comprimento da Passada Esquerda; LP = Largura da Passada; p = valor p.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No trote (Tab. 16) o Comprimento da passada e a largura da passada não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

Tabela 16 – Média (desvio-padrão) das variáveis espaciais do trote de policiais do BOPE.

Variáveis espaciais	Trote			
	EF	AT	ANT	p
CPD	1.27 (\pm 0.12)	1.32 (\pm 0.14)	1.27 (\pm 0.27)	0,246
CPE	1.22 (\pm 0.15)	1.29 (\pm 0.17)	1.26 (\pm 0.08)	0,074
LP	0.06 (\pm 0.04)	0.07 (\pm 0.03)	0.08 (\pm 0.03)	0,074

CPD = Comprimento da Passada Direita; CPE = Comprimento da Passada Esquerda; LP = Largura da Passada; p = valor p.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Quando Majumdar *et al.* (2010) avaliaram a marcha de soldados com cargas que variaram entre 4,2kg e 17,5 kg, o aumento da carga demarcou o aumento do valor das variáveis espaciais, mesmo que de forma não significativa. Os resultados deste estudo contrariam esses achados, quando analisado um EPI com peso de 30 kg, verifica-se uma redução no valor da variável comprimento da passada esquerda e direita. Ao associar os dados da literatura que indicavam que o transporte de cargas de cerca de 30 kg em mochila alterava as variáveis espaciais, foi constatado, com base nos resultados deste estudo, que essa carga modificou os parâmetros espaciais, independentemente da forma como a carga estava distribuída.

Os efeitos da marcha com velocidade autosselecionada com mochila (27,1 +- 0,6 kg), nas variáveis cinemáticas lineares descritos por Sousa *et al.* (2021), mostraram diferença significativa, com médias mais altas para a condição com mochila para as variáveis tempo de duplo apoio, tempo inicial de duplo apoio, tempo final de duplo apoio, exceto para tempo de balanço, comprimento e largura da passada não apresentaram diferença significativa. Aqueles achados contrariam os deste estudo, visto que a variável comprimento durante a marcha apresentaram diferença estatisticamente significativa (Tabela 14). Sugere-se que essa diferença possa ter ocorrido devido à forma como o EPI antibomba tende a limitar os movimentos do agente, requerendo adaptações. Os resultados deste estudo são corroborados pelos encontrados por Birrell e Haslam (2010) que observaram os efeitos da carga resultando na diminuição do comprimento da passada, ao avaliarem a marcha a 5,4k/h com carga inicial de 8 kg com acréscimo de outros 8 kg até chegar a 32kg. Vale ressaltar que outros poucos artigos confirmam esse achado, sendo que um deles mostra que o aumento da carga e a velocidade da caminhada podem reduzir os valores dessa variável, com o objetivo de diminuir o estresse desnecessário, principalmente nos ossos metatarsiais dos pés e o torque na parte superior do tronco (KINOSHITA, 1985 apud BIRRELL; HASLAM, 2010).

Quanto a largura da passada Ulman *et al.*, (2022) observaram um aumento quando ocorre o acréscimo de carga durante a marcha, neste estudo observamos o oposto, uma diminuição da LP, porém, durante o passo tático que apresenta um padrão de movimento diferente, além da forma diferente de transporte da carga, no EPI de ações táticas o fuzil e no EPI antitumulto o escudo, o que pode justificar as diferenças.

5. CONCLUSÕES

Com a condução deste estudo, foi possível mensurar e analisar importantes variáveis cinemáticas, até então pouco estudadas, principalmente quanto ao passo tático de policiais do BOPE em condições semelhantes à de incursões que demandam condicionamento físico para manter a técnica e suportarem tarefas com uso de EPIs específicos. Embora quantitativamente o estudo seja passível de limitação, dado o número reduzido de voluntários, explica-se que a população é realmente baixa e o alcance sujeita-se tanto à distância para encontrá-los, quanto à disponibilidade de tempo livre, dada a carga horária de trabalho.

A análise das curvas médias possibilitou identificar as adaptações que aconteceram mediante o uso de cada EPI. Por meio destas análises, compreende-se que os voluntários demonstraram ter feito adaptações individuais para manterem um padrão estável, o que pode ser verificado pelo padrão da curva que variou pouco, ao contrário do desvio-padrão. No entanto, corroborando dados da escassa literatura, encontrou-se que o aumento da carga alterou a amplitude de movimento do joelho e do tornozelo. A partir deste resultado sugere-se novos estudos com cálculos da ADM para cada ciclo da passada visando a observar diferentes resultados.

Durante o passo tático, observa-se que os policiais mantêm um padrão semelhante, com o EPI exercendo um impacto menor em comparação com a marcha e a corrida. Isso sugere que essa consistência no passo tático pode ser resultado do treinamento de combate, que enfatiza a postura corporal apropriada e a concentração durante a execução da tarefa. Diferentemente da marcha e da corrida, onde não há um treinamento específico, cada voluntário demonstra um comportamento distinto. Com base nesses resultados, sugere-se uma análise individualizada da amplitude de movimento e das curvas médias. Estes achados são de relevância significativa, uma vez que indicam a viabilidade de implementar o uso do EPIs durante os treinamentos sistematizados da marcha e do trote.

Constatou-se, de acordo com as hipóteses iniciais da pesquisa, uma alteração no comprimento da passada esquerda e uma modificação no padrão de movimento dos voluntários durante a marcha. Levando em Consideração essas evidências e as particularidades de cada EPI, especialmente as variações no posicionamento do fuzil e do escudo conforme a tarefa, é justificável a realização de novos estudos para avaliar as variáveis cinemáticas nos membros superiores, a simetria dos membros inferiores e os efeitos do uso prolongado dos EPIs em associação com as análises das demandas energéticas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, N. G. A.; ANDRADE, M. L.; BARROS, L. M. R. Sistema para análise cinemática da marcha humana baseado em videogrametria. *Fisioterapia e Pesquisa*, v.11, n. 1, jan –abril 2005. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/locomotion/Agenda/apresentacoes/Ara%C3%BAjo_2005.pdf> Acesso em: 01 jun. 2019.
- BIRRELL, S. A.; HASLAM, R. A. The effect of military load carriage on 3-D lower limb kinematics and spatiotemporal parameters. *Ergonomics*, 52, n. 10, p. 1298-1304, Oct 2009.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 6:equipamento de proteção individual: EPI. Brasília, DF: Presidência da República, 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>. Acesso em: 29 ago. 2023.
- CARRIJO, L.M. **Responsabilidade civil do estado e os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para agentes de segurança pública**. 2020. 77 f. Monografia (Bacharel em Direito) - Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2020.
- CARVALHO, L. P.C. Caveira: Operações Policiais Especiais. Florianópolis, Autor Independente, P. 228, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.pm.sc.gov.br/pergamum/vinculos/000012/0000127e.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2023.
- FOX, B. D.; JUIZ, L. W.; DICKIN, C.; WANG, H. Biomechanics of Military Load Carriage and Resulting Musculoskeletal Injury: A Review. *Journal of Orthopedics and Orthopedic Surgery*, 1, v.1, p. 6-11, 2020. Disponível em: <https://www.orthojournal.org/articles/biomechanics-of-military-load-carriage-and-resulting-musculoskeletal-injury-a-review.html>. Acesso em: 01 jun. 2023.
- JOSEPH, A.; WILEY, A.; ORR, R.; SCHRAM, B; DAWES, J.J. The Impact of Load Carriage on Measures of Power and Agility in Tactical Occupations: A Critical Review. *Int J Environ Res Public Health*, 15, n. 1, Jan 7 2018.
- KASOVIĆ, M; ŠTEFAN, L; BOROVEC, K; ZVONA`R, M; CACEK, J. Effects of Carrying Police Equipment on Spatiotemporal and Kinetic Gait Parameters in First Year Police Officers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, Ago 2020.
- LOVERRO, K. L.; HASSELQUIST, L.; LEWIS, C. L. Females and males use different hip and knee mechanics in response to symmetric military-relevant loads. *J Biomech*, 95, p. 109280, Oct 11 2019.
- MAJUMDAR, D.; PAL, M. S. Effects of military load carriage on kinematics of gait. *Ergonomics*, 53, n. 6, p. 782-791, Jun 2010.
- NOGUEIRA, R. **Tiro de combate e sobrevivência policial: realismo em combate simulado**. 1. ed. Brasília: Rogério Nogueira, p. 428, 2021.

PACHECO, T. S. A Construção da Diferença: O BOPE e Seus Agentes nas Estruturas da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro. **Cadernos de Segurança Pública**, n. 05, jun de 2014.

SESSOMS, P. H.; GOBRECHT, M.; NIEDERBERGER, B. A.; STURDY, J. T.; COLLINS, J. D.; DOMINGUEZ, J. A.; JAWORSKI, R. L.; KELLY, K. R. Effect of a load distribution system on mobility and performance during simulated and field hiking while under load. *Ergonomics*, 63(2):133-144. doi:10.1080/00140139.2019.1690710. Nov 2019.

SEAY, J. Biomechanics of Load Carriage—Historical Perspectives and Recent Insights. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 29, n. 11, p. 129-133, 2015.

SOUSA, M.; FONSECA, P.; SEBASTIÃO, R.; MORAIS, S; SOUSA, I; VILAS-BOAS, J.P. Military overloaded gait: Effect on biomechanical variables. CRC Press: 5 p. 2021.

STRADER, J; SCHRAM, B; IRVING, S; JEREMY ROBINSON, J; ORR, R. Special Weapons and Tactics Occupational-Specific Physical Assessments and Fitness Measures. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 17, Nov 2020.

ULMAN, S.; SRINIVASAN, D.; NUSSBAUM, A. M. Task demand and load carriage experience affect gait variability among military cadets. **Nature**, 2022. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22881-y>

VICENTINI, L.C. **Liderança autêntica em contexto extremo**: As vivências do BOPE – Batalhão de Operações Policiais Especiais de Santa Catarina. 2015. 211f. Tese (Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015.

WALSH, G. S.; HARRISON, I. Gait and neuADMuscular dynamics during level and uphill walking carrying military loads. **Eur J Sport Sci**, p. 1-10, Jul 25 2021.

WALSH, G. S.; LOW, D. C. Military load carriage effects on the gait of military personnel: A systematic review. **Appl Ergon**, 93, p. 103376, May 2021.

ANEXOS**TERMO DE CONSENTIMENTO PARA REGISTRO DE IMAGENS**

Eu, _____,
por meio deste Termo de Consentimento para Registro de Imagens, permito que a pesquisadora responsável Amanda Piaia Silvatti e a pesquisadora assistente Lucimara Mateus Leandro façam fotografias e/ou vídeos dele (a) durante sua participação na pesquisa intitulada de “*EFEITOS DOS DIFERENTES TRAJES UTILIZADOS PELAS FORÇAS DE SEGURANÇA PÚBLICA DE MACEIÓ NA CINEMÁTICA DA MARCHA*”. Autorizo que estas imagens sejam utilizadas para finalidade científica, envolvendo discussão e apresentação dos dados, podendo inclusive ser mostrado o seu rosto.

Este consentimento pode ser revogado, a meu pedido, sem qualquer custo ou prejuízo à minha pessoa. Fui esclarecido de que não receberei nenhum ressarcimento ou pagamento pelo uso das imagens e compreendo que a equipe de pesquisadores que nos atendem durante toda pesquisa não terá qualquer tipo de ganhos financeiros com a exposição das imagens obtidas.

Portanto, estou de acordo com a utilização destas imagens para finalidades científicas.

Maceió, _____ de _____ de 20__.

Assinatura do voluntário

Assinatura do Pesquisador

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “EFEITOS DOS DIFERENTES TRAJES UTILIZADOS PELAS FORÇAS DE SEGURANÇA PÚBLICA DE MACEIÓ NA CINEMÁTICA DA MARCHA”. Nesta pesquisa pretendemos verificar se o padrão de movimento do policial militar do Batalhão de Operações Policiais Especiais da Polícia Militar de Alagoas se altera em função dos diferentes trajes durante a marcha em esteira. O motivo que nos leva a estudar é trazer maior esclarecimento sobre como o peso dos trajes militares podem influenciar os padrões e a coordenação, essa caracterização é importante para a adaptação do treinamento físico militar a fim de evitar lesões. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: Anamnese, onde serão feitas perguntas acerca do treinamento e rotinas de trabalho, serão colhidos dados como peso, estatura, medidas antropométricas e dobras cutâneas. Será realizada uma análise cinemática por meio de uma análise de vídeo onde serão fixados marcadores retroreflexivos em posições geométricas e anatômicas dos sujeitos que representarão os segmentos de interesse para análise e será solicitado a realização da corrida em esteira para verificar as variáveis espaço temporais, angulares da corrida em esteira. Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos e consistem em constrangimento devido à exposição das pernas e do abdômen diante dos pesquisadores ou desconforto à palpação para detecção dos pontos anatômicos e colocação dos marcadores, porém garantimos que as avaliações serão feitas em uma sala reservada para minimizar o constrangimento e que, a palpação será realizada com profissionalismo e da forma menos invasiva possível. A pesquisa contribuirá para a identificação de alterações no padrão de movimento dos atletas, conhecer os feitos dos diferentes trajes nos padrões biomecânicos durante a execução da referida corrida para que o treinador possa estabelecer estratégias com a finalidade de adequar os treinamentos de forma a evitar lesões laborais. Para participar deste estudo você não terá nenhum gasto e nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, lhe é assegurado o direito à indenização. Você tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que você é atendido(a) pelo pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Laboratório de Biomecânica (LAB) e a outra lhe será

fornecida. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa, e depois desse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, contato _____
_____, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa EFEITOS DOS DIFERENTES TRAJES UTILIZADOS PELAS FORÇAS DE SEGURANÇA PÚBLICA DE MACEIÓ NA CINEMÁTICA DA MARCHA 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 via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Maceió, _____ de _____ de 20 ____.

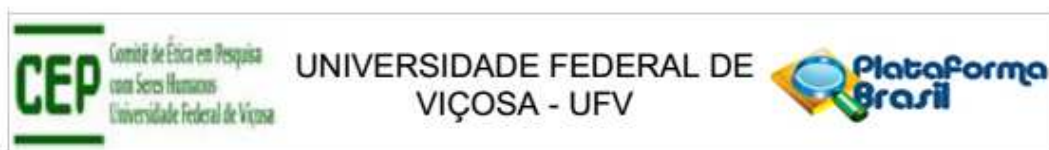
Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

Pesquisador (a) Responsável: Amanda Piaia Silvatti

Telefone(s) de contato: (31) 36125430

E-mail: amandasilvatti@ufv.br



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DOS DIFERENTES EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO PESSOAL UTILIZADOS PELOS AGENTES DE SEGURANÇA PÚBLICA NA CINEMÁTICA TRIDIMENSIONAL E NAS DEMANDAS ENERGÉTICAS DA MARCHA, PASSO

Pesquisador: AMANDA PIAIA SILVATTI

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 65424722.6.0000.5153

Instituição Proponente: Departamento de Educação Física

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.928.854

Apresentação do Projeto:

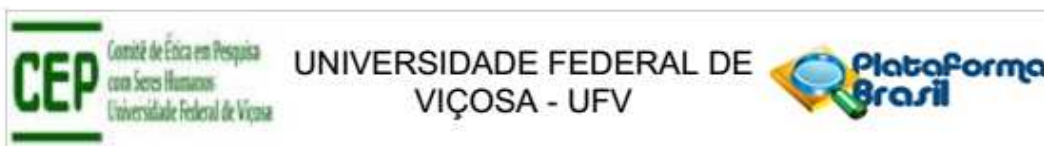
O presente protocolo foi enquadrado como pertencente à Área Temática: Ciências da Saúde

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_ 1995836) e/ou do Projeto Detalhado:

1. RESUMO: Os agentes de segurança pública (polícias federal, rodoviária federal, civil e militar e o corpo de bombeiros militar) em velocidades próximas às realizadas no dia a dia de trabalho irão realizar a marcha, passo tático e corrida trajando os equipamentos de proteção pessoal, que pesam cerca de 20 a 30 kg.

2. METODOLOGIA: Para determinar o número de voluntários realizaremos um cálculo amostral no software estatístico G power-gratuito, a amostra será composta por policiais militares do Batalhão de Operações Policiais Especiais, bombeiros militares e policiais rodoviários federais. Os voluntários serão convidados a participar da presente pesquisa. Para tanto, os mesmos serão informados acerca dos propósitos do estudo, das avaliações realizadas, e o que se espera obter com o trabalho. Os que concordarem em fazer parte da pesquisa, assinarão o Termo de

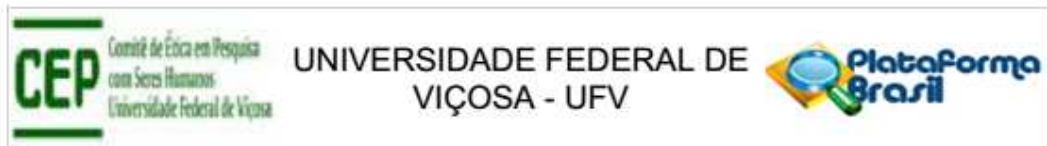
Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.928.854

Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), para serem inseridos no estudo e compor a amostra. Instrumentos de avaliação Anamnese Os atletas responderão um formulário com perguntas sobre o tempo de atuação profissional, rotinas de treinamento, lesões, condições de trabalho. Antropometria Será feita a mensuração antropométrica da estatura e massa corporal por um mesmo avaliador utilizando uma balança manual Welmy. Procedimento para a coleta Análise Cinemática Tridimensional A coleta dos dados cinemáticos será realizada no Laboratório de Ciências aplicada ao Esporte do Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, com 11 câmeras (PRIME 17w – sistema OptiTrack®), posicionadas em torno dos sujeitos, interligadas no software Motive MTV-BDY. A frequência de amostragem será de 360 quadros/segundo, com o volume de aquisição de 11m comprimento x 2m largura x 2,5m altura. Realizaremos a aquisição das variáveis cinemáticas durante a marcha, caminhada tática e corrida em esteira (SuperATL, Inbramed, Brasil). Serão fixados 56 marcadores retro reflexivos em posições anatômicas e geométricas da cabeça, tronco, membros superiores e inferiores do indivíduo que, representarão os segmentos mão esquerda de direita, antebraço esquerdo e direito, braço esquerdo e direito, tronco, pelve, coxa esquerda e direita, perna esquerda e direita e pé esquerdo e direito, possibilitando analisar as articulações do punho, cotovelo, ombro, quadril, joelho e tornozelo. Para a fixação dos marcadores serão utilizadas fitas dupla face antialérgicas e esparadrapo impermeável branco. Também serão fixados 5 marcadores retro reflexivos no escudo, 2 marcadores retro reflexivos no cassetete e 3 marcadores retro reflexivos na arma. A partir das coordenadas tridimensionais dos marcadores serão definidos os segmentos tronco, pelve, mão, antebraço, braço, coxa, perna e pé, sendo que, para os últimos seis serão definido para o lado direito e esquerdo, para a obtenção dos ângulos articulares punho, cotovelo, ombro, tronco, quadril, joelho, tornozelo (Visual 3D). Protocolo de aquisição da marcha Caracterização do teste BOPE Serão analisados quatro trajes: 1. de Educação Física (base), 2. Antitumulto e 3. de Ações táticas. Para cada um dos trajes, o voluntário realizará uma marcha de dois minutos com velocidade de 4 km/h, seguida por dois minutos de caminhada tática com velocidade de 4 km/h e dois de corrida em esteira com a velocidade de 8 km/h similar a velocidade da realização das ações táticas, simulando a velocidade da missão. Com o traje antibomba o voluntário realizará apenas uma marcha na velocidade de 2 km/h. Bombeiros Serão analisados três trajes: 1. de Educação Física (base) 2. Uniforme de Prontidão e 3. EPI de 21 kg. Para cada um dos trajes, o voluntário realizará uma marcha de dois minutos com velocidade de 4 km/h, seguida por dois minutos de corrida na velocidade de 8 km/h simulando a operação. Polícia Federal Serão analisados dois trajes: 1. de Educação Física (base) e o 2. Traje de ações táticas. Para

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.928.854

cada um dos trajés, o voluntário realizará uma marcha de dois minutos na velocidade de 4 km/h, seguida por dois minutos de corrida a 8 km/h simulando a velocidade da missão. Para as análises utilizaremos dez aquisições da marcha para cada uma das situações descritas anteriormente. Cada voluntário estará utilizando seu traje de educação física e sua própria farda.

3. **HIPÓTESES:** Uma vez que os EPP's apresentam pesos diferentes esperamos que ocorra uma modificação no padrão motor, tendendo a descoordenação do movimento, um aumento na assimetria entre membros direito e esquerdo e modificações na variáveis angulares e lineares.

4. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO/EXCLUSÃO:

Critério de Inclusão: Participarão da amostra agentes com as seguintes características: Idade inferior a 50 anos; Possuir registro profissional; Não possuir patologia que o impeça de realizar o teste; Não apresentar lesão ósteo-mio-articular nos últimos 6 meses.

Critério de Exclusão: Não participarão da amostra agentes que apresentem alguma(s) das seguintes características: Idade superior a 50 anos; Não possuir registro profissional;

Possua alguma patologia que impeça de realizar o teste; Apresente alguma lesão ósteo-mio-articular nos últimos seis meses.

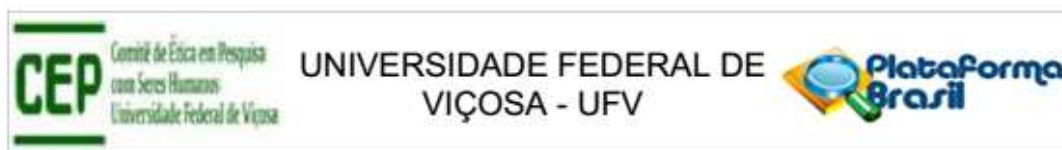
Objetivo da Pesquisa:

De acordo com os pesquisadores,

Objetivo primário: Analisar a influência dos diferentes equipamentos de proteção pessoal (EPP) utilizados pelas forças de segurança pública do Brasil nas variáveis cinemáticas espaço temporais e angulares da marcha, na caminhada tática e na corrida.

Objetivo secundário: Avaliar simetria entre os membros direito e esquerdo durante a realização da marcha, na caminhada tática e na corrida; • Avaliar as alterações nas variáveis angulares do quadril nos três graus de liberdade durante a flexão e extensão, adução e abdução, rotação interna e externa, no joelho em apenas um grau de liberdade durante a flexão e extensão, no tornozelo nos três graus de liberdade durante a dorsiflexão e flexão plantar, inversão e eversão, rotação interna e externa, no ombro nos três graus de liberdade durante a flexão e extensão, adução e abdução, rotação interna e externa, no cotovelo em um grau de liberdade na flexão e extensão e no punho nos dois graus de liberdade flexão e extensão e desvio radial ou abdução e desvio ulnar ou adução. • Avaliar a amplitude de movimento das articulações quadril, joelho e

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.928.854

tornozelo de acordo com as variáveis angulares; • Avaliar o deslocamento do centro de massa com a mudança dos EPP e da velocidade.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os pesquisadores apresentam no formulário online da Plataforma os seguintes Riscos:

Antes da realização dos testes o voluntário será informado sobre os procedimentos da coleta de dados para que possa se preparar adequadamente, ele deverá vestir seu EPP ou sua roupa de educação física e o resto do corpo ficará exposto diante dos pesquisadores para palpação e fixação dos marcadores retro reflexivos em pontos anatômicos descritos no item 3.

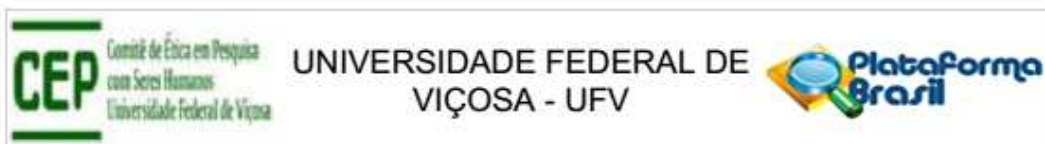
E os seguintes Benefícios: A pesquisa contribuirá para: Identificação de possíveis desvios médio-laterais e assimetrias entre as articulações dos membros inferiores através da análise cinemática destes; Além disso, o agente e o treinador irão obter grande conhecimento biomecânico relacionado à atividade laboral exercida. Os resultados dos testes, assim que prontos, serão enviados via e-mail aos voluntários. Os riscos causados serão mínimos em comparação aos benefícios.

Avaliação: Os riscos e os benefícios estão de acordo com as recomendações sobre pesquisas com seres humanos, baseados nas Resoluções 466/12 e 510/16 do CNS

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os pesquisadores propõe analisar a influência dos diferentes equipamentos de proteção pessoal (EPP) utilizados pelas forças de segurança pública do Brasil nas variáveis cinemáticas espaço temporais e angulares da marcha, na caminhada tática e na corrida. Para isso pretendem realizar uma pesquisa onde para determinar o número de voluntários realizarão um cálculo amostral no software estatístico G power gratuito, a amostra será composta por policiais militares do Batalhão de Operações Policiais Especiais, bombeiros militares e policiais rodoviários federais. Os voluntários serão convidados a participar da presente pesquisa. Para tanto, os mesmos serão informados acerca dos propósitos do estudo, das avaliações realizadas, e o que se espera obter com o trabalho. Os que concordarem em fazer parte da pesquisa, assinarão o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), para serem inseridos no estudo e compor a amostra. Instrumentos de avaliação Anamnese Os atletas responderão um formulário com perguntas sobre o tempo de atuação profissional, rotinas de treinamento, lesões, condições de trabalho. Antropometria Será feita a mensuração antropométrica da estatura e massa corporal por um mesmo avaliador utilizando uma balança manual Welmy. Procedimento para a coleta Análise

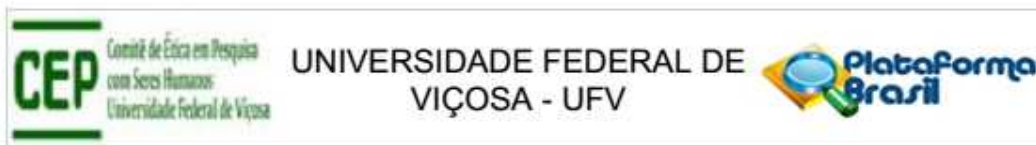
Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.928.854

Cinemática Tridimensional A coleta dos dados cinemáticos será realizada no Laboratório de Ciências aplicada ao Esporte do Instituto de Educação Física e Esporte da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, com 11 câmeras (PRIME 17w – sistema OptiTrack®), posicionadas em torno dos sujeitos, interligadas no software Motive MTV-BDY. A frequência de amostragem será de 360 quadros/segundo, com o volume de aquisição de 11m comprimento x 2m largura x 2,5m altura. Realizaremos a aquisição das variáveis cinemáticas durante a marcha, caminhada tática e corrida em esteira (SuperATL, Inbramed, Brasil). Serão fixados 56 marcadores retro reflexivos em posições anatômicas e geométricas da cabeça, tronco, membros superiores e inferiores do indivíduo que, representarão os segmentos mão esquerda e direita, antebraço esquerdo e direito, braço esquerdo e direito, tronco, pelve, coxa esquerda e direita, perna esquerda e direita e pé esquerdo e direito, possibilitando analisar as articulações do punho, cotovelo, ombro, quadril, joelho e tornozelo. Para a fixação dos marcadores serão utilizadas fitas dupla face antialérgicas e esparadrapo impermeável branco. Também serão fixados 5 marcadores retro reflexivos no escudo, 2 marcadores retro reflexivos no cassetete e 3 marcadores retro reflexivos na arma. A partir das coordenadas tridimensionais dos marcadores serão definidos os segmentos tronco, pelve, mão, antebraço, braço, coxa, perna e pé, sendo que, para os últimos seis serão definido para o lado direito e esquerdo, para a obtenção dos ângulos articulares punho, cotovelo, ombro, tronco, quadril, joelho, tornozelo (Visual 3D). Protocolo de aquisição da marcha Caracterização do teste BOPE Serão analisados quatro trajes: 1. de Educação Física (base), 2. Antitumulto e 3. de Ações táticas. Para cada um dos trajes, o voluntário realizará uma marcha de dois minutos com velocidade de 4 km/h, seguida por dois minutos de caminhada tática com velocidade de 4 km/h e dois de corrida em esteira com a velocidade de 8 km/h similar a velocidade da realização das ações táticas, simulando a velocidade da missão. Com o traje antibomba o voluntário realizará apenas uma marcha na velocidade de 2 km/h. Bombeiros Serão analisados três trajes: 1. de Educação Física (base) 2. Uniforme de Prontidão e 3. EPI de 21 kg. Para cada um dos trajes, o voluntário realizará uma marcha de dois minutos com velocidade de 4 km/h, seguida por dois minutos de corrida na velocidade de 8 km/h simulando a operação. Polícia Federal Serão analisados dois trajes: 1. de Educação Física (base) e o 2. Traje de ações táticas. Para cada um dos trajes, o voluntário realizará uma marcha de dois minutos na velocidade de 4 km/h, seguida por dois minutos de corrida a 8 km/h simulando a velocidade da missão. Para as análises utilizaremos dez aquisições da marcha para cada uma das situações descritas anteriormente. Cada voluntário estará utilizando seu traje de educação física e sua própria farda.

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.928.854

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Considerações sobre os documentos apresentados pelo pesquisador:

Os termos de apresentação obrigatória estão de acordo com as recomendações sobre pesquisas com seres humanos, baseados nas Resoluções 466/12 e 510/16 do CNS.

Recomendações:

Quando da coleta de dados, o TCLE deve ser elaborado em duas vias, rubricado em todas as suas páginas e assinado, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, bem como pelo pesquisador responsável, ou pessoa(s) por ele delegada(s), devendo todas as assinaturas constar na mesma folha. Não é necessário apresentar os TCLEs assinados ao CEP/UFV. Uma via deve ser mantida em arquivo pelo pesquisador e a outra é do participante da pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

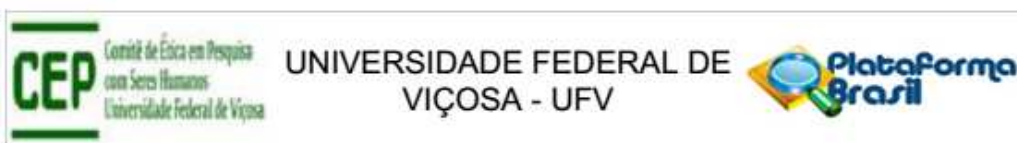
Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site www.cep.ufv.br). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo o protocolo na Plataforma Brasil.

Projeto aprovado autorizando o início da coleta de dados com os seres humanos a partir da data de 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_P ROJETO_1995836.pdf	14/01/2023 19:54:09		Aceito
Outros	Autorizacao_BOPE.pdf	14/01/2023 19:53:35	LUCIMARA MATEUS LEANDRO	Aceito
Outros	Carta_Resposta.pdf	14/01/2023 18:06:12	LUCIMARA MATEUS LEANDRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Agentes_Modificado.pdf	14/01/2023 17:57:24	LUCIMARA MATEUS LEANDRO	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	23/11/2022	LUCIMARA MATEUS	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
 Bairro: Campus Universitário CEP: 36.570-977
 UF: MG Município: VICOSA
 Telefone: (31)3612-2316 E-mail: cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 5.928.854

Orçamento	Orcamento.pdf	19:53:16	LEANDRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Agentes.pdf	23/11/2022 17:30:46	LUCIMARA MATEUS LEANDRO	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	23/11/2022 17:22:55	LUCIMARA MATEUS LEANDRO	Aceito
Declaração de concordância	TermodeAanuencia.pdf	23/11/2022 16:11:02	LUCIMARA MATEUS LEANDRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	23/11/2022 16:10:25	LUCIMARA MATEUS LEANDRO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_amanda_projeto_assinado.pdf	23/11/2022 16:06:02	LUCIMARA MATEUS LEANDRO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VICOSA, 07 de Março de 2023

Assinado por:
Guilherme de Azambuja Pussieldi
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br