



ACADEMIA MILITAR

Caracterização biomecânica de tarefas críticas no combate em áreas urbanas: análise cinemática e eletromiografia

Aspirante-Aluno de Infantaria João Pedro Gomes Rodrigues Henriques Ramos

Trabalho de Investigação Aplicada

Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de Infantaria

Orientador: Professor Doutor Bruno Miguel Machado Pedro (FMH)

Coorientador: Coronel de Cavalaria Rui Jorge Palhoto Lucena (AM)

Júri

Presidente do Júri: Professora Coordenadora Isabel Maria Baltazar Simões de Carvalho

Arguente: Professora Doutora Silvia Arsénio Rodrigues Cabral

Orientador: Professor Doutor Bruno Miguel Machado Pedro

Diretor de Curso: Tenente-Coronel de Infantaria Comando Roberto Martins Mariano

junho, 2025



ACADEMIA MILITAR

Caracterização biomecânica de tarefas críticas no combate em áreas urbanas: análise cinemática e eletromiografia

Aspirante-Aluno de Infantaria João Pedro Gomes Rodrigues Henriques Ramos

Trabalho de Investigação Aplicada

Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de Infantaria

Orientador: Professor Doutor Bruno Miguel Machado Pedro (FMH)

Coorientador: Coronel de Cavalaria Rui Jorge Palhoto Lucena (AM)

Júri

Presidente do Júri: Professora Coordenadora Isabel Maria Baltazar Simões de Carvalho

Arguente: Professora Doutora Silvia Arsénio Rodrigues Cabral

Orientador: Professor Doutor Bruno Miguel Machado Pedro

Diretor de Curso: Tenente-Coronel de Infantaria Comando Roberto Martins Mariano

junho, 2025

EPÍGRAFE

“Nenhum homem é mais infeliz do que aquele que nunca enfrentou adversidade,
pois nunca teve ocasião para se superar”

Sêneca

DEDICATÓRIA

A todos aqueles que, pelo seu apoio incondicional e paciência incansável,
me auxiliaram ao longo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não teria sido possível sem o apoio e contributo de todos aqueles que, de alguma forma, permitiram que esta investigação se concretizasse, cujos contributos se revelaram essenciais, investindo tempo e esforço nesta jornada.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Bruno Miguel Machado Pedro, primeiramente por ter aceitado este desafio, mas, acima de tudo, por todo o esforço, disponibilidade, dedicação e tempo investido ao longo de toda esta investigação.

Ao meu coorientador, Coronel de Cavalaria Rui Jorge Palhoto Lucena, pelo auxílio e orientação prestados durante as diversas fases deste processo. Ao Professor Nuno Almeida pela disponibilidade e recomendações facultados durante toda esta investigação.

A todos os meus camaradas de curso, em especial aos de Infantaria, cujas dificuldades foram sempre partilhadas e superadas em conjunto.

Ao Regimento de Paraquedistas, especialmente aos militares que disponibilizaram parte do seu tempo para integrar a amostra deste estudo e partilharem a sua experiência.

À minha namorada, que percorreu grande parte desta jornada lado a lado comigo, e cujo apoio, motivação e paciência se revelaram incondicionais, auxiliando e aconselhando-me além de todas as fases.

Por fim, mas de forma alguma menos importante, à minha família, em especial à minha mãe, a quem devo todo o esforço depositado nesta minha jornada militar e académica.

A todos, o meu mais sincero obrigado.

RESUMO

O combate urbano desempenha um papel crucial no campo de batalha, englobando múltiplas tarefas críticas devido à sua complexidade inerente. Entre estas, o arrasto de feridos destaca-se como uma tarefa fisicamente exigente e operacionalmente essencial. Esta investigação teve como objetivo a caracterização e comparação cinemática e eletromiográfica da tarefa de arrasto de um ferido quando realizada por um e por dois indivíduos. Foram analisados os ângulos articulares e um total sete músculos do membro superior e inferior.

Foi adotada uma metodologia quantitativa e experimental, envolvendo quatro militares paraquedistas do Exército português que executaram a tarefa em ambas as condições. Os dados cinemáticos foram recolhidos através de sensores inerciais e a atividade muscular registada por eletromiografia de superfície no lado não dominante. A variável independente foi o número de indivíduos a realizar a tarefa, sendo as variáveis dependentes a ativação muscular e os padrões de movimento.

Os resultados demonstraram que o arrasto realizado por dois indivíduos permitiu uma locomoção mais rápida e fluida, com maior comprimento da passada e presença de fase de voo. A nível da eletromiografia, verificou-se uma menor ativação dos músculos dos membros inferiores, nomeadamente no bicipite femoral e no gêmeo medial, e do tronco, de forma mais notável na grande dorsal, sendo o flexor radial do carpo uma exceção, que se manteve altamente ativado em ambas as condições. No geral, a execução partilhada revelou-se mais eficiente e fisicamente menos exigente.

Estes resultados indicam que a partilha da carga durante o arrasto de feridos melhora o desempenho funcional e a segurança da tarefa, com implicações relevantes para o treino operacional e a prontidão tática em ambiente urbano.

Palavras-chave: Cinemática, Eletromiografia, Combate Urbano, Arrasto de Feridos, Biomecânica

ABSTRACT

Urban combat plays a crucial role on the battlefield, encompassing multiple critical tasks due to its inherent complexity. Among these, casualty dragging stands out as a physically demanding and operationally essential task. This investigation aimed to characterize and compare the kinematic and electromyographic aspects of the casualty dragging task when performed by one and by two individuals. Joint angles and a total of seven muscles from the upper and lower limbs were analyzed.

A quantitative and experimental methodology was adopted, involving four paratrooper soldiers from the Portuguese Army who performed the task under both conditions.

Kinematic data were collected using inertial sensors, and muscle activity was recorded through surface electromyography on the non-dominant side. The independent variable was the number of individuals performing the task, while the dependent variables were muscle activation and movement patterns.

The results showed that dragging performed by two individuals enabled faster and smoother locomotion, with longer stride length and the presence of a flight phase. In terms of electromyography, there was lower activation of the lower limb muscles—namely the biceps femoris and medial gastrocnemius—and of the trunk, especially the latissimus dorsi, with the flexor carpi radialis being an exception, as it remained highly activated under both conditions. Overall, the shared execution proved to be more efficient and physically less demanding.

These results indicate that load sharing during casualty dragging improves functional performance and task safety, with relevant implications for operational training and tactical readiness in urban environments.

Keywords: Kinematics, Electromyography, Urban Combat, Wounded Dragging, Biomechanics

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO	14
PARTE 1 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	16
CAPÍTULO 1 – COMBATE EM AMBIENTE URBANO.....	16
1.1. Enquadramento Histórico do Combate em Ambiente Urbano	16
1.2. Caracterização do Combate em Ambiente Urbano	18
Capítulo 2 – Transporte de feridos	20
2.1. Enquadramento do Transporte de Feridos.....	20
2.2. Relevância e caracterização do transporte de feridos por arrasto em combate	21
Capítulo 3 – Análise do movimento Humano	22
3.1. Sistema músculo esquelético	22
3.2. Enquadramento e Relevância da Análise Cinemática	24
3.2.1. Planos de Movimento	26
3.2.2. Movimentos Básicos.....	27
3.2.3. Análise de Marcha	28
3.3. Enquadramento e Relevância da Eletromiografia	29
3.3.1. Contrações Musculares Voluntárias Máximas	30
3.3.2. Vantagens e Limitações da EMGS	32
3.3.3. Considerações Metodológicas	32
PARTE II – ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO E TRABALHO DE CAMPO	33
CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA, MÉTODOS E MATERIAIS	33
4.1. Definição do Objetivo Geral e da Pergunta de Partida.....	33
4.2. Objetivos Específicos e Perguntas Derivadas.....	33
4.3. Amostra: composição e justificação	34
4.4. Protocolo para a realização dos Trabalhos de Campo	35
4.5. Abordagem Adotada.....	36

4.6. Técnicas e instrumentos de recolha de dados	36
4.7. Análise de Dados	39
4.7.1. Análise de Dados Cinemáticos	39
4.7.1. Análise de Dados de Eletromiografia	40
4.7.3. Métodos Estatísticos	41
4.8. Procedimentos Formais e Éticos.....	41
CAPÍTULO 5 – RESULTADOS	42
5.1. Resultados Cinemáticos.....	42
5.2. Resultados EMG.....	46
CAPÍTULO 6 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	47
6.1. Análise Cinemática.....	48
6.2. Análise EMG	49
CONCLUSÕES.....	50
RECOMENDAÇÕES.....	52
Recomendações para o treino operacional	52
Recomendações para futuras investigações.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1 - Estrutura Hierárquica do músculo Esquelético	24
Figura n.º 2 - Planos Anatômicos Humanos.....	26
Figura n.º 3 - Posição Inicial Anatômica versus Posição Inicial Fundamental	27
Figura n.º 4 - Fases da Marcha	29
Figura n.º 5 - Militar a executar o percurso	36
Figura n.º 6 - Xsens MVN com os 17 SI colocados nos respetivos segmentos do participante.	37
Figura n.º 7 - Colocação sensores EMG nos MS e MI, respetivamente.....	39
Figura n.º 8 – Participante do estudo pronto a executar a tarefa em estudo	39
Figura n.º 9 - AM articular do MI, Sujeito 1	43
Figura n.º 10 - AM articular do MS, Sujeito 1	44
Figura n.º 11 - Ativação dos diferentes músculos em estudo durante ambas as Condições de Arrasto em percentagem das respetivas CVM	47
Figura 12 - CMV do músculo DA	XII
Figura 13 - CMV do músculo FRC	XII
Figura 14 - CMV do músculo GOE	XIII
Figura 15 - CMV do músculo GD	XIII
Figura 16 - CMV do músculo PM	XIV
Figura 17 - CMV dos músculos QF, BF e GM	XIV

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro nº 1 - Objetivos Específicos da Investigação.....	15
Quadro nº 2 - Perguntas Derivadas da Investigação.....	15
Quadro nº 3 - Movimentos Básicos	28
Quadro nº 4 - Objetivo Geral e Pergunta de Partida.....	33
Quadro nº 5 - Objetivos Específicos e Perguntas Derivadas da investigação	34
Quadro nº 6 - Fases adicionadas à análise de marcha adaptadas à investigação	40

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela nº 1 - Caracterização da amostra	35
Tabela nº 2 - Procedimentos de realização para as contrações voluntárias máximas dos 9 músculos estudados	38
Tabela nº 3 - Variáveis cinemáticas entre o arrasto de um ferido por 1 e 2 indivíduos com médias e desvios padrões para um ciclo do início ao fim	43
Tabela nº 4 - Média dos valores de Ângulos Articulares Máximos e Mínimos para cada Segmento Corporal sob ambas as variações da tarefa em estudo e respetivo DP....	46

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – PROTOCOLO PARA A REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS DE CAMPO.....	I
APÊNDICE B – CONSENTIMENTO INFORMADO LIVRE E ESCLARECIDO.....	V
APÊNDICE C – FIGURAS TIRADAS DURANTE A REALIZAÇÃO DAS CONTRAÇÕES VOLUNTÁRIAS MÁXIMAS	XII

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AM	Amplitude de Movimento
AJP	<i>Allied Joint Publication</i> (Publicação Conjunta dos Aliados)
AO	Área de Operações
AU	Ambiente Urbano
BB	Bicípite Braquial
BF	Bicípite Femoral
CAU	Combate em Áreas Urbanas
CB	Campo de Batalha
CFTCAE	Centro de Formação e Treino de Combate em Áreas Edificadas
CI	Contacto Inicial
CICV	Comité Internacional da Cruz Vermelha
CVM	Contrações Voluntárias Máximas
DA	Deltoide Anterior
DP	Desvio Padrão
EA	Escola das Armas
EMG	Eletromiografia
EMGS	Eletromiografia de Superfície
EUA	Estados Unidos da América
FA	Fase de Apoio
FB	Fase de Balanço
FM	<i>Field Manual</i> (Manual de Campo)
FRC	Flexor Radial do Carpo
GD	Grande Dorsal
GG	Grande Guerra
GM	Gémeo Medial
GOE	Grande Oblíquo Externo
IMU	<i>Inertial Measurement Units</i> (Unidades de Medição Inercial)
ISIS	<i>Islamic State of Iraq and Syria</i> (Estado Islâmico do Iraque e da Síria)
MI	Membros Inferiores
MS	Membro Superior
OE	Objetivos Específicos

OG	Objetivo Geral
ONU	Organização das Nações Unidas
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
PD	Perguntas Derivadas
PM	Peitoral Maior
PP	Pergunta de Partida
QF	Quadricípite Femoral
RE	Regras de Empenhamento
SENIAM	<i>Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles</i>
SI	Sensores Inerciais
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
STA	<i>Soft Tissue Artefact</i> (Artefacto de Tecidos Moles)
TL	<i>Training Load</i> (Carga de Treino)
TO	<i>Toe Off</i> (Final de Contacto)

INTRODUÇÃO

As operações em Ambientes Urbanos (AU) são das mais complexas e desafiadoras devido a todas as vicissitudes que este apresenta. Ao planejar para uma operação neste meio é essencial ter em conta diversos fatores tais como o elevado número de infraestruturas, sendo estas complexas, de diferentes tipologias e de elevada densidade populacional (NATO, 2015). A junção destes fatores torna esta tipologia de combate com uma elevada taxa de baixas, isto torna a tarefa de transporte de feridos crítica, sendo necessária uma rápida e segura evacuação dos feridos durante o combate, de forma a minimizar o tempo a que estes estão expostos a possíveis ameaças, exponenciando assim o seu salvamento (Department of the Army, 2016).

De forma a analisar a performance de qualquer tarefa física a análise biomecânica tendo em conta as variáveis cinemáticas e de Eletromiografia (EMG) providenciam-nos uma perspetiva detalhada dos movimentos executados ao longo de uma tarefa e a respetiva resposta muscular. Devido à importância da tarefa em estudo e aos métodos de análise biomecânica disponíveis nos dias de hoje, definimos como Objetivo Geral (OG): “Analisar as exigências musculares e cinemáticas no decorrer do transporte de feridos por arrasto, realizado por um e por dois indivíduos”. A literatura nesta área é limitada e poucos trabalhos abordam esta temática, sendo que os poucos que o fazem, focam-se apenas nos Membros Inferiores (MI). Assim, identificámos uma oportunidade para contribuir e aumentar o conhecimento da acerca da coordenação biomecânica também ao nível do Membro Superior (MS) durante o arrasto de feridos com um e dois homens. Compreender tais aspetos é fulcral para otimizar, avaliar a eficácia e aumentar a segurança de ambos os indivíduos durante a execução desta tarefa. Este estudo torna-se relevante não apenas para a comunidade militar, como a de socorrismo e também a científica.

Para a realização deste trabalho, primeiramente apresentámos uma breve introdução, expondo o OG da investigação, de seguida incluímos a revisão da literatura, onde explicamos conceitos e apresentamos o estado da arte relativo a esta temática. De seguida é apresentada a metodologia utilizada para a realização dos testes de campo, análise e tratamento dos dados. Após reunirmos a informação relevante, passamos à análise e discussão de resultados, onde iremos responder Pergunta de Partida (PP) finalizando a investigação e concluindo acerca das principais contribuições da presente investigação, bem como as suas limitações, sugestões e possíveis pesquisas futuras.

De forma que esta investigação leve ao cumprimento do OG previamente definido, foram estabelecidos os seguintes Objetivos Específicos (OE) apresentados no Quadro nº 1:

Quadro nº 1 - Objetivos Específicos da Investigação

OE1	Caraterizar a cinemática do MS e do MI durante o transporte de feridos com um e dois indivíduos
OE2	Comparar a cinemática do MS e do MI durante o transporte de feridos com um e dois indivíduos
OE3	Caraterizar a atividade elétrica de músculos do MS e do MI durante o transporte de feridos por arrasto
OE4	Comparar a atividade elétrica dos músculos selecionados durante o transporte de feridos realizado com um e dois indivíduos

Uma vez definidos e apresentados os objetivos desta investigação, foi redigida a seguinte PP: “Quais as exigências musculares e cinemáticas resultantes do transporte de feridos por arrasto, realizado por um e por dois indivíduos?”.

O enfoque desta investigação e a questão que se coloca foi definida como sendo a PP supra apresentada, à qual, de forma a facilitar a nossa investigação e reparti-la em perguntas mais específicas, foram levantadas quatro Perguntas Derivadas (PD), apoiadas nos OE suprarreferidos, apresentadas no Quadro nº 2.

Quadro nº 2 - Perguntas Derivadas da Investigação

PD1	Como se caracteriza a cinemática do MS e do MI de durante o transporte de feridos com um e dois indivíduos?
PD2	Como varia a cinemática do MS e do MI durante o transporte de feridos com um e dois indivíduos?
PD3	Qual a atividade elétrica dos músculos selecionados do MS e do MI durante o transporte de feridos por arrasto?
PD4	Como varia a atividade elétrica dos músculos selecionados durante o transporte de feridos por arrasto com um e dois indivíduos?

No final desta investigação pretende-se ter desenvolvido um maior grau de conhecimento acerca das exigências musculares bem como dos padrões de movimento de uma tarefa de transporte de feridos de forma que esta possa ser utilizada para outras investigações tanto a nível do exército, para implementação de práticas derivantes do conhecimento obtido neste estudo, como noutras áreas relacionadas com o arrasto de carga.

PARTE 1 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

CAPÍTULO 1 – COMBATE EM AMBIENTE URBANO

1.1. Enquadramento Histórico do Combate em Ambiente Urbano

O Combate em Áreas Urbanas (CAU), ao longo da história, reflete uma evolução não só das técnicas, táticas e procedimentos, mas também do próprio ambiente em si, devido à evolução das cidades ao longo dos séculos. Desde as batalhas nas cidades-estado na antiguidade até às operações modernas dos dias de hoje, em metrópoles onde a tecnologia está fortemente presente, o combate urbano tem-se demonstrado uma vertente essencial e nos tempos de guerra.

O CAU pode ser traçado até à antiguidade, onde se davam os grandes cercos a cidades fortificadas. Cidades-estado como Atenas e Esparta, e grandes impérios como o Romano, enfrentaram frequentes conflitos urbanos. Um exemplo notável é o cerco de Jerusalém em 70 depois de Cristo, onde as forças romanas empenharam-se em combates intensos no interior da cidade (Telushkin, 1991).

Na Idade Média, as cidades continuaram a ser o principal foco dos conflitos. A Batalha de Orleães, que ocorreu de 1428 a 1429, durante a Guerra dos Cem Anos, serve de exemplo da luta pelo controlo de cidades fortificadas, onde a liderança de Joana d'Arc se mostrou crucial para a vitória por parte dos franceses (Allmand, 1988).

Com crescimento das cidades, o advento das armas de fogo no período do Renascimento e todas as revoluções mudaram a natureza do combate urbano. Ao longo das Guerras Napoleônicas, os confrontos em AU tornaram-se mais comuns, sendo utilizados edifícios e ruas para manobras e coberturas, por parte das tropas. A Batalha de Saragoça (1808-1809), que se passou durante a Guerra Peninsular, serve como exemplo de um

combate urbano prolongado e violento, onde as tropas espanholas, na defensiva, fizeram uso da cidade como fortaleza contra o inimigo (Esdaile, 2003).

Ambas as duas Grandes Guerras (GG), do século XX, serviram de marco para uma transformação significativa no CAU, não só devido à escala do conflito, mas também à sua intensidade e aos locais onde tomou presença. Referente à 1ª GG, podemos observar os danos que as cidades nas proximidades da linha da frente sofreram, não só provocados por combates intensos, mas também por bombardeamentos de alta intensidade. Foi, no entanto, durante a segunda GG, que o CAU alcançou novos níveis de devastação e complexidade.

Uma batalha frequentemente citada como sendo um dos combates urbanos mais brutais da história é a de Estalinegrado (1942-1943). Neste confronto, as forças soviéticas e alemãs combateram de rua em rua, prédio em prédio, originando uma enorme destruição e um grande número de perdas humanas (Beevor, 1999).

Após a segunda GG, o combate urbano continuou a desenvolver-se, não só no espectro da guerra convencional, mas também no contexto guerrilha e guerra de atrito. Durante a guerra do Vietnã existiram também intensos combates em cidades, um exemplo terá sido a ofensiva do Tet, em 1968, onde forças vietcongues combateram contra forças norte americanas juntamente com sul-vietnamitas durante longos períodos em AU (Davidson, 1991).

Na guerra do Afeganistão (2001-2002) e do Iraque (2003-2011), O CAU assumiu uma dimensão nunca antes vista, com combates em zonas densamente povoadas. Um exemplo notável é a batalha de Fallujah (2004), onde as forças dos Estados Unidos da América (EUA) combateram contra uma força insurgente dentro da cidade, levando o combate de edifício a edifício e gerando vastos danos colaterais (West, 2006).

Outros exemplos de intensos CAU são os que decorreram devido às guerras civis na Síria e no Iraque, como em Aleppo, Mosul e Ragga. No caso de Mosul, que se iniciou em 2016 e teve o seu término em 2017, as tropas iraquianas, apoiadas por forças internacionais, enfrentaram o grupo terrorista Estado Islâmico do Iraque e da Síria (*Islamic State of Iraq and Syria* - ISIS) no que foi um dos CAU mais intensos até à época. Este confronto originou grandes danos na infraestrutura da cidade e um elevado número de baixas civis, destacando mais uma vez as dificuldades deste tipo de confrontos (Mansoor, 2013).

A evolução tecnológica tem vindo a alterar grandemente a forma como se conduz a guerra. Para fazer face a isto, os manuais militares modernos, como é exemplo o Manual de Campo (*Field Manual* - FM) 3-06 do Exército dos EUA, refletem estas mudanças, fornecendo diretrizes para estas operações (Department of the Army, 2006). A *North*

Atlantic Treaty Organization (NATO) tem também publicado doutrinas específicas para CAU, dando ênfase à importância da coordenação entre forças de diferentes países e à proteção das populações civis nas áreas onde estas operações decorrem (NATO Standardization Office, 2022).

Na Ucrânia, atualmente, a importância e o peso deste tipo de confrontos fazem-se notar constantemente. Podemos, por exemplo, observar a batalha de Donetsk e de Mariupol. Ambas cidade densamente povoadas onde as operações, para ambos os lados, assumem novos aspetos críticos devido a este fator e, como tal, destaca-se a importância de fazer uso de novas tecnologias e manter a capacidade de adaptabilidade.

1.2. Caracterização do Combate em Ambiente Urbano

Segundo o Exército dos EUA, as operações militares urbanas, são todas as que se dão em áreas urbanizadas de todos os tamanhos e complexidades. No FM 3-06, referente a operações urbanas, são detalhadas as técnicas, táticas e procedimentos para operar neste tipo de ambientes, enfatizando-se a constante necessidade de adaptação e flexibilidade (Department of the Army, 2006). A NATO, define o CAU como sendo qualquer operação em áreas onde a infraestrutura civil e a presença de não combatentes têm um peso significativo para o desfecho da ação. No *Allied Joint Publication* (AJP) 3.2.2., são fornecidas orientações acerca da condução de operações em AU, fazendo-se incluir considerações de natureza civil e coordenações com as autoridades locais (NATO Standardization Office, 2022).

O CAU engloba toda a tipologia de operações militares que decorrem em meios urbanos e densamente povoados. Aqui, a complexidade do terreno conjugada com a elevada presença de civis, criam desafios únicos para as forças que realizam qualquer tipo de operação militar (Army University Press, 2021). Tendo em consideração estes, e muitos outros fatores específicos a cada teatro de operações, é necessário fazer uso de estratégias e táticas adequadas a cada situação. Podendo incluir infraestruturas de diferentes alturas, ruas de diversas larguras, sistemas de túneis e esgotos, sistemas de transportes, entre outros possíveis fatores a adicionar aos anteriores.

Um AU pode ser dividido em três componentes, o terreno físico, as infraestruturas, e a sua população. A complexidade de operações neste meio deriva, principalmente, da densidade destes três fatores e da sua junção (United States Marine Corps, 2022).

O terreno em AU caracteriza-se pela sua complexidade, derivada da sua natureza tridimensional. Este tipo de terreno é propício à realização de emboscadas e à preparação de posições defensivas, no entanto, é também limitante para a visibilidade e movimento das tropas. Deste modo, a natureza urbana complica a realização de tarefas de reconhecimento e qualquer tipo de mobilidade no Campo de Batalha (CB), exigindo assim às forças que nele operam, um treino específico para este ambiente, onde é fulcral o controlo de edifícios e andares superiores (*Department of the Army*, 2006).

As infraestruturas podem-se notar tanto como obstáculo como recursos valiosos. Sistemas subterrâneos como os de transportes, esgotos e sistemas de comunicação, são elementos críticos que têm a capacidade de influenciar grandemente as operações militares nestes ambientes. É, portanto, necessária a destruição ou controle destas infraestruturas. Assim, o uso das infraestruturas urbanas deverá ser cuidadosamente planeado de forma que não haja interrupções nos serviços essenciais para a população da área onde ocorrem as operações nem para os que as apoiam (Exército Português, 2011).

A presença de civis em operações em AU constitui um desafio significativo para as unidades que as realizam. O planeamento destas operações deve considerar este fator e criar Regras de Empenhamento (RE), havendo a necessidade de estas serem estritas e de ser mantido o contacto com organizações humanitárias que também operem nestas áreas, à semelhança das forças militares. Para isto, a NATO, criou um manual onde enfatiza a importância de medidas de proteção civil e outras considerações a ter ao realizar este tipo de operações militares (NATO, 2015). Para o mesmo efeito a Organização das Nações Unidas (ONU), define diretrizes para a condução de operações de apoio à paz em AU, focando a proteção da população local, cooperação e coordenação com organizações humanitárias (*Department of Peace Operations*, 2020). Também o Comité Internacional da Cruz Vermelha (CICV), foca-se na proteção de civis e na atuação em concordância com o direito internacional humanitário, abordando o impacto que estas operações militares têm sobre as populações e na prestação de serviços essenciais como água, saúde e saneamento (*International Committee of the Red Cross*, 2015).

Nos dias de hoje, as operações modernas dependem fortemente da tecnologia, as urbanas não são exceção. Isto inclui o uso de meios de vigilância do CB tais como sistemas não tripulados, radares, entre outros. Todas estas tecnologias resultam num melhor e mais eficaz reconhecimento, monitoramento e coordenação entre tropas numa Área de Operações (AO) onde a visibilidade é grandemente impactada, negativamente, pelas características do

terreno. A integração de tecnologias é, portanto, crucial para a eficácia destas operações (*Department of Defense*, 2013).

Igualmente importante para o CAU, são as técnicas e táticas específicas para as tarefas nele realizadas, tais como a limpeza de compartimentos e edifícios, sendo realçada a importância fundamental do emprego da velocidade, surpresa e coordenação entre unidades (*Department of the Army*, 2006).

CAPÍTULO 2 – TRANSPORTE DE FERIDOS

2.1. Enquadramento do Transporte de Feridos

O transporte de feridos por arrasto em combate é essencial para o sucesso das operações militares, principalmente em AU onde a rapidez é um fator crítico. Este método é utilizado quando outros meios convencionais, como o uso de macas ou veículos, não estão disponíveis ou não são viáveis. Os manuais militares modernos oferecem diretrizes para a evacuação médica de feridos em combate, onde incorpora lições aprendidas decorridas em conflitos do passado, adaptando-se à realidade dos CB da atualidade (*Department of the Army*, 2007).

Em combate, o transporte de feridos tem sofrido diversas alterações e evoluções na forma como é executado, desde métodos rudimentares da antiguidade até ao uso de drones, como é observável no conflito Russo-Ucrânia, sendo que cada uma destas alterações tem o objetivo de aprimorar esta tarefa e aumentar o sucesso da mesma. Com a introdução do protocolo *golden hour*, destacou-se ainda mais a importância do tempo para a eficácia do salvamento de uma vítima, este enfatiza que o tratamento médico não deve demorar mais de sessenta minutos a ser empenhado, após o ferimento (Gawande, 2004).

A importância do uso desta técnica em combate reside na sua habilidade para deslocar rapidamente feridos de áreas perigosas para seguras, minorando a exposição da vítima a riscos desnecessários e amplificando as chances de sobrevivência. Em amplas situações, o fator tempo é ditador da eficácia dos cuidados médicos subsequentes (*Borden Institute*, 2018).

Esta técnica tem diversas variações e formas de ser realizada, dependendo dos meios disponíveis e do que a vítima possui vestido, tal como equipamento militar. Nesse caso, o arrasto pode ser executado pelo uso do colete balístico, tático ou mesmo através do cinto ou cinturão, este método permite uma grande rapidez na remoção da vítima e um bom controlo

sobre a mesma, sendo de grande eficácia a curtas distâncias. Outro método é arrastando o ferido pelas axilas, nesta situação o socorrista deve-se posicionar mais próximo do solo, o que também lhe confere maior proteção. Por último, pode ser feito uso de equipamentos para facilitar o arrasto, como arneses e equipamentos que forneçam uma melhor distribuição do peso da vítima, permitindo uma melhor gerência da fadiga do socorrista, enquanto mantém ambas as mãos livres (ATLS, 2018; Department of the Army, 2007). Para além destas técnicas, o arrasto pode ainda ser realizado por um ou dois indivíduos, sendo que a segunda opção é o método mais rápido e eficaz, mas, no caso da vítima se encontrar debaixo de fogo inimigo, numa situação de combate, ou em alguma outra ocasião com risco adjacente, esta coloca mais um indivíduo em perigo (ATLS, 2018).

Conflitos como os do Iraque e da Síria, em zonas que possuem uma elevada densidade populacional, infraestruturas complexas e onde inimigo se encontra misturado entre a população requerem o uso de abordagens que atuem conforme estes desafios e sejam flexíveis. O empenhamento de drones para reconhecimento e veículos táticos médicos para a entrega de medicamentos e ajuda humanitária à população são exemplos de estratégias modernas para fazer face a isto (Kilcullen, 2013; Kreps & Kaag, 2012; Percival & Sondorp, 2010).

2.2. Relevância e caracterização do transporte de feridos por arrasto em combate

Em ambientes de combate, a rapidez com que a vítima é retirada da zona de perigo é essencial. O transporte de feridos é uma tarefa crítica que reflete a necessidade de uma resposta rápida, aumentando a taxa de sobrevivência das vítimas no CB. A técnica de transporte de feridos por arrasto destaca-se pela sua simplicidade, eficácia e por não depender de equipamento algum. Sendo por isso, amplamente utilizado em situações onde os recursos são limitados ou o ambiente é hostil, tornando-se uma opção sempre disponível e confiável.

Devido à sua importância, um estudo com militares do Exército dos Estados Unidos identificou o arrasto de feridos como sendo uma tarefa de crítica. Foi definida como referência a realização de um arrasto de um manequim de 123 kg ao longo de 15 metros em menos de 60 segundos, com o militar completamente equipado (armamento, colete e capacete balísticos). Neste estudo foi referido pelos militares mais experientes, uma natural vantagem quando a evacuação é realizada por dois indivíduos, permitindo uma distribuição mais equilibrada da carga e maior controlo durante o arrasto do ferido (Sharp et al., 2017).

Estes achados destacam o papel determinante que a preparação física tem na capacidade de realizar esta tarefa rapidamente. Contribuindo para isto, Ojanen et al. (2020) demonstraram que treinos que combinem exercícios de força com a realização de tarefas militares simuladas, resultam em melhorias significativas no desempenho dos militares. De forma semelhante, Davel (2023) destacou que a inclusão de exercícios excêntricos do *sprint drag carry* contribuem tanto para a redução do tempo de execução como para a prevenção de lesões musculoesqueléticas.

No Reino Unido, Flood et al. (2017), analisaram os requisitos físicos do arrasto de feridos através da resposta de mais de mil militares. Os participantes identificaram como cenário comum o transporte de um ferido com 116 kg por uma distância de 20 metros, enquanto carregavam cerca de 34 kg de equipamento. Foi registrada a possibilidade desta tarefa ser realizada por um ou dois indivíduos, dependendo do contexto.

Por fim, Mussalo et al. (2025) realizaram uma simulação com 25 militares, composta por duas fases: a rastejar e de pé. Cada uma ao longo de uma distância de 28 e 20 metros, respectivamente, e ambas fazendo uso de um manequim de 80kg, com cada indivíduo equipado para combate. Os resultados revelaram uma forte correlação positiva entre o desempenho e a força isométrica dos membros, a massa magra e a capacidade anaeróbica. Em contrapartida, a resistência muscular de longa duração e a capacidade aeróbica não tiveram impacto significativo. Esses dados confirmam que o arrasto de feridos é uma tarefa fisicamente exigente e de curta duração, onde força, explosividade e composição corporal são fatores de grande relevância.

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DO MOVIMENTO HUMANO

3.1. Sistema músculo esquelético

Durante a sua atividade diária, o corpo humano, ao interagir com ambiente a que está exposto é suportado pelos ossos que o integram sendo, porém, os músculos responsáveis pelo trabalho de estabilização das forças externas produzindo forças internas controladas pelo nosso sistema nervoso (Neumann, 2010). A componente muscular está dividida em três diferentes tipos de músculo: o cardíaco, o liso e o esquelético. O último é o responsável por grande parte dos movimentos posturais e corporais do nosso corpo (Seely et al., 2005).

O tecido muscular esquelético é responsável pela contração e encurtamento muscular. Para cumprir estas funções é necessário que este possua as seguintes

características funcionais fundamentais: extensibilidade¹, elasticidade², excitabilidade³ e contratilidade⁴ (Tortora & Derrickson, 2017).

Relativamente à contratilidade, as funções desempenhadas pelos músculos podem ser diferentes de acordo com a movimentação dos ossos e alavancas ósseas. De acordo com isto, os músculos podem-se classificar nos seguintes papéis: os antagonistas, quando contrariam o movimento, os agonistas, quando se contraem para produzir o movimento, os estabilizadores, que estabilizam ou fixam as articulações em prol do movimento exercido noutras pelos agonistas, e os sinergistas, quando realizam contrações na direção dos músculos agonistas (NSCA, 2017).

Na Figura n.º 1 está representada a estrutura do complexo músculo esquelético. É composto por vários conjuntos de fibras musculares que, por sua vez, em conjunto formam feixes musculares. Estas fibras estão ligadas a nervos, vasos sanguíneos e tecido conjuntivo e são constituídas por várias miofibrilas, que se alongam pelo comprimento das fibras musculares, de uma extremidade até à contrária. O músculo esquelético encontra-se ligado ao osso através de tendões (Seely et al., 2015). O músculo é envolvido por um tecido conjuntivo denominado por epimísio. As fibras musculares encontram-se agrupadas em fascículos que, por sua vez também estão rodeados por um tecido protetor e denso, o perimísio (Hamill, Knutzen & Derrick, 2015; NSCA, 2017).

¹ A extensibilidade refere-se à capacidade do músculo retornar ao seu normal comprimento em repouso e até de passar do seu limite, até certo grau (Seely et al., 2005).

² A elasticidade refere-se à capacidade do músculo de ultrapassar o seu comprimento, ser estirado, e retornar ao seu comprimento normal em repouso (Seely et al., 2005).

³ A excitabilidade refere-se à capacidade do músculo em responder a estímulos enviados pelo sistema nervoso (Seely et al., 2005).

⁴ A contratilidade refere-se à capacidade do músculo de se contrair e produzindo certo grau de força (Seely et al., 2005).

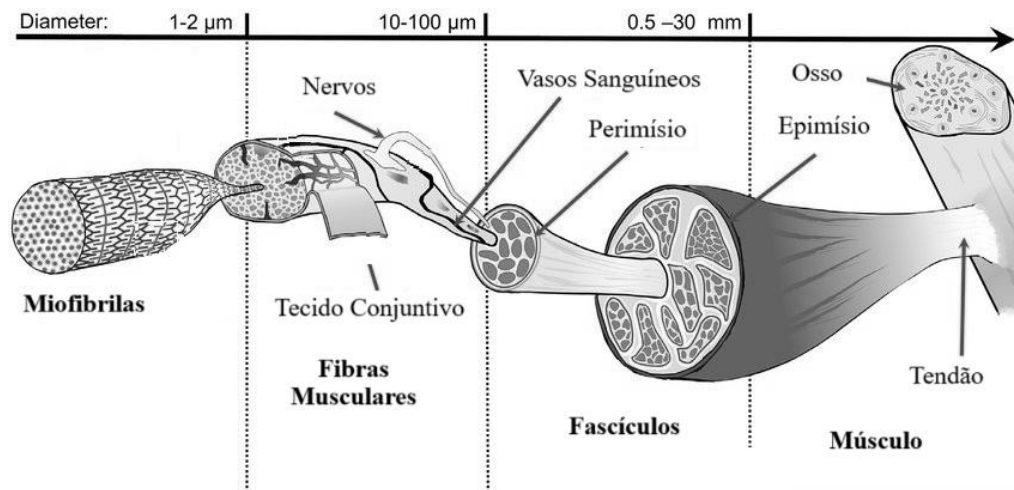


Figura n.º 1 - Estrutura Hierárquica do músculo Esquelético

Fonte: Adaptado de Gotti, Sensini, Zucchelli e Cristofolini (2020)

3.2. Enquadramento e Relevância da Análise Cinemática

A análise cinemática é utilizada para o estudo do movimento. Possibilita uma compreensão detalhada da biomecânica em funcionamento durante atividade corporal. Esta torna a quantificação dos movimentos precisa, fornecendo-nos dados relativos a ângulos articulares, aceleração e velocidade (Knudson, 2007). Tudo é fundamental para identificar padrões de movimento necessários para compreender a eficiência dos mesmos, permitindo compreender o desenvolvimento de lesões e aumentar a eficácia de atividades físicas para práticas desportivas e outras aplicações, e subseqüentemente o desempenho das mesmas.

Este método de análise representa um papel crucial em áreas como a da saúde, ergonomia e do desporto. Auxilia na avaliação do desempenho físico, prevenção de lesões musculoesqueléticas e no aprimoramento de equipamentos que tornem certas tarefas mais seguras e eficientes, contribuindo para o seu desenvolvimento (McGinnis, 2013).

Ghazwani et al. (2022), realizaram um estudo onde compararam os padrões cinemático da marcha e de *jogging* nas articulações dos MI. Concluiu-se que a marcha exercia uma maior extensão da anca e uma maior adução dos joelhos devido à maior estabilidade no seu apoio. Demonstrou-se também valores superiores nos ângulos de flexão e rotação interna da anca que durante o *jogging* (Navacchia, 2019 as cited in Ghazwani, 2022).

Foi estudada por Bohannon (1997), a velocidade confortável e máxima na marcha em adultos com idades compreendidas entre os 20 e os 79 anos. O estudo estabeleceu valores de referência com base numa amostra populacional ampla, verificando que a velocidade

diminui com o aumento da idade, sendo o género um fator de reduzida influência. Os valores médios encontrados para a velocidade confortável variaram entre 1,13 m/s e 1,39 m/s, enquanto os da velocidade máxima oscilaram entre 1,94 m/s e 2,53 m/s, variando conforme a faixa etária da amostra.

Leardini et al. (2007), analisaram os movimentos tridimensionais dos segmentos do pé, o retropé, mediopé e antepé durante a Fase de Apoio (FA) do ciclo marcha (Figura n.º 4), utilizando um modelo baseado em marcadores colocados nos indivíduos. Verificou-se que há movimentos diferentes e sequenciais entre os segmentos do pé, com destaque para a tarefa estabilizadora do retropé e a mobilidade mais elevada do antepé, principalmente durante rotações nos planos sagital e transversal (Figura n.º 2).

Foram também, medidas por Nilsson e Thorstensson (1989), as forças de reação do solo durante a marcha e a corrida a diferentes velocidades. Concluiu-se que o aumento da velocidade está associado a uma redução do tempo de contacto com o solo e a um aumento dos picos da componente vertical da força de reação do solo. Verificou-se, para além disso, que a componente anteroposterior sofreu alterações significativas, com uma fase de travagem mais curta e uma fase de propulsão mais acentuada à medida que a velocidade aumenta. Estes resultados evidenciam adaptações biomecânicas importantes do sistema locomotor humano em resposta à variação da velocidade e do modo de progressão.

Novacheck (1998), refere que a corrida difere substancialmente da marcha, particularmente devido à existência de uma fase de voo, quando não existe contacto com o solo, por maiores forças de reação do solo e por exigências mais elevadas a nível do controlo neuromuscular. Verificou-se que durante a corrida, os músculos proximais, como os glúteos e os isquiotibiais, têm um maior impacto na tarefa de absorção do impacto e na de propulsão.

Perry e Burnfield (2010), concluíram que uma marcha eficiente advém da interação, de forma coordenada, entre a força muscular, do controlo neuromotor e da integridade osteoarticular, sendo que quaisquer alterações num desses espectros vão dar origem a compensações notáveis, e cuja identificação possibilita a criação de estratégias de reabilitação ou avaliar adaptações ao esforço.

Winter (1991) descreve que, ao envelhecer, sucedem alterações nos padrões de estabilidade, ativação muscular e força de propulsão, comprometendo a eficiência dos movimentos e aumentando o risco de queda. Ademais, são analisados os padrões de marcha em populações com patologias ortopédicas e neuromusculares, demonstrando adaptações compensatórias no controlo postural e na distribuição das forças.

3.2.1. Planos de Movimento

Ao realizarmos uma análise de movimento temos de ter em conta a existência de diferentes planos, o sagital, transversal e frontal, como é demonstrado num estudo realizado por Gilleard et al. (2008), onde é demonstrada a importância de considerar todos os planos na análise do movimento.

Para descrever os movimentos do corpo em relação a um plano estes devem ser realizados ao longo ou paralelo a esse mesmo plano. O plano sagital divide o corpo em duas partes iguais, a direita e a esquerda, e é paralelo à sutura sagital do crânio. O plano transversal, ou horizontal, separa o corpo em parte superior e inferior. Por fim, o plano frontal, divide o corpo em parte da frente e da retaguarda, atravessando-o verticalmente, e é paralelo à sutura coronal do crânio (Neumann, 2010). Podemos observar os diferentes planos na Figura n.º 2.

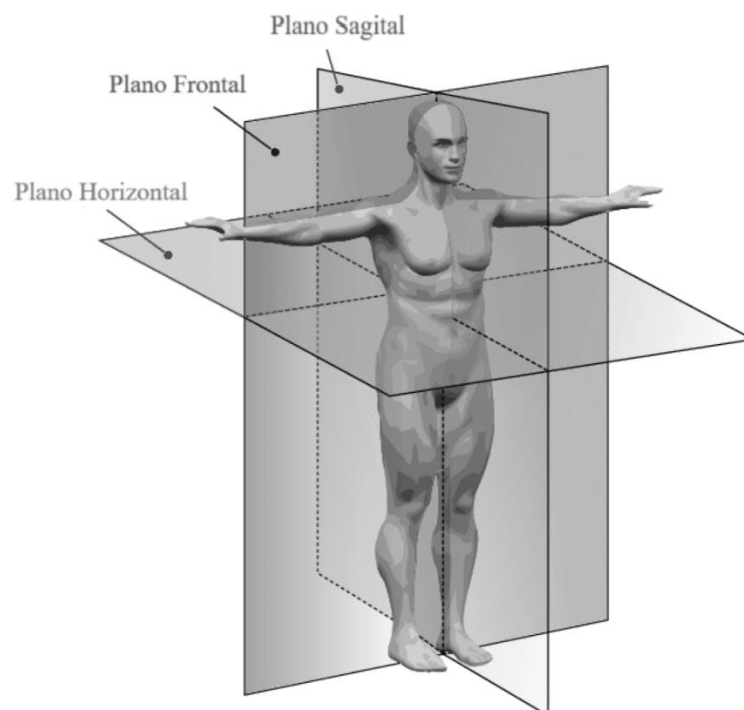


Figura n.º 2 - Planos Anatômicos Humanos

Fonte: Adaptado de Mrabet (2008), Wikimedia Commons

Durante a análise de movimentos corporais, é fulcral uma posição de referência padronizada, a posição anatômica. Esta caracteriza-se pela representação do corpo ereto, da cabeça voltada para a frente, dos braços esticados ao longo do corpo, das palmas das mãos

voltadas para a frente e dos pés juntos e apontados para a frente. Esta representação é amplamente utilizada na literatura anatômica para descrever com precisão a localização e os movimentos das estruturas corporais (Moore, Dalley & Agur, 2014).

Ademais, existe também a posição fundamental, que se assemelha com a anatômica, difere na posição das mãos. Nesta, as palmas das mãos encontram-se voltadas para o tronco. Esta variação é comumente utilizada em contextos clínicos e de avaliação funcional, e proporciona uma referência alternativa para a descrição dos movimentos (Neumann, 2010). Podemos observar ambas na Figura n.º 3.

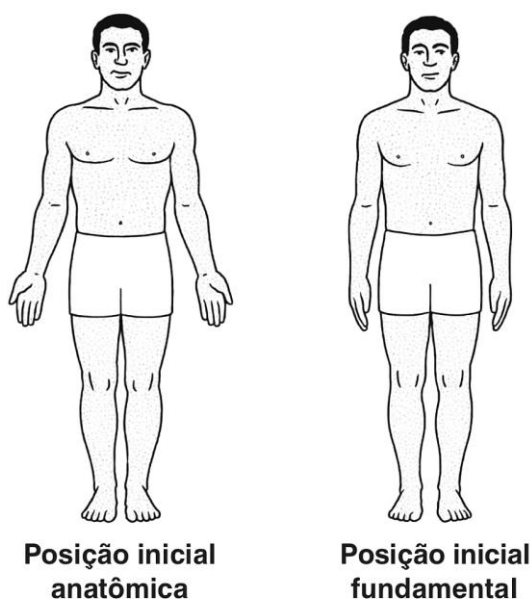


Figura n.º 3 - Posição Inicial Anatômica versus Posição Inicial Fundamental

Fonte: Figura adaptada de Hamill, Knutzen e Derrick (2015, p. 11)

3.2.2. Movimentos Básicos

Existem seis movimentos básicos articulares: a extensão, a abdução, a flexão, a adução, a rotação externa e a rotação interna. Existem ainda outros movimentos especializados, fazendo porém, parte destes seis, têm-se, portanto, os seguintes: elevação e depressão, pronação e supinação, flexão lateral, retração e protração, eversão e inversão, a circundação e, por fim, a plantarflexão e a dorsiflexão (Hamill, Knutzen & Derrick, 2015).

Outros autores, porém, dividem estes movimentos básicos em movimentos circulares, angulares e especiais. Atendendo a estes autores, os movimentos circulares caracterizam-se pela rotação de um segmento corporal em torno de um eixo, podendo alguns exemplos desta

rotação serem a externa, a interna, a supinação, a pronação e a circundação. Os movimentos classificam-se como angulares quando implicam alterações dos ângulos entre duas partes do corpo, considerando a abdução, adução, extensão e flexão como os mais comuns. Por último, classificam-se como especiais, os movimentos exclusivos a determinadas articulações, não sendo definidos por outros movimentos, são exemplos desses a depressão, elevação, retração, protração, inversão e a eversão (Seely et al., 2005). No Quadro nº 3, estão definidos os movimentos básicos.

Quadro nº 3 - Movimentos Básicos

Movimento	Definição
Flexão	Movimento onde existe uma diminuição do ângulo entre dois segmentos adjacentes.
Extensão	Movimento onde existe um aumento do ângulo entre dois segmentos adjacentes.
Abdução	Movimento de afastamento de um segmento em relação à linha média do corpo ou de um segmento.
Adução	Movimento de aproximação de um segmento em relação à linha média do corpo ou segmento.
Rotação Interna	Rotação de um segmento em direção ao plano mediano do corpo.
Rotação Externa	Rotação de um segmento para longe do plano mediano do corpo.

3.2.3. Análise de Marcha

A análise de marcha, ou *gait analysis*, é um domínio multidisciplinar que tende a caracterizar padrões de locomoção através de variáveis biomecânicas, fisiológicas e computacionais. Esta técnica tem sido amplamente aplicada para fins em contextos laboratoriais, desportivos e clínicos para realizar uma avaliação funcional de forma a detetar precocemente alterações patológicas e apoiar a reabilitação motora destes mesmos (Whittle, 2014).

A cinemática constitui-se como uma componente principal para a análise de marcha, o que torna possível a quantificação de valores referentes a movimentos articulares isolados das forças envolvidas. Esta análise tridimensional da velocidade, de ângulos, e de acelerações referentes a diferentes segmentos do corpo dos indivíduos fornece dados precisos acerca da mecânica dos movimentos das amostras, dados os quais são fulcrais para

identificar compensações irregulares e assimetrias nos indivíduos (Baker, 2013). Estes sinais, provenientes da cinemática, podem também ser sincronizados com eletromiográficos e com sinais de forças de reação do solo, de forma a realizar uma análise biomecânica mais completa. A conjugação de sinais cinemáticos e provenientes da EMG proporciona a quem os analisa, uma visão mais detalhada do funcionamento motoras do indivíduo em estudo, saudável ou com patologias. Esta sincronização permite a identificação das fases críticas da marcha em que ocorrem disfunções, tornando-se assim relevante para efeitos de reabilitação, prevenção de quedas e ortoprotesia (Winter, 2009).

Um ciclo de marcha completo é definido como sendo o período entre quaisquer duas repetições sucessivas de um evento da marcha (Whittle, 2014). Na Figura n.º 4 estão representados os eventos principais de um ciclo de marcha completo. Este é constituído por duas fases principais, a Fase de Balanço (FB) e a FA. A FB inicia-se com o Final de Contacto (Toe Off – TO) e termina com o Contacto Inicial (CI) desse mesmo pé, enquanto a FA tem início com o CI e termina com o FO. A FA, tipicamente, representa cerca de 60% da duração de um ciclo completo e a FB ocupando os restantes 40% (Whittle, 2014).

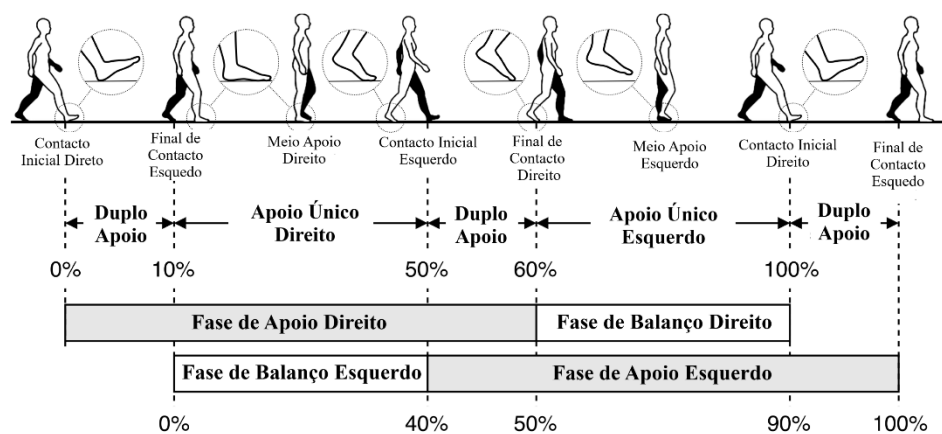


Figura n.º 4 - Fases da Marcha

Fonte: Adaptado de Tunca et al. (2017)

3.3. Enquadramento e Relevância da Eletromiografia

A Eletromiografia (EMG) é uma técnica que regista a atividade elétrica proveniente dos músculos esqueléticos durante a contração muscular. Existem dois métodos de abordagem principais: a EMG de profundidade, que envolve a inserção de elétrodos diretamente no músculo, e a Eletromiografia de Superfície (EMGS), que utiliza elétrodos colocados sobre a pele de forma a captar a atividade elétrica de várias unidades motoras

simultaneamente. A EMGS é amplamente utilizada uma vez que a sua natureza não invasiva facilita o seu uso e também pela capacidade de fornecer informação sobre a função neuromuscular (Karacan & Türker, 2025).

Estudos recentes têm recorrido à EMG para avaliar a ativação muscular e a *Training Load* (TL) durante tarefas de arrasto de feridos por arrasto, que fornecem informação importante relativamente ao desempenho e com utilidade para prevenção de lesões (Lockie et al., 2020a). Lockie, et al., 2020b descreveu um aumento relativo à ativação muscular dos quadríceps e uma redução na ativação dos glúteos à mediada de arrastavam a carga mais pesada. Estes resultados sugerem a influência que a alteração da mecânica do movimento, devido ao aumento do peso do manequim, possa ter na distribuição da carga pelos diferentes músculos, impactando a performance e o risco de lesão. De forma semelhante, foi também concluído por Lockie et al. (2020b), o impacto que a velocidade tem sobre as exigências musculares, foi observado que mulheres e indivíduos com menor massa exibem uma maior TL significativamente superior, em músculos como os Quadríceps Femoral (QF), Bíceps Femoral (BF) e Glúteo Máximo (GM) ao realizar esta tarefa do que indivíduos do sexo masculino, com maior massa. Concluindo também acerca da importância que a força absoluta desempenha na realização desta tarefa.

Lockie et al. (2022a), analisaram o desempenho de candidatos à polícia da Califórnia na realização do arrasto de um manequim de 74,84kg ao longo de uma distância de 9,75m e identificaram que indivíduos com uma maior altura e massa corporal apresentam tempos significativamente mais rápidos. Essa vantagem creditou-se ao facto destes indivíduos levantarem mais o manequim, ficando este em menor contacto com o solo e reduzindo o atrito, facilitando o arrasto deste. Estudos recentes sublinham a elevada exigência em diversos espectros como o de força, resistência e potência muscular, de forma a garantir eficácia no desempenho desta tarefa e reduzindo o nível de lesão (Lockie et al., 2020a; Ojanen et al., 2020). Ademais, a análise EMG contribui para o aprimoramento de protocolos de treino de forma a torná-los mais eficientes e melhorando o desempenho, novamente enquanto se reduz o risco de lesão (Lockie et al., 2022a).

3.3.1. Contrações Musculares Voluntárias Máximas

Definem-se como Contrações Voluntárias Máximas (CVM) o maior esforço que um indivíduo tem capacidade de exercer voluntariamente fazendo face a uma resistência externa, num grupo muscular em específico, sendo um relevante critério na avaliação

neuromuscular (Enoka & Duchateau, 2016). As CVM são frequentemente utilizadas em estudos que fazem uso de aparelhos de medição de EMG, como valores de referência permitindo assim que estes sejam apresentados de forma relativa a uma percentagem do valor das CVM, tornando possível a comparação entre músculos e indivíduos distintos (De Luca, 1997). “Este valor de referência permite-nos a normalização de sinais EMG e possibilita a determinação da percentagem de um grupo muscular que está a ser utilizada de forma ativa durante uma atividade física (Onal et al., 2023, p. 195).

As CVM são geralmente realizadas através de contrações isométricas, na qual o músculo gera força sem existir nenhuma alteração do seu comprimento, avaliando-se assim de forma segura e fiável a sua capacidade de contração máxima (Aagaard et al., 2000). A realização de contrações isométricas deve-se ao facto de ser possível ter um maior e mais rigoroso controlo sobre as variáveis envolvidas, como o comprimento muscular e a posição articular, mitigando a variabilidade entre testes distintos (Burden, 2010). A realização de uma CVM depende de diversos fatores neuromusculares como a coordenação intramuscular, o estado de fadiga do sujeito, a ativação do seu sistema nervoso central e a motivação no momento de execução (Gandevia, 2001). Os músculos podem não vir a ser totalmente ativados devido a fatores como a falta de treino específico, a inibição por reflexão completa e o medo da dor (Shield & Zhou, 2004). Além disso, a fiabilidade das medições provenientes deste método obedece aos padrões do protocolo posto em prática, englobando fatores como o aquecimento realizado antes das medições, o tempo de esforço (geralmente de 3 a 5 segundos), o número de repetições executadas, a posição corporal e o período de descanso entre tentativas (Halaki & Ginn, 2012).

Segundo Norcross et al. (2009), a realização de múltiplas tentativas de CVM é essencial de forma a garantir a fiabilidade das medições obtidas por meio de EMG. Este estudo revelou que as utilizações de métodos de normalização apoiados nos valores provenientes das CVM conferem uma elevada confiabilidade nos resultados, com coeficientes de correlação intraclass superiores a 90% e coeficientes de variação intrasujeitos inferiores a 10% para diferentes músculos. No estudo realizado por Dutra et al. (2023), foram realizadas três repetições de CVM e obtiveram-se valores de coeficientes de variação inferiores a 6,4%, revelando um elevado grau de confiabilidade dos resultados. A bibliografia aponta também para a importância da familiarização da amostra para com o

protocolo de execução equipamento utilizado, de forma a reduzir o efeito de aprendizagem⁵ e aumentar a consistência presente nos resultados (Waldron et al., 2016).

Lockie et al. (2020b), verificaram que durante a tarefa de arrasto de um manequim de 123 kg, os participantes apresentaram as seguintes ativações nos músculos em percentagem relativamente aos respetivos valores das CVM: QF $27,23 \pm 9,65$, BF $16,82 \pm 8,03$ e glúteo máximo $11,96 \pm 4,32$. Foi também analisado por Lockie et al. (2020a), o impacto do aumento do peso do manequim de 74,84 kg para 90,72 kg e observaram-se os seguintes valores apresentados respetivamente: QF $12,22 \pm 6,35$ e $13,26 \pm 7,20$, BF $9,22 \pm 4,23$ e $9,69 \pm 4,63$.

3.3.2. Vantagens e Limitações da EMGS

Como já foi referido anteriormente, a principal vantagem da EMGS é a sua natureza não evasiva, que permite assim uma avaliação da atividade muscular sem gerar dor ou desconforto para quem está sujeito a esta análise. Este método, porém, tem as suas limitações, estando suscetível a interferências externas e apresenta uma maior dificuldade em avaliar músculos que se localizem a uma maior profundidade da superfície cutânea devido ao efeito atenuante que os tecidos adjacentes ao músculo alvo têm sobre o sinal elétrico. Além do mais, existem outros fatores influenciadores dos resultados obtidos, tais como: a posição do paciente, a sua temperatura cutânea e a existência de algo tipo de ruído elétrico (Silva, 2010).

3.3.3. Considerações Metodológicas

De forma a garantir a fiabilidade dos dados obtidos através da EMGS, é necessário que nos guiemos por protocolos padronizados quanto à colocação dos eletrodos, ao processamento dos sinais recebidos a análise e normalização destes. Esta normalização é essencial para que seja possível haver uma comparação entre indivíduos diferentes e condições experimentais. Uma revisão sistemática feita por Silva (2010), destacou o importante papel desta padronização na coleta e tratamentos destes sinais, enfatizando a necessidade de utilizar protocolos consistentes de forma a assegurar a reprodutibilidade dos resultados.

⁵ Segundo Schmidt (2019), a aprendizagem ocorre como uma prática e reflete-se como uma mudança relativamente permanente na habilidade que uma pessoa possui ao realizar uma tarefa motora

PARTE II – ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO E TRABALHO DE CAMPO

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA, MÉTODOS E MATERIAIS

4.1. Definição do Objetivo Geral e da Pergunta de Partida

Como OG desta investigação temos o seguinte: “Analisar as exigências musculares e cinemáticas no decorrer do transporte de feridos por arrasto, realizado por um e por dois indivíduos”. Tendo este OG como guia, e de forma a corresponder a esta investigação foi necessário redigir uma PP e procurar responder à mesma, a qual é apresentada no Quadro nº 4 juntamente com o OG:

Quadro nº 4 - Objetivo Geral e Pergunta de Partida

Objetivo Geral	Pergunta de Partida
Analisar as exigências musculares e cinemáticas no decorrer do transporte de feridos por arrasto, realizado por um e por dois indivíduos.	Quais as exigências musculares e cinemáticas resultantes do transporte de feridos por arrasto, realizado por um e por dois indivíduos?

4.2. Objetivos Específicos e Perguntas Derivadas

O enfoque desta investigação e o objetivo que se coloca deu origem à questão de investigação, à qual, de forma a facilitar a nossa investigação, pode ser expandida em subperguntas e adaptada em objetivos mais detalhados (Creswell & Creswell, 2022), foram levantadas quatro PD, apoiadas nos OE. De tal forma, apresentam-se no Quadro nº 5 os OE e as PD desta investigação.

Quadro nº 5 - Objetivos Específicos e Perguntas Derivadas da investigação

OE1:	Caraterizar a cinemática do MS e do MI durante o transporte de feridos com um e dois indivíduos	PD1:	Como se caracteriza a cinemática do MS e do MI durante o transporte de feridos com um e dois indivíduos
OE2:	Comparar a cinemática do MS e do MI durante o transporte de feridos com um e dois indivíduos	PD2:	Como varia a cinemática do MS e do MI durante o transporte de feridos com um e dois indivíduos
OE3:	Caraterizar da atividade elétrica de músculos do MS e do MI durante o transporte de feridos por arrasto	PD3:	Qual a atividade elétrica dos músculos selecionados do MS e MI durante o transporte de feridos por arrasto?
OE4:	Comparar a atividade elétrica dos músculos selecionados durante o transporte de feridos realizado com um e dois indivíduos	PD4:	Como varia a atividade elétrica dos músculos selecionados durante o transporte de feridos por arrasto com um e dois indivíduos?

4.3. Amostra: composição e justificação

Para esta investigação, considerou-se fundamental a composição de uma amostra⁶ experiente e familiarizada com a tarefa em estudo. Para isto constituiu-se uma amostra composta por uma equipa de 4 militares pertencentes às tropas Paraquedistas do Exército Português devido à sua familiarização e creditação neste âmbito, devido ao facto destes militares já terem realizados missões no estrangeiro cujo aprontamento engloba o treino e aplicação prática desta tarefa. Na seguinte Tabela nº 1, estão expostas as características dos militares participantes.

⁶ Caracteriza-se como amostra “um subconjunto de elementos que compõem a população e é representativa se as suas características se assemelham tanto quanto possível às da população” (Freixo, 2012, p.214)

Tabela nº 1 - Caracterização da amostra

	Sujeito 1	Sujeito 2	Sujeito 3	Sujeito 4
Idade	23	30	28	26
Peso sem equipamento (kg)	84,2	91,8	80,0	93,4
Altura sem equipamento (cm)	172,0	186,5	174,5	190,5
Peso com equipamento (kg)	100,2	108,5	97,3	108,4
Altura com equipamento (cm)	174,0	188,5	176,0	192,5
IMC (kg/m²)	28,46	26,41	26,29	25,74
Carga Externa (%)	19,0	18,17	21,58	16,07

4.4. Protocolo para a realização dos Trabalhos de Campo

Os testes realizados pelos participantes tomaram lugar no Centro de Formação e treino de Combate em Áreas Edificadas (CFTCAE), na Escola das Armas (EA) em Mafra. Cada elemento realizou cinco repetições em cada uma das condições, arrasto realizado por um e por dois indivíduos.

Cada repetição consistiu no arrasto de um manequim próprio para este fim, com 70Kg equipado com um colete balístico utilizado pela força militar constituinte da amostra, com um peso de 7,23Kg. Antes do início de cada recolha, os militares colocaram-se de frente para o sentido de deslocamento, com o manequim virado com a face anterior para cima, e do seu lado dominante. Uma vez dada a ordem para iniciar, o militar faz uso do colete balístico para arrastar o manequim ao longo de uma distância de 15 metros. Após cada repetição o participante retorna à posição inicial. Uma vez concluídas dez repetições válidas, outro indivíduo dá início aos testes.

Durante toda a tarefa, os militares avaliados estavam equipados com o seu material orgânico e equipamentos necessários à recolha dos dados, como demonstrado na Figura n.º 5.



Figura n.º 5 - Militar a executar o percurso

4.5. Abordagem Adotada

A investigação desenvolvida segue uma abordagem quantitativa, visto que procura recolher, analisar e interpretar dados numéricos relacionados com atividade muscular e cinemática da tarefa de arrasto de um ferido. Segundo Fortin (2009), o método quantitativo caracteriza-se pelo uso de técnicas estruturadas de recolha de dados e pela sua análise estatística destes mesmos dados, que visa criar relações entre diversas variáveis e descrever padrões. Esta investigação assume também o método experimental, uma vez que é intencionalmente manipulada uma variável independente - o número de indivíduos a arrastar o manequim – de forma a analisar o impacto que esta mudança tem nas variáveis dependentes – ativação muscular e variáveis cinemáticas dos militares. Este tipo de investigação experimental, distingue-se precisamente pela possibilidade de manipulação das condições do estudo, tornando possível a análise de relações de causa efeito (Thomas et al., 2015).

4.6. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

As variáveis cinemáticas foram recolhidas com um sistema de Sensores Inerciais (SI), Xsens MVN (Xsens Technologies B.V., 2017) a uma frequência de 60Hz. Este sistema faz uso de em 17 sensores distribuídos pela cabeça, omoplatas, esterno, braços, mãos antebraços, pélvis, coxas, pernas e pés. Todos estes colocados de acordo com as recomendações do fabricante (Xsens Tecnologia B.V., 2017) e em zonas sobre o osso para mitigar o movimento dos tecidos moles (*Soft Tissue Artefact* - STA) (Chiari et al., 2005) (Figura n.º

6). Os dados provenientes destes sensores são transmitidos para um computador em tempo real, o que permite uma recolha de diversas variáveis em três dimensões sem uso de câmaras, por exemplo o deslocamento, velocidade e dados de ângulos articulares, facilitando a recolha de informação durante os trabalhos de campo. Os dados foram captados de acordo com os protocolos fornecidos pelo fabricante, bem como a colocação dos sensores (Xsens Technologies B.V., 2017).

Após a colocação dos SI, tal como ilustrado na Figura n.º 6, foram introduzidas duas dimensões dos participantes no software MVN Analyze Pro (versão 2024.2), a altura e o comprimento do pé. Estas medidas serviram para que o modelo se ajustasse ao respetivo participante e posteriormente combinadas com os procedimentos de calibração (*n-pose* e *walk*) para obter o alinhamento dos sensores com os segmentos corporais (Roetenberg et al., 2009) e reconstruir o modelo biomecânico. No processo de calibração, os militares permaneceram inicialmente na posição *n-pose*, e, de seguida, caminharam alguns metros para a frente e regressaram para trás à posição inicial. Finalmente, já na posição inicial, colocaram-se passivamente na posição *n-pose*, que consistia em ficar numa posição ereta com os braços ao longo do corpo e as mãos orientadas medialmente. Após os procedimentos de calibração, cada militar, realizou o protocolo experimental.



Figura n.º 6 - Xsens MVN com os 17 SI colocados nos respetivos segmentos do participante.

Após uma preparação individual, os participantes realizaram seis CVM de três segundos, repetidas três vezes com um intervalo de um minuto como descrito por Ball e Scurr (2011), Chow et al. (1999) e Rota et al. (2013) (Tabela nº 2, APÊNDICE C). Este processo permite transformar a atividade elétrica do músculo expressa em microvolts em percentagem da atividade muscular após calibração, através de uma contração voluntária

máxima (Lehman & McGill, 1999). A atividade elétrica de nove músculos, DA, BB, FRC, PM, GD, GOE, QF, BF e GM do lado não dominante (lado da carga), foi registada fazendo uso de nove elétrodos de EMGS (Trigno™ Wireless System, Delsys, Inc. 1000Hz; distância entre elétrodos = 1cm; *Silver*. A colocação dos elétrodos seguiu as recomendações e procedimentos *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM) de forma a evitar limitações (Hermens et al., 2000). Antes da colocação dos sensores EMG foi removido o pelo e a pele higienizada com álcool em todas as superfícies onde se colocaram os elétrodos. A colocação dos sensores foi no sentido da direção das fibras musculares e fixos com fita cola dupla face e reforçado com adesivo à volta do sensor (Figura n.º 7). Após colocação dos sensores foi realizado um teste para verificar se os elétrodos estavam corretamente colocados. Os dados de EMG foram recolhidos através do software *EMGWorks Acquisition* (Delsys Inc., Natick, MA, EUA) durante as CVM e durante o protocolo experimental do arrasto do ferido (ciclo de marcha). Na Figura n.º 9, observa-se um militar totalmente equipado para a realização dos testes.

Tabela n.º 2 - Procedimentos de realização para as contrações voluntárias máximas dos 9 músculos estudados

Músculos CVM	Descrição do Movimento
Deltoide Anterior (DA)	Elevação anterior do braço. Com flexão do ombro a 90º no plano sagital (Rota, Rogowski, Champely, & Hautier, 2013)
Bicípíte Braquial (BB)	Braço superior junto ao tronco; antebraço na horizontal e supinado. Resistência aplicada para baixo contra o punho (Chow et al. 1999).
Flexor Radial do Carpo (FRC)	Sentado em uma cadeira; antebraço sobre a coxa; punho supinado. Resistência aplicada para baixo contra a mão (Chow et al. 1999).
Peitoral Maior (PM)	Braço superior na horizontal; antebraço na vertical. Resistência aplicada para trás contra o cotovelo (Chow et al. 1999).
Grande Dorsal (GD)	Braço superior na horizontal; antebraço na vertical. Resistência aplicada para frente contra o cotovelo (Chow et al. 1999).
Grande Oblíquo Externo (GOE)	Sujeito sentado, com os pés seguros por um investigador. Com os braços cruzados à frente do peito o sujeito aproxima o ombro do joelho contrário durante 3 segundos contra uma resistência manual.
Quadrícipíte Femoral	Squat Jump. O sujeito inicia o movimento com uma flexão do joelho de 90º mantendo as mãos na cintura (Ball & Scurr, 2011).
Bicípíte Femoral	
Gêmeo Medial	

Fonte: Adaptado de Ball & Scurr (2011), Chow et al. (1999) e de Rota et al. (2013)

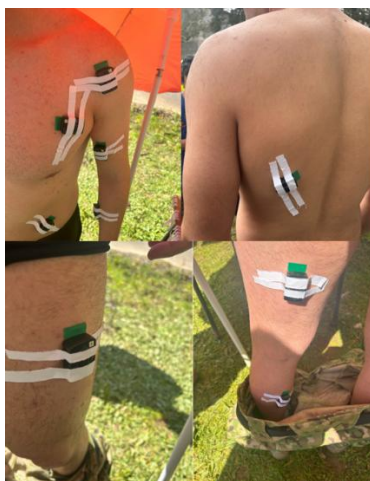


Figura n.º 7 - Colocação sensores EMG nos MS e MI, respetivamente



Figura n.º 8 – Participante do estudo pronto a executar a tarefa em estudo

4.7. Análise de Dados

4.7.1. Análise de Dados Cinemáticos

Os dados provenientes da análise cinemática foram registados num computador e apresentados sob a forma de um manequim em 3D. De forma a poderem ser examinados foram então exportados de um *software* para outro, Xsens MVN *Analyse* 2018.0.3 para o *Visual 3D (C-motion, Inc Germantown, EUA)*. As imagens foram examinadas visualmente de forma a identificar os momentos necessários para a realização da análise da marcha adaptada, conforme dividida e descrita no APÊNDICE A.

Adicionalmente, para a análise do movimento recolhido através dos sensores cinemáticos, recorreu-se à análise de marcha adaptada à tarefa em estudo. Este tipo de técnica é orientado para a analisar marcha tradicional, comumente utilizada com objetivo de

estudar padrões de locomoção (Whittle, 2007). De forma a conseguirmos cumprir o mesmo objetivo, mas estudando uma tarefa diferente, a de arrasto de feridos, foi necessário implementar adaptações e acrescentar fases a este método. A seguinte tabela explicita as fases adicionadas e em que consistem, apresentadas sequencialmente, é importante denotar que estas se realizam anteriormente às da análise de marcha:

Quadro nº 6 - Fases adicionadas à análise de marcha adaptadas à investigação

1ª Fase	Desde o momento em que o indivíduo inicia o movimento até estar a agarrar o ferido
2ª Fase	Desde o momento em que o indivíduo se começa a levantar até se encontrar erguido
3ª Fase	Desde o momento em que o indivíduo se encontra erguido até levantar o pé traseiro do chão

As adições destas fases previamente à análise de marcha permitiram uma avaliação e comparação detalhada dos movimentos presentes nas diferentes fases desta tarefa, entre diferentes indivíduos e ao executar a tarefa em estudo aplicando as diferentes variáveis.

É fulcral para qualquer investigação que, numa fase inicial, seja delineado e qual o método científico segundo a qual nos vamos orientar durante a concretização do estudo em questão e a abordagem escolhida.

4.7.1. Análise de Dados de Eletromiografia

Relativamente aos métodos de recolha de dados, recorreu-se à utilização de um sistema de EMGS composto por sensores da marca Delsys. Os quais permitem a captação com uma elevada precisão da atividade elétrica dos músculos e de caráter não invasivo, assegurando assim uma elevada qualidade de captação de sinal com reduzido ruído de fundo. A aplicação destes elétrodos foi feita segundo as normas do projeto europeu SENIAM, especificamente, no que diz respeito à preparação da área de contacto do indivíduo com os sensores, tendo sido efetuados procedimentos de limpeza da pele com álcool, remoção de pelo corporal, orientação dos elétrodos com as fibras musculares e à distância entre diferentes elétrodos recomendada (Hermens et al., 2000).

A normalização dos sinais EMG foi feita recorrendo ao método das CVM. Segundo De Luca (1997) esta técnica consiste na execução de contrações musculares de forma a registar a atividade muscular durante a tarefa executada num formato de percentagem do

valor máximo obtido, permitindo a comparabilidade entre diferentes membros da amostra e diferentes variáveis independentes.

Estes dados recolhidos durante as CVM e durante o arrasto do ferido foram filtrados (Filtro Butterworth passa-banda 20-450 HZ) pelos próprios sensores antes do cálculo do valor quadrático médio dos valores. Os valores máximos foram calculados com base nos valores recolhidos nas CVM. Os valores médios foram determinados a partir dos valores recolhidos durante um ciclo de marcha (fase definida desde o contato inicial do pé esquerdo até ao contato inicial seguinte do pé esquerdo). Os dados de EMG foram exportados do software EMGwork Analysis para o software Visual 3D, onde se pôde visualizar os dados cinemáticos e de EMG sincronizados. Os valores EMG médios normalizados de cada músculo, durante o arrasto por um e por dois indivíduos, foram expressos como uma percentagem do nível de EMG registado durante a CVM, à posteriori. Os dados EMG e cinemáticos foram obtidos com base na média de cinco repetições bem-sucedidas, em cada uma das variações avaliadas realizadas por cada participante.

4.7.3. Métodos Estatísticos

Os valores médios dos 5 ciclos de cada uma das repetições em cada condição (1 homem e dois homens) de cada participante para as variáveis cinemáticas (Tabela nº 3 e 4) e de EMG (Figura nº11) foram calculados. Os dados foram testados para a normalidade utilizando o teste de *the Shapiro–Wilk test* ($p < 0.05$). Foi utilizado *software IBM SPSS Statistics*, versão 29.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA) para a realização das análises estatísticas. Dado que os dados não demonstraram uma distribuição normal, a diferença entre as variáveis foi testada através de um teste para medidas emparelhadas *Wilcoxon Matched-Pairs Signed Ranks* de forma a identificar as diferenças entre as duas condições.

4.8. Procedimentos Formais e Éticos

Segundo Freixo (2024), a intimidade e privacidade dos indivíduos que colaboram no estudo, está à responsabilidade do investigador. Todos os participantes devem sê-lo de forma voluntária tendo sempre como possibilidade deixarem de fazer parte de uma qualquer investigação e de que modo for.

A todos os participantes deste estudo foi fornecido uma explicação de todos as tarefas, procedimentos e requisitos necessários (Apêndice A), bem como consentimento informado livre e esclarecido (Apêndice B), tendo sido lido e assinado individualmente. No

decorrer deste estudo foram mantidas em anonimato as informações pessoais dos participantes bem como a sua privacidade.

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS

5.1. Resultados Cinemáticos

A análise cinemática incidiu sobre ciclos completos do pé esquerdo, desde o CI até ao CI subsequente do mesmo membro. Os valores apresentados correspondem às médias de cinco repetições realizadas por cada militar ($n=4$), em ambas as condições: por um e por dois sujeitos.

No que diz respeito à análise da marcha (Tabela nº3), o arrasto realizado por dois indivíduos apresentou valores superiores de velocidade, comprimento da passada, todas as restantes variáveis referentes a valores temporais apresentaram valores superiores no arrasto por um indivíduo com exceção do tempo de balanço, no entanto sem diferenças significativas.

Quanto à análise de amplitude articular (Tabela nº4), comparando os valores máximos e mínimos durante o ciclo de marcha entre as duas condições também não se verificaram diferenças significativas (Tabela nº 4), neste caso os valores apresentaram semelhantes nas duas condições.

Apesar de o teste de Wilcoxon ter revelado valores de significância próximos do limiar convencional, de $p = 0,068$ para a maioria das variáveis, observa-se uma tendência clara de melhoria dos parâmetros temporais e espaciais na condição de arrasto a dois homens. A Tabela nº 3 apresenta os valores médios, desvios padrões e estatísticas de teste.

Tabela nº 3 - Variáveis cinemáticas entre o arrasto de um ferido por 1 e 2 indivíduos com médias e desvios padrões para um ciclo do início ao fim

Variáveis	Um Indivíduo		Dois Indivíduos		Teste Estatístico	p-Value
	Média	DP	Média	DP		
Velocidade (m/s)	2,25	-	3,47	-	-1,826	0,068
Passada Largura (m)	0,13	0,04	0,10	0,03	-1,826	0,068
Passada Comprimento (m)	1,30	0,12	1,89	0,19	-1,826	0,068
Comprimento do passo (m)	0,67	0,06	0,96	0,11	-1,826	0,068
Tempo de passo (s)	0,30	0,03	0,29	0,02	-1,826	0,068
Tempo de apoio (s)	0,34	0,04	0,26	0,03	-1,826	0,068
Tempo de balanço (s)	0,24	0,02	0,28	0,03	-1,826	0,068
Tempo de ciclo (s)	0,58	0,04	0,55	0,03	-1,826	0,068
Duplo apoio inicial (s)	0,05	0,02	0,03	0,01	-1,461	0,144
Duplo apoio total (s)	0,11	0,04	0,06	0,03	-1,841	0,066
Tempo de voo			0,03	0,01		

Nas seguintes figuras são apresentados os padrões de movimento de um sujeito das articulações do MS e MI durante o ciclo da marcha durante a tarefa. Estes dados são referentes a análise de ciclo completo sobre ambas as condições de arrasto. A verde está representado o arrasto do ferido por apenas um militar, enquanto, a azul representa-se a realização da mesma tarefa, mas por dois elementos.

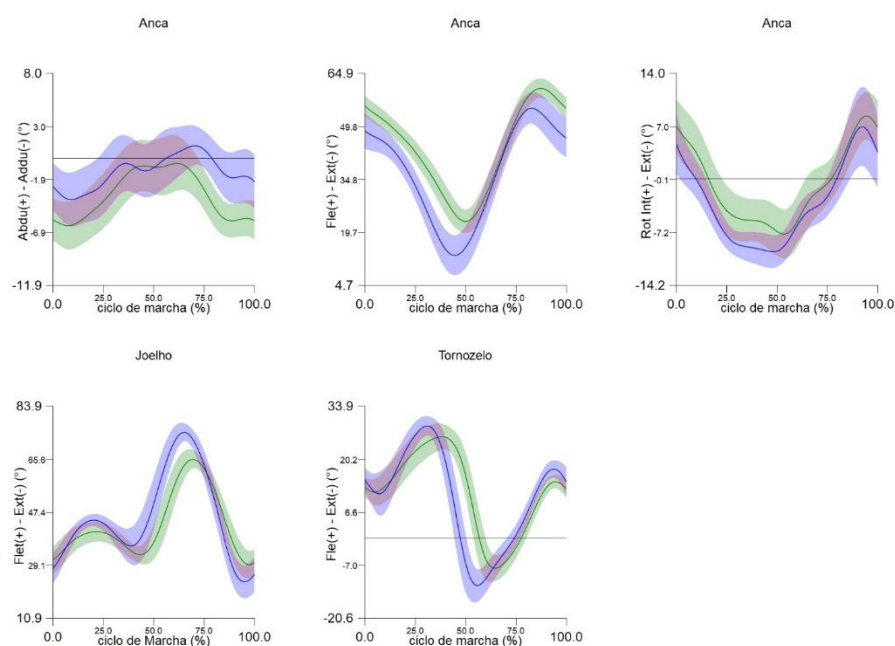


Figura n.º 9 - AM articular do MI, Sujeito 1

No joelho, observaram-se dois picos de flexão: o primeiro durante a fase de carga, derivado da absorção do impacto decorrente do contacto inicial, a aproximadamente 15% do ciclo da marcha, e o segundo durante a FB, entre os 70% e os 75% do mesmo relacionado com a elevação do pé, como se pode observar na Figura n.º 10. As amplitudes variaram entre aproximadamente 10° e 80°.

Atentando à Figura n.º 9, referente às articulações do tornozelo, observa-se um aumento do ângulo articular positivo até à fase média da FA, a cerca de 30% do ciclo, seguido de uma redução acentuada na fase de propulsão. Este padrão corresponde, respetivamente, à dorsiflexão e à flexão plantar do tornozelo, com amplitudes angulares compreendidas entre os -15° e +30°.

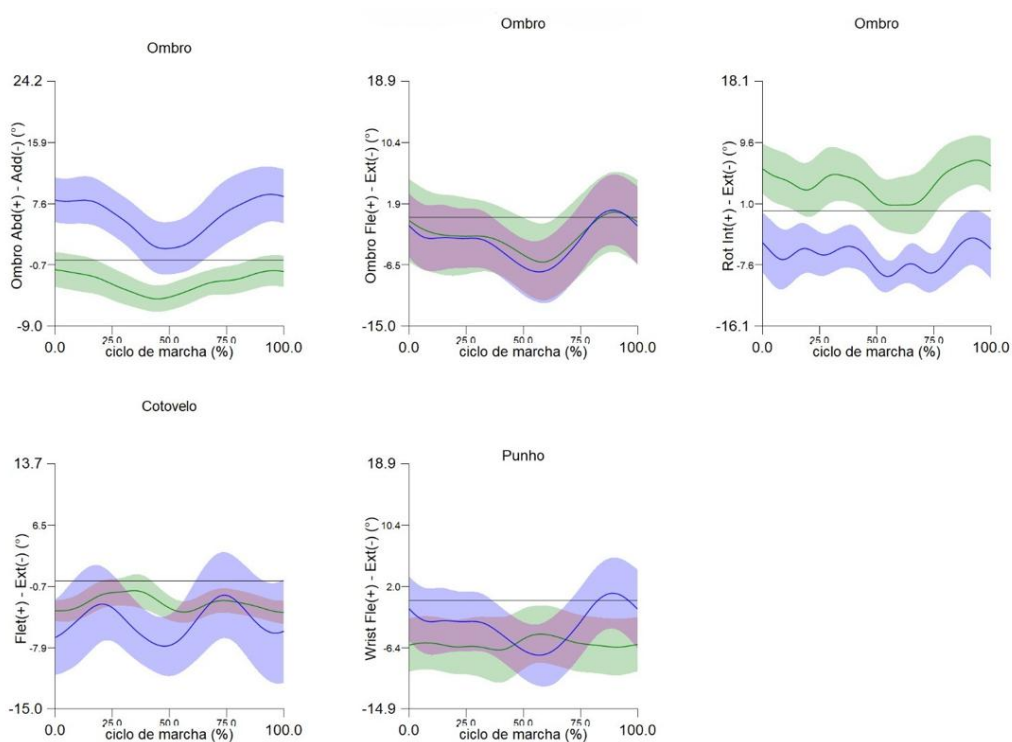


Figura n.º 10 - AM articular do MS, Sujeito 1

Em relação aos MS, os gráficos apresentados na Figura n.º 12 evidenciam um padrão de oscilação passiva sincronizada com o ciclo dos MI. As articulações do ombro demonstram variações de aproximadamente 10° em flexão-extensão e abdução-adução, enquanto o cotovelo manteve uma amplitude entre os 15° e os 30°, coincidentes com a média da amostra (Tabela n.º 4).

Importa sublinhar que os dados apresentados referentes a um único indivíduo apenas ilustrativos e não devem ser generalizados à totalidade da amostra, sendo esses apresentados de seguida.

No que respeita às articulações dos membros superiores, observou-se uma amplitude de movimento reduzida em ambas as condições experimentais. De acordo com os dados da Tabela nº 4, os valores de flexão-extensão e abdução-adução do ombro oscilaram em torno dos 10°, enquanto o cotovelo apresentou amplitudes médias entre os 15° e os 30°, sem diferenças estatisticamente significativas entre as condições.

Tabela nº 4 - Média dos valores de Ângulos Articulares Máximos e Mínimos para cada Segmento Corporal sob ambas as variações da tarefa em estudo e respectivo DP

Articulação	Parâmetro	Plano	1 Homem Máximos e Mínimos (°)	2 Homens Máximos e Mínimos (°)	Teste Estatístico	<i>p-Value</i>
Ombro	Abdução	Frontal	1,0±3,3	13,4±2,7	-1,926	0,068
	Adução	Frontal	-3,3±1,2	3,9±2,4	-1,826	0,068
	Flexão	Sagital	4,8±4,4	5,7±4,7	-0,730	0,465
	Extensão	Sagital	-1,9±5,0	-5,5±4,0	-1,461	0,144
	Rotação Interna	Horizontal	7,5±8,8	3,4±8,4	-1,461	0,144
	Rotação Externa	Horizontal	2,0±9,2	-7,4±7,1	-1,461	0,144
Cotovelo	Flexão	Sagital	-2,5±5,3	0,9±6,7	-1,095	0,273
	Extensão	Sagital	-6,8±4,9	-9,6±5,0	-0,730	0,465
Punho	Extensão	Sagital	-1,2±7,1	-2,8±5,8	0,000	1,000
	Flexão	Sagital	1,5±7,6	2,0±6,4	-1,095	0,273
Anca	Extensão	Sagital	20,5±7,4	13,2±6,0	-1,826	0,068
	Flexão	Sagital	61,8±6,4	57,2±5,7	-1,826	0,068
	Abdução	Frontal	-1,2±2,6	-1,9±3,2	-1,461	0,144
	Adução	Frontal	-10,3±4,1	-9,0±4,1	-1,826	0,068
	Rotação Interna	Horizontal	13,0±5,1	12,4±5,3	-1,095	0,273
	Rotação Externa	Horizontal	-3,9±4,8	-4,7±4,9	-1,095	0,273
Joelho	Flexão	Sagital	68,3±5,3	76,7±5,4	-1,826	0,068
	Extensão	Sagital	28,3±4,0	24,7±3,1	-1,826	0,068
Tornozelo	Plantarflexão	Sagital	20,6±7,4	25,2±14,4	-1,461	0,144
	Dorsiflexão	Sagital	-16,1±6,1	-21,3±13,1	-1,826	0,068

5.2. Resultados EMG

A figura 13 apresenta a amplitude da ativação normalizada durante o ciclo de marcha dos músculos analisados. Os músculos com maior ativação foram o FRC, seguido do bicípite femoral, do GD e do GM. Os restantes músculos não apresentaram apenas ligeiras ativações.

Os músculos com maior ativação apresentaram valores superiores no arraste por um indivíduo com exceção do FRC.

A análise EMG foi conduzida com sensores colocados no lado esquerdo (lado não dominante) dos participantes, tendo sido analisada a ativação de nove músculos, sendo que os músculos GOE e QF foram excluídos devido à ausência de dados utilizáveis, obtendo um total de sete em estudo. Os valores foram expressos como percentagem das CVM do respetivo músculo, normalizadas.

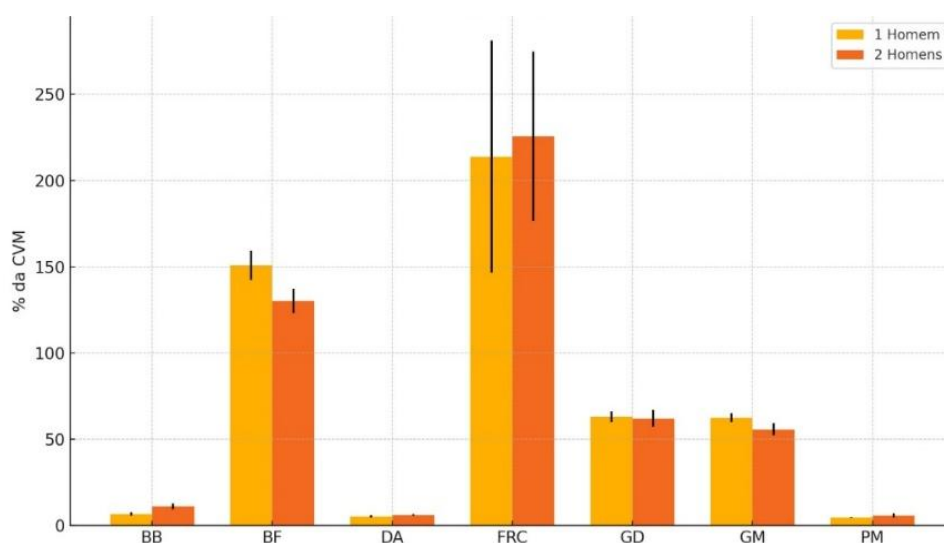


Figura n.º 11 - Ativação dos diferentes músculos em estudo durante ambas as Condições de Arrasto em percentagem das respetivas CVM

CAPÍTULO 6 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Segundo Brand e Huiskes (2001), “A discussão deve refletir mais uma síntese do que uma reiteração de resultados. Nenhum resultado novo deve ser discutido”. Desta forma, a presente investigação procurou analisar as exigências da tarefa de arrasto de um ferido por um e por dois indivíduos do ponto de vista EMG e cinemático. Apesar de não terem sido verificadas diferenças significativas, verificou-se uma maior exigência na ativação muscular em alguns dos principais músculos com maior participação na tarefa durante o arrasto por um indivíduo. O arrastou realizado por dois indivíduos demonstrou uma maior velocidade durante a tarefa, enquanto as amplitudes articulares demonstraram semelhanças entre as duas condições.

As limitações deste estudo estão associadas à amostra reduzida ($n=4$), a existência de alguns problemas técnicos para o registo do músculo quadríceps femoral, o qual não nos foi

possível registrar. Também a colocação bilateral dos sensores de EMG dar-nos ia uma análise mais detalhada e completa da ativação muscular, mas por razões de exequibilidade foi realizada apenas do lado do transporte do ferido.

6.1. Análise Cinemática

A velocidade média registada no arraste do ferido (Tabela nº3) por dois indivíduos encontra-se acima da do intervalo da marcha ($\approx 1,27 - 2,53$ m/s) e do jogging ($\approx 2,23$ m/s), como referido na literatura (Barreira, 2010; Bohannon, 1997). Este aumento na velocidade média durante o arrasto duplo foi acompanhado por um aumento no comprimento da passada, de 1,89 m comparativamente ao valor de um só sujeito, 1,30 m, apresentando-se também superior ao valor típico de marcha de 1,4 m e ligeiramente inferior ao do jogging de aproximadamente 2,1 m (Novacheck, 1998). A amplitude média de cada passo aumentou de 0,67 metros ao executar a tarefa apenas com um indivíduo para 0,96 metros, com dois. Os tempos de apoio foram de 0,26 s, de balanço, 0,28 s, e de um ciclo completo, 0,55 s aquando executada a tarefa por dois elementos. Para a variação oposta estes tempos foram de 0,34 s .024 s 0,58 s, respetivamente. Observa-se a existência de um tempo de voo quando a tarefa é realizada por dois indivíduos, e a ausência deste quando realizada individualmente. Os dados deste estudo sugerem que, ao partilhar a carga, os militares conseguem adotar um deslocamento mais fluido e eficiente, semelhante aos padrões locomotores fisiológicos (Perry & Burnfield, 2010; Leardini et al., 2007).

Os MS dominantes apresentam amplitudes articulares constantes durante a tarefa (Figura n.º 10), e de acordo com Oosterwijk et al. (2018), amplitudes do ombro entre os 5° e 15° e até os 30° no caso do cotovelo, são características de atividades funcionais com baixa exigência dinâmica em atividades do quotidiano. No entanto, a constância da amplitude articular dos MS no presente estudo deveu-se essencialmente à melhor posição encontrada para a performance da tarefa, que é referida como estabilizadora na manutenção da postura e do equilíbrio (Kahn et al., 2020; Oosterwijk et al., 2018). É referido que o movimento dos MS durante a marcha como sendo maioritariamente passivo e estando sincronizado com as oscilações dos MI (Meyns, 2021),

No que concerne aos MI, as amplitudes da anca, joelho e tornozelo estão em consonância com o padrão típico da marcha, evidenciando a adaptação funcional às exigências biomecânicas desta tarefa (Perry & Burnfield, 2010). Apesar de não se terem verificado diferenças significativa ao nível das amplitudes articulares, estudos prévios

referem o arrasto por dois sujeitos como sendo mais benéfico para o controlo e a distribuição equilibrada da carga (Flood et al. 2017; Sharp et al. 2017).

Na análise do padrão de marcha exemplificativo de um participante (Figuras n.º 9) permite deduzir que este militar em específico apresentou um padrão articular compatível com a marcha fisiológica, com sequências de movimento próprias nos três planos. As articulações da anca demonstraram um ciclo típico de flexão e extensão, com um pico de flexão durante a FB, a aproximadamente 60 a 75 por cento do ciclo. Ademais, denotou-se a existência de uma extensão progressiva na FA, com amplitudes estimadas num intervalo típico para estes valores, entre os 10 e os 60 graus (Perry & Burnfield, 2010). A oscilação em abdução-adução manteve-se dentro de um intervalo com uma margem de 5 graus, sendo a adução mais expressiva no apoio médio. A rotação interna no CI, seguida de rotação externa até ao TO, é coerente com o controlo de rotação descrito referente aos músculos isquiotibiais e adutores em função da posição da anca (Arnold et al., 2001).

6.2. Análise EMG

No arrasto por um indivíduo observou-se uma maior ativação no BF, GM e GD, onde a redução da ativação no arrasto por dois indivíduos poderá ser interpretada como um reflexo da menor sobrecarga imposta aos segmentos locomotores, permitindo uma distribuição mais equilibrada da carga e, consequentemente, menor risco de fadiga ou lesão (Lockie et al., 2020b; Mussalo et al., 2025). A elevada ativação mantida no FRC, independentemente da condição, demonstra a importância do esforço dos membros superiores, especialmente na tarefa de preensão do manequim durante o aumento da velocidade. Apesar desta ativação elevada em ambos os cenários, denotou-se uma maior ativação deste músculo durante a partilha da carga. Este resultado diverge da expectativa inicial, sugerindo que a exigência muscular acrescida deriva de uma compensação do aumento da velocidade que leva a uma maior exigência de preensão do ferido, mesmo apesar da partilha da massa do manequim.

Os reduzidos valores de ativação dos seguintes músculos: BB, DA e PM, sugerem que estes segmentos musculares desempenham uma função limitada durante a tarefa de arrasto de um ferido, atuando maioritariamente como músculos estabilizadores passivos do MS. Este padrão é coerente com a literatura que realça uma oscilação mínima dos segmentos proximais e distais dos MS durante a marcha com carga (Pontzer et al., 2009), refletindo um contributo sobretudo postural, ao invés de propulsivo. Similarmente, outros estudos, reforçam que em tarefas de locomoção funcional, a ativação dos músculos dos braços e dos

peitorais tende a ser residual, quando não existe tração ativa ou carga suportada manualmente, que, apesar de existir na presente investigação, o manequim encontra-se apoiada no solo enquanto se dá o arrasto (Kahn et al. 2020; Meyns 2021).

O BF apresentou uma elevada ativação durante o arrasto quando executado por um único militar, superior a 150%, reduzindo quando a tarefa foi partilhada, para cerca de 130%, estudos anteriores referem valores inferiores entre 16% e 29%, mas em situação de arrasto de costas e utilizando as duas mãos (Lockie et al. (2020b). O GM e o GD a atividade elétrica manteve-se estável com apenas um ligeiro decréscimo de aproximadamente 5% para o GD e entre os 2% a 3% para o GM na realização do arrasto duplo, não se verificando uma redução, inicialmente expectável com a partilha do esforço. Por outro lado, a ativação do FRC manteve-se alta em ambas as condições, superior a 200% das respetivas CVM, observando-se uma subida na condição com dois militares. Os músculos BB, DA e PM apresentam uma ativação residual para ambas as variações desta tarefa, com também, reduzida diferença entre si.

CONCLUSÕES

Este trabalho teve como OG: “Analisar as exigências musculares e cinemáticas no decorrer do transporte de feridos por arrasto, realizado por um e por dois indivíduos”. Tratando-se de uma tarefa crítica num cenário operacional caracterizado pelo elevado número de baixas que produz, pretendeu-se compreender de forma objetiva o impacto da realização desta tarefa quando realizada individualmente e com ajuda, de forma a caracterizar e propor melhorias para uma melhor performance nesta tarefa.

No que respeita ao OE1 e de forma a responder à PD1, a velocidade desta tarefa caracteriza-se por um deslocamento dentro os valores normais para a marcha, no arrasto por um indivíduo, e superior à corrida moderada no caso arrasto por dois indivíduos. Na condição individual, considerando a cinemática dos membros inferiores, verificamos semelhanças com o padrão da marcha, por outro lado, na condição de dois indivíduos, verificamos semelhanças com o padrão de corrida moderada com presença de tempo de voo. Os MS apresentam movimentos limitados mantendo-se e sem grandes variações de amplitude, de modo a estabilizar a carga.

No que respeita ao OE2 e de forma a responder à PD2, este estudo demonstrou valores superiores na tarefa realizada por dois indivíduos nas seguintes componentes: maior

velocidade média de deslocamento, maior comprimento da passada e presença de fase de voo, refletindo a possibilidade de realizar o arrasto em passo de corrida, de forma mais fluida e eficiente. Alinhando-se, estes padrões, com os descritos na literatura para a marcha rápida e corrida moderada, indicando uma vantagem substancial em termos de mobilidade no CB durante a execução desta tarefa crítica e de alto risco. Quanto às amplitudes articulares, estes permanecem semelhantes nas duas condições, no entanto a flexão do joelho apresenta-se ligeiramente superior no arrasto com dois indivíduos.

Relativamente ao OE3 e de forma a dar resposta à PD3, os músculos com maior ativação durante a tarefa nas duas condições, foram por ordem decrescente o flexor radial do carpo, seguido do bicipite femoral, seguido pelo grande dorsal e gêmeo medial, os restantes músculos apresentaram uma ativação reduzida, devido à sua função de maior estabilização e movimento reduzido.

Atendendo ao OE4 e dando resposta à PD4, os dados EMG revelaram uma menor ativação muscular nos membros inferiores e tronco na condição de dois indivíduos, nomeadamente no BF, GM e GD. Esta redução sugere uma menor sobrecarga e um esforço físico mais distribuído por ambos os militares. Isto poderá traduzir-se num menor nível de fadiga acumulada ao longo do tempo e deslocamento. A ativação elevada do FRC, mais expressiva na variação a dois militares, indica que a exigência de preensão e controlo manual do manequim aumenta, possivelmente em virtude do aumento da velocidade de execução.

Deste modo, conclui-se que em situações em que a rapidez, a eficiência e a preservação do rendimento físico são críticas, tendo em conta os fatores englobados neste estudo, e as características tanto de um AU como o combate neste meio, refletem como mais benéfica a realização do arrasto do ferido por dois indivíduos em situações em que isto o permite. Desta forma OG da presente investigação foi integralmente cumprido. A caracterização biomecânica da tarefa de arrasto, com base em parâmetros cinemáticos e EMG, permitiu identificar os benefícios objetivos da partilha do esforço. Os resultados obtidos reforçam a importância de integrar esta dimensão biomecânica na planificação do treino físico-militar, focando-se no desenvolvimento de músculos do MI, do MS dando especial importância aos músculos responsáveis pela preensão, nomeadamente o FRC e do tronco nomeadamente grande dorsal. Promovendo desta forma, uma maior preparação baseada em decisões fundamentadas, da formação e capacidade física dos militares para este tipo de TO.

RECOMENDAÇÕES

Tendo por base os resultados obtidos no decorrer da investigação e a análise crítica inerente ao longo do trabalho, são, de seguida, apresentadas recomendações com aplicabilidade prática e científica. Estas visam contribuir para o reforço da eficiência dos militares no desempenho desta tarefa crítica.

Recomendações para o treino operacional

Desenvolvimento específico da força de preensão. Dado o elevado nível de ativação do FRC identificado em ambas as condições, recomenda-se o reforço do treino da musculatura do antebraço, nomeadamente a força de preensão e resistência isométrica dos músculos flexores do punho e dedos.

Foco no treino funcional dos membros inferiores e tronco. A elevada exigência observada nos músculos dos membros inferiores, como o BF e o GM, e estabilizadores do tronco, GD, justifica a inclusão de exercícios específicos que promovam resistência à fadiga muscular nesses grupos, visando a execução mais eficiente da tarefa, sobretudo quando realizada individualmente.

Adoção preferencial da execução a dois militares sempre que taticamente viável atendendo à maior eficiência biomecânica e menor exigência muscular da execução partilhada, recomenda-se, sempre que possível em termos táticos.

Recomendações para futuras investigações

Recomenda-se a expansão e diversificação da amostra e do perfil dos participantes. Estudos futuros devem incluir um número mais alargado de participantes e abranger diferentes ramos das forças armadas, especialidades e níveis de experiência operacional, de forma a obter dados mais robustos e generalizáveis.

Propõe-se também a recolha de dados EMG com a colocação de sensores em ambos os lados do corpo, bem como a realização da tarefa em cenários mais representativos do terreno urbano (com obstáculos, escadas, rampas ou superfícies irregulares), para maior aproximação à realidade do CAU.

Por fim, propõe-se a extensão desta investigação a outros contextos fora do ambiente militar. São exemplos destes o da proteção civil, de socorrismo, dos bombeiros e outras áreas onde o resgate de feridos seja provável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, S. P., Halkjær-Kristensen, J., & Dyhre-Poulsen, P. (2000). Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: Effects of resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 89(6), 2249–2257. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.6.2249>
- Allmand, C. (1988). *The hundred years war: England and France at War c.1300–c.1450* (Revised Edition). Cambridge University Press.
- Army University Press. (2021). *Block by block: The challenges of urban operations*. United States Army Combined Arms Center. https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/Primer-on-Urban-Operation/Documents/BlockByBlock_TheChallengesOfUrbanOperations.pdf
- Arnold, A. S., & Delp, S. L. (2001). Rotational moment arms of the medial hamstrings and adductors vary with femoral geometry and limb position: Implications for the treatment of internally rotated gait. *Journal of Biomechanics*, 34(4), 437–447. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00232-3](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00232-3)
- ATLS. (2018). *Advanced Trauma Life Support: Student Course Manual* (10th ed.). American College of Surgeons.
- Avdan, G., Onal, S., & Smith, B. K. (2023). Normalization of EMG Signals: Optimal MVC Positions for the Lower Limb Muscle Groups in Healthy Subjects. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 43(2), 195–202. <https://doi.org/10.1007/s40846-023-00782-3>
- Baker, R. (2013). *Measuring walking: A handbook of clinical gait analysis*. Mac Keith Press
- Ball, N., & Scurr, J. (2011). Effect of muscle action, load and velocity variation on the bilateral neuromuscular response. *Journal of Exercise Physiology Online*, 14(4), 1–12. http://www.asep.org/asep/asep/JEPonline_August_2011_Ball_Scurr.pdf
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Barreira, T., Rowe, D., & Kang, M. (2010). Parameters of walking and jogging in healthy young adults. *International Journal of Exercise Science*, 3(1). <https://digitalcommons.wku.edu/ijes/vol3/iss1/2/>
- Beevor, A. (1999). *Stalingrad* (1st ed.). Penguin Books.

- Bohannon, R. W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20–79 years: reference values and determinants. *Age and Ageing*, 26(1), 15–19. <https://doi.org/10.1093/ageing/26.1.15>
- Boninger, M. L., Cooper, R. A., Shimada, S. D., & Rudy, T. E. (1998). Shoulder and elbow motion during two speeds of wheelchair propulsion: A description using a local coordinate system. *Spinal Cord*, 36(6), 418–426. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3100588>
- Borden Institute. (2018). *Emergency War Surgery* (M. A. Cubano & F. K. Butler, Eds.; 5th ed.). Office of The Surgeon General.
- Brand, R. A., & Huijskes, R. (2001). Structural outline of an archival paper for the Journal of Biomechanics. *Journal of Biomechanics*, 34(10), 1371–1374. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(01\)00104-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(01)00104-X)
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* (4th ed.). Oxford University Press.
- Burden, A. (2010). How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(6), 1023–1035. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.07.004>
- Cavanagh, P. R., & Komi, P. V. (1979). Electromechanical delay in human skeletal muscle under concentric and eccentric contractions. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 42(3), 159–163. <https://doi.org/10.1007/BF00431022>
- Chiari, L., Della Croce, U., Leardini, A., & Cappozzo, A. (2005). Human movement analysis using stereophotogrammetry: Part 2: Instrumental errors. *Gait & Posture*, 21(2), 197–211. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2004.04.004>
- Chow, J. W., Carlton, L. G., Lim, Y. T., Shim, J. H., Chae, W. S., & Kuenster, A. F. (1999). Muscle activation during the tennis volley. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(6), 846–854. <https://doi.org/10.1097/00005768-199906000-00013>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications, Inc.
- Davel, J. J. (2023). *Effects of eccentric training intervention on performance during the sprint, drag, carry event of the Army Combat Fitness Test* (Master's thesis). Indiana University.
- Davidson, P. B. (1991). *Vietnam at War: The History 1946–1975*. Oxford University Press.
- De Luca, C. J. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(2), 135–163. <https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>

- Department of Defense. (2013). *Unmanned Systems Integrated Roadmap*.
- Department of Peace Operations. (2020). *United Nations Infantry Battalion Manual* (2nd ed.). United Nations.
- Department of the Army. (2006). *FM 3-06: Urban operations*. Headquarters, Department of the Army.
- Department of the Army. (2007). *FM 4-02.2: Medical evacuation*. United States Army. www.us.army.mil
- Department of the Army. (2016). *TC 4-02.1: First Aid*.
http://www.apd.army.mil/AdminPubs/new_subscribe.asp
- Dutra, Y. M., Lopes, J. P. F., Murias, J. M., & Zagatto, A. M. (2023). Within- and between-day reliability and repeatability of neuromuscular function assessment in females and males. *Journal of Applied Physiology*, 135(6), 1372–1383.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00539.2023>
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2016). Translating Fatigue to Human Performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(11), 2228–2238.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000929>
- Esdaile, C. (2003). *The Peninsular War: A New History* (1st ed.).
- Exército Português. (2011). *PDE 3-07-14: Manual de combate em áreas edificadas*. Estado-Maior do Exército.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Flood, T. R., Myers, S. D., Walker, E. F., Coakley, S. L., Rue, C. A., Lee, B. J., Vine, C. A. J., Doherty, J., Rayson, M. P., Knapik, J. J., Gebhardt, D. L., Nindl, B., Brown, P. E. H., Jackson, S., Greeves, J. P., & Blacker, S. D. (2017). A job task analysis of casualty drags performed within ground close combat roles in the UK Armed Forces. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(S1), S154.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.532>
- Freixo, M. J. V. (2012). *Metodologia Científica: Fundamentos, Métodos e Técnicas* (4.^a ed.).
- Freixo, M. J. V. (2024). *Metodologia científica: Fundamentos, métodos e técnicas* (6.^a ed., rev. e aum.). Instituto Piaget.
- Gandevia S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological reviews*, 81(4), 1725–1789.
<https://doi.org/10.1152/physrev.2001.81.4.1725>

- Gawande, A. (2004). Casualties of War — Military Care for the Wounded from Iraq and Afghanistan. *The New England Journal of Medicine*.
- Ghazwani, A., Arnold, G., & Wang, W. (2022). *Kinematic comparison between walking and jogging in the lower limbs joints* [Preprint]. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4272208>
- Gilleard, W., Crosbie, J., & Smith, R. (2008). Rising to stand from a chair: Symmetry, and frontal and transverse plane kinematics and kinetics. *Gait & Posture*, 27(1), 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.11.002>
- Gotti, C., Sensini, A., Zucchelli, A., & Cristofolini, L. (2020). Hierarchical fibrous structures for muscle-inspired soft-actuators: A review. *Applied Materials Today*, 20, 100772. <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2020.100772>
- Halaki, M., & Ginn, K. (2012). Normalization of EMG signals: To normalize or not to normalize and what to normalize to? In N. Naik (Ed.), *Computational intelligence in electromyography analysis: A perspective on current applications and future challenges* (pp. 175–194). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/49957>
- Hamill, J., Knutzen, K. M., & Derrick, T. R. (2015). *Bases biomecânicas do movimento humano* (4^a ed., D. A. F. Duarte, Trad.). Manole.
- Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361–374. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00027-4](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00027-4)
- Hodges, P. W., & Bui, B. H. (1996). A comparison of computer-based methods for the determination of onset of muscle contraction using electromyography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control*, 101(6), 511–519. [https://doi.org/10.1016/S0921-884X\(96\)95190-5](https://doi.org/10.1016/S0921-884X(96)95190-5)
- International Committee of the Red Cross. (2015). *Urban services during protracted armed conflict: a call for a better approach to assisting affected people*. www.icrc.org
- Kahn, M. B., Williams, G., Mentiplay, B. F., Bower, K. J., Olver, J., & Clark, R. A. (2020). Quantification of abnormal upper limb movement during walking in people with acquired brain injury. *Gait & Posture*, 81, 273–280. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.08.110>
- Karacan, I., & Türker, K. S. (2025). A comparison of electromyography techniques: surface versus intramuscular recording. *European Journal of Applied Physiology*, 125(1), 7–23.

- Kilcullen, D. (2013). *Out of the mountains: The coming age of the urban guerrilla* (1st ed.). Oxford University Press.
- Knudson, D. (2007). *Fundamentals of Biomechanics* (2nd ed.). Springer.
- Kreps, S., & Kaag, J. (2012). The use of unmanned aerial vehicles in contemporary conflict: A legal and ethical analysis. *Polity*, 260–285. <https://doi.org/10.1057/pol.2012.2>
- Leardini, A., Benedetti, M. G., Berti, L., Bettinelli, D., Nativio, R., & Giannini, S. (2007). Rear-foot, mid-foot and fore-foot motion during the stance phase of gait. *Gait & Posture*, 25(3), 453–462. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.05.017>
- Lehman, G. J., & McGill, S. M. (1999). The importance of normalization in the interpretation of surface electromyography: A proof of principle. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 22(7), 444–446. [https://doi.org/10.1016/S0161-4754\(99\)70012-5](https://doi.org/10.1016/S0161-4754(99)70012-5)
- Lockie, R. G., Bloodgood, A., Moreno, M., McGuire, M., Balfany, K., & Dawes, J. (2020a). Training load demands measured by surface electromyography wearable technology when performing law enforcement-specific body drags. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.22190/FUPES200221002L>
- Lockie, R. G., Dawes, J. J., Orr, R. M., & Dulla, J. M. (2022a). The bigger they are: Relationships between body height and mass with the body drag task in law enforcement recruits. *International Journal of Exercise Science*, 15(4), 570–584.
- Lockie, R. G., Moreno, M. R., Dawes, J. J., Orr, R. M., Rodas, K. A., & Dulla, J. M. (2022b). An analysis of the body drag test in law enforcement recruits with consideration to current population demographics. *International Journal of Exercise Science*, 15(7), 276–288.
- Lockie, R. G., Moreno, M. R., Ducheny, S. C., Orr, R. M., Dawes, J. J., & Balfany, K. (2020b). Analyzing the training load demands, and influence of sex and body mass, on the tactical task of a casualty drag via surface electromyography wearable technology. *International Journal of Exercise Science*, 13(4), 1012–1027.
- Lockie, R. G., Moreno, M. R., Ducheny, S., Orr, R. M., Dawes, J., & Balfany, K. (2019). *Relationships between training load demands measured by surface EMG wearable technology and the military drag*. In Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Southwest Regional Chapter of the American College of Sports Medicine. Newport Beach, CA.

- Mansoor, P. R. (2013). *Surge: My Journey with General David Petraeus and the Remaking of the Iraq War*. Yale University Press.
- McGinnis, P. M. (2013). *Biomechanics of Sport and Exercise* (3rd ed.). www.HumanKinetics.com/BiomechanicsOfSportAndExercise!and!follow!the!
- Merletti, R., & Parker, P. A. (2004). *Electromyography : Physiology, Engineering, and Non-Invasive Applications* (R. Merletti & P. Parker, Eds.). Wiley Interscience. <https://doi.org/10.1002/0471678384>
- Meyns, P. (2021). Comment: difference between assessment of upper limb movement and upper limb associated reactions during walking. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00844-0>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis* (3rd ed.). SAGE Publications, Inc.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2014). *Anatomia orientada para a clínica* (7^a ed.). Guanabara Koogan.
- Mrabet, Y. (2008). *Human anatomy planes* [Imagem Adaptada]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Human_anatomy_planes.svg
- Murray, M. P., Spurr, G. B., Sepic, S. B., Gardner, G. M., & Mollinger, L. A. (1985). Treadmill vs. floor walking: kinematics, electromyogram, and heart rate. *Journal of Applied Physiology*, 59(1), 87–91. <https://doi.org/10.1152/jappl.1985.59.1.87>
- Mussalo, J., Kyröläinen, H., & Vaara, J. P. (2025). Physical fitness determinants of a military casualty evacuation test. *Military Medicine*, 190(3/4), e790–e798. <https://doi.org/10.1093/milmed/usae414>
- National Strength and Conditioning Association [NSCA]. (2017). *NSCA's essentials of tactical strength and conditioning* (1st ed., pp. 28–48). Human Kinetics.
- NATO Standardization Office. (2022). *AJP-3.2 ALLIED JOINT DOCTRINE FOR LAND OPERATIONS*. <https://nso.nato.inUnso/>
- NATO. (2015). *ATP-99: Urban Tactics*. Nato Standardization Office.
- Navacchia, A., Bates, N. A., Schilaty, N. D., Krych, A. J., & Hewett, T. E. (2019). Knee Abduction and Internal Rotation Moments Increase ACL Force During Landing Through the Posterior Slope of the Tibia. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 37(8), 1730–1742. <https://doi.org/10.1002/jor.24313>
- Neumann, D. A. (2010). *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation* (2nd ed.). Mosby/Elsevier.

- Nilsson, J., & Thorstensson, A. (1989). Ground reaction forces at different speeds of human walking and running. *Acta Physiologica Scandinavica*, 136(2), 217–227. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1989.tb08655.x>
- Norcross, M. F., Troy Blackburn, J., & Goerger, B. M. (2010). Reliability and interpretation of single leg stance and maximum voluntary isometric contraction methods of electromyography normalization. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(3), 420–425. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2009.08.003>
- Novacheck, T. F. (1998). The biomechanics of running. *Gait & Posture*, 7(1), 77–95. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)00038-6)
- Ojanen, T., Häkkinen, K., Hanhikoski, J., & Kyröläinen, H. (2020). Effects of task-specific and strength training on simulated military task performance in soldiers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 8000. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218000>
- Oosterwijk, A. M., Nieuwenhuis, M. K., van der Schans, C. P., & Mouton, L. J. (2018). Shoulder and elbow range of motion for the performance of activities of daily living: A systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*, 34(7), 505–528. <https://doi.org/10.1080/09593985.2017.1422206>
- Percival, V., & Sondorp, E. (2010). A case study of health sector reform in Kosovo. *Conflict and Health*, 4. <http://www.conflictandhealth.com/content/4/1/7>
- Perry, J., & Burnfield, J. M. (2010). *Gait analysis: normal and pathological function*. Slack.
- Pontzer, H., Holloway, J. H., 4th, Raichlen, D. A., & Lieberman, D. E. (2009). Control and function of arm swing in human walking and running. *The Journal of experimental biology*, 212(Pt 4), 523–534. <https://doi.org/10.1242/jeb.024927>
- Reis, F. L. (2022). *Investigação Científica e Trabalhos Acadêmicos* (2.^a ed.). Edições Sílabo.
- Roetenberg, D., Luinge, H., & Slycke, P. (2009). *Xsens MVN: Full 6DOF human motion tracking using miniature inertial sensors*. Xsens Technologies B.V. <https://www.xsens.com>
- Rota, S., Rogowski, I., Champely, S., & Hautier, C. (2013). Reliability of EMG normalisation methods for upper-limb muscles. *Journal of sports sciences*, 31(15), 1696–1704. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.796063>
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2019). *Motor learning and performance: From principles to application* (6.^a ed.). Human Kinetics.

- Seely, R. R., Stephens, T. D., & Tate, P. (2005). *Anatomia & fisiologia* (6.^a ed.). Lisboa: Lusociência – Edições Técnicas e Científicas.
- Sharp, M. A., Cohen, B. S., Boye, M. W., Foulis, S. A., Redmond, J. E., Larcom, K., Hydren, J. R., Gebhardt, D. L., Canino, M. C., Warr, B. J., & Zambraski, E. J. (2017). U.S. Army physical demands study: Identification and validation of the physically demanding tasks of combat arms occupations. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.013>
- Shield, A., & Zhou, S. (2004). Assessing voluntary muscle activation with the twitch interpolation technique. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(4), 253–267. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434040-00005>
- Telushkin, J. (1991). Ancient Jewish History: The Great Revolt (66 – 70 CE). In *Jewish Literacy*. William Morrow and Co. <https://www.jewishvirtuallibrary.org/the-great-revolt-66-70-ce>
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2017). *Principles of anatomy and physiology* (15th ed., pp. 294–295). Wiley. <https://www.wiley.com/en-us/Principles+of+Anatomy+and+Physiology%2C+15th+Edition-p-9781119320647>
- Tunca, C., Pehlivan, N., Ak, N., Arnrich, B., Salur, G., & Ersoy, C. (2017). Inertial Sensor-Based Robust Gait Analysis in Non-Hospital Settings for Neurological Disorders. *Sensors*, 17(4), 825. <https://doi.org/10.3390/s17040825>
- U.S. Army. (2018). *Army Combat Fitness Test field testing manual*. U.S. Army Center for Initial Military Training.
- United States Marine Corps. (2022). *ATP 3–06*. <https://doctrine.usmc.mil>
- Waldron, M., Highton, J., & Gray, A. (2016). Effects of familiarization on reliability of muscle-activation and gross efficiency in adolescents and adults. *Cogent Medicine*, 3(1). <https://doi.org/10.1080/2331205X.2016.1237606>
- West, B. (2006). *No True Glory: A Frontline Account of the Battle for Fallujah* (Annotated edition). Bantam.
- Whittle, M. W. (2007). *An Introduction to Gait Analysis* (4th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Whittle, M. W. (2014). *Gait analysis: An introduction* (5th ed.). Elsevier Health Sciences.
- Winter, D. A. (1991). *The biomechanics and motor control of human gait: Normal, elderly and pathological*. University of Waterloo Press.
- Winter, D. A. (1991). *The Biomechanics and Motor Control of Human Gait: Normal, Elderly and Pathological*. University of Waterloo Press.

Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement* (4th ed.). John Wiley & Sons.

Xsens Technologies B.V. (2017). *MVN user manual* (Rev. U). Enschede, Netherlands:

Xsens

Technologies

B.V.

https://aferro.dynu.net/blender_mvnx/MVNUserManual.1147412416.pdf

APÊNDICES

APÊNDICE A – PROTOCOLO PARA A REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS DE CAMPO

Protocolo para recolha de dados para o TIA

Fase 1 – Assinatura do consentimento para a realização dos teste e tratamento de dados.

Fase 2 – Resposta a um inquérito por questionário (dados dos participantes: peso, altura, idade, anos de serviço).

Fase 3 – Preparação do participante para a realização dos testes (explicação das provas e enquadramento).

O objetivo destes testes é identificar e caracterizar a tarefa de transporte de feridos por arrasto, utilizando várias técnicas fazendo uso de ferramentas de análise cinemática e de eletromiografia, de forma a compreender os movimentos e o empenho muscular local de um militar ao desempenhar esta tarefa crítica em ambiente urbano.

Para isso iremos analisar 2 tarefas, ambas de arrasto de um ferido, fazendo uso de um manequim com cerca de 70kg, destinado a este fim, mais o colete balístico, com 1 e 2 indivíduos. Em primeiro lugar,

iremos realizar o arrasto do ferido por uma distância de 15 metros, mas fazendo uso da pega existente na traseira do colete balístico. Para esta fase, o militar irá agarrar o ferido com o seu lado dominante.

Em segundo lugar o arrasto irá ser realizado por dois indivíduos virados para a direção de deslocamento. O indivíduo em análise irá utilizar a sua mão dominante.

Os participantes irão alternar entre a primeira e a segunda tarefa até concluírem 5 repetições de cada.

Durante todas as tarefas, os participantes irão estar equipados com todos os materiais necessários à recolha dos dados em estudo e com o equipamento de proteção e armamento militar individual fornecidos pela unidade, sendo estes: arma, pistola, colete balístico e capacete balístico, o uniforme utilizado irá ser o de combate, mas com t-shirt de forma a tornar possível o uso dos sensores de eletromiografia.

Ao ser completada cada fase, irá ser verificada a existência de erros que impliquem a repetição da tarefa.

As tarefas irão ser realizadas sequencialmente e com os militares disposto por uma ordem fixa. Apenas após a realização de uma tarefa por parte de todos os militares e da verificação dos dados é que se dará início à tarefa subsequente, pela mesma ordem de realização da tarefa anterior.

Fase 4- Realização dos testes para recolha de dados

É de notar que, os padrões de movimento dos participantes durante estas tarefas serão recolhidos, como plano A, recorreremos a um sistema com sensores inerciais. Serão colocados 17 sensores inerciais com velcro ao equipamento em vários segmentos do participante (pés, pernas, coxas, sacro, externo, omoplatas, cabeça, braços, antebraços e mãos). Antes da recolha, será pedido ao participante que realize uma calibração que consiste em primeiramente manter-se estático na posição anatómica, e posteriormente dar cerca de 10 passos de marcha.

Irá também ser colocados sensores para a recolha dos dados de eletromiografia. É de notar que na região onde estes sensores irão ser colocados será necessária a remoção de qualquer tipo de pelo corporal.

1ª Tarefa - Arrasto do ferido fazendo da pega traseira do colete balístico, 15 metros

Posição inicial - De pé, pés à largura dos ombros virado para o lado oposto manequim, de frente para o percurso a realizar, manequim deitado com a cabeça virada para o participante. Militar encontra-se ao lado do manequim, alinhado com os ombros deste. O manequim encontra-se com o seu lado dominante mais próximo do manequim.

Fase 1: O militar baixa-se e agarra a pega traseira do colete balístico com a mão do lado mais próximo do manequim (dominante).

Fase 2: Agarra o manequim e levanta-se

Fase 3: Início do deslocamento (momento em que o pé traseiro deixa de estar em contacto com o solo)

Fase 4: Análise de movimento segundo uma análise GAIT.

- Fase de Apoio: - Contacto inicial
- Resposta à carga
- Apoio Médio
- Apoio Terminal

- Pré-balanço
- Fase de balanço:
- Balanço inicial
- Balanço médio
- Balanço terminal

Uma vez concluído o arrasto, o participante irá repeti-lo na direção oposta, partindo ambos da posição inicial e com um intervalo de 5 segundos para preparação, retornado ao início do percurso e ficando este teste concluído assim que o manequim atravessasse completamente os cones que marcam a posição inicial.

Nota: O militar pode alternar o lado com que executa o transporte de acordo com a sua fadiga, autonomamente

Material necessário:

- Cones ou sinalização no chão para marcar o início e fim do percurso;
- Participante com equipamento de proteção e armamento individual;
- Manequim próprio, com cerca de 75kg usado para o treino desta tarefa também equipado com equipamento de proteção e armamento individual;

2ª Tarefa - Arrasto do ferido pela técnica - *Cradle Drop Drag* fazendo uso do equipamento por dois indivíduos, 15 metros

Posição inicial – Alinhados lado a lado com o manequim no meio, virados para o percurso

Passo 1: alinhem-se e ao lado do manequim.

Passo 2: Agarrem o manequim pelo equipamento, pelas alças dos ombros do seu colete.

Passo 3: Levante-se e arrasto a vítima para trás por uma distância de 15m.

Uma vez concluído o arrasto, o participante irá repeti-lo na direção oposta, partindo ambos da posição inicial e com um intervalo de 5 segundos para preparação, retornado ao início do percurso e ficando este teste concluído assim que manequim atravessasse completamente os cones que marcam a posição inicial.

Material necessário:

- Cones ou sinalização no chão para marcar o início e fim do percurso;
- Participante com equipamento de proteção e armamento individual;

- Manequim próprio, com cerca de 75kg usado para o treino desta tarefa também equipado com equipamento de proteção e armamento individual;



Figura n.º 1 - Arrasto fazendo uso do equipamento por dois militares

Fonte: Adaptado de "Skill Card 40: Two-Person Drag/Carry (Kit or Arm Drag)", por CoTCCC, 2023, Tactical Combat Casualty Care.

Referências bibliográficas

Department of the Army. (2019). ATP 4-02.13 Casualty evacuation. Headquarters, Department of the Army.

Committee on Tactical Combat Casualty Care. (2023). TCCC-CPP skill card: One-person drag/carry. Defense Health Agency.

APÊNDICE B – CONSENTIMENTO INFORMADO LIVRE E ESCLARECIDO

Consentimento Informado Livre e Esclarecido

Título do projeto: Caracterização biomecânica de tarefas críticas no combate em ambiente urbano: análise cinemática e eletromiográfica

Responsável pelo projeto: Bruno Miguel Machado Pedro

Equipa de Investigação: Doutor Bruno Pedro, João Pedro Gomes Rodrigues Henriques Ramos, Marcelo Antunes, Doutora Ana Assunção, Tenente-Coronel Rui Lucena, Mestre Nuno Almeida e Professor Doutor António Prieto Veloso

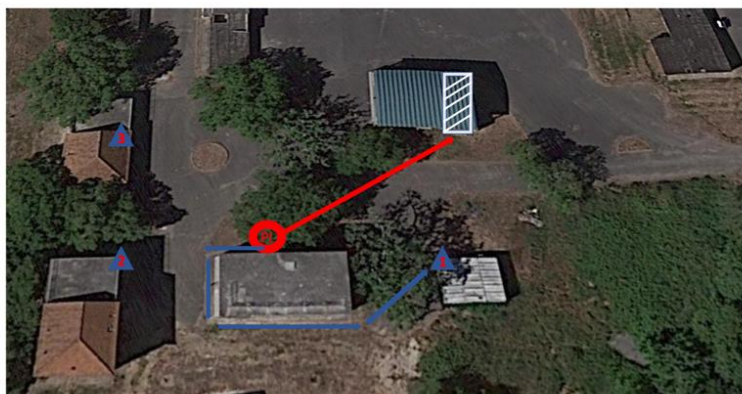
Instituição de acolhimento: Faculdade de Motricidade Humana – Universidade de Lisboa (Laboratório de Biomecânica e Morfologia Funcional)

Este documento, designado **Consentimento, Informado, livre e Esclarecido**, contém informação importante em relação ao estudo para o qual foi abordado/a, bem como o que esperar se decidir participar no mesmo. Leia atentamente toda a informação aqui contida. Deve sentir-se inteiramente livre para colocar qualquer questão, assim como para discutir com terceiros (amigos, familiares) a decisão da sua participação neste estudo.

Informação geral
Está a ser convidado a participar nas recolhas experimentais a realizar durante o Projeto do Trabalho de Investigação Aplicado do Mestrado em Ciências Militares, na especialidade de Infantaria da Academia Militar. O objetivo deste estudo é analisar as exigências cinemáticas e musculares através de eletromiográfica no decorrer de tarefas de transporte de feridos em diferentes indivíduos. A gravação do movimento será realizada com um sistema de sensores inerciais e a eletromiografia com sensores de eletromiografia. As recolhas serão realizadas na Aldeia de Camões em Mafra, onde terá lugar o circuito para recolha de dados, e nas infraestruturas da Academia Militar (AM) da Amadora para realização de testes e medições iniciais.

Qual a duração esperada da minha participação?
A duração da tarefa será de cerca de 50 minutos, 15-25 minutos para colocação dos sensores de análise de movimento, eletromiografia, contrações musculares de referência, 15 minutos para a realização da tarefa e 10 minutos para retirar os sensores.
Quais os procedimentos do estudo em que vou participar?
A avaliação consistirá em: (1) uma recolha de dados pessoais e antropométricos: idade, sexo, massa, altura (2) recolha e análise de dados de movimento durante a execução das tarefas críticas durante a prática de combate em áreas urbanas. Para realizar esta avaliação serão colados sensores de movimento em cada um dos segmentos do participante e sensores de eletromiografia em alguns músculos específicos do membro superior. Antes da tarefa propriamente dita serão colocados os sensores de captura de movimentos em cada um dos segmentos do corpo que serão reforçados com uma fita de velcro. Após a colocação dos sensores de movimento serão colocados os sensores de eletromiografia para registar a atividade elétrica dos músculos durante a realização da tarefa. Após esta colocação dos sensores serão efetuadas contrações voluntárias máximas de cada um dos músculos selecionados para análise e colocados bilateralmente nos músculos bicipite braquial, trícipite braquial, peitoral maior e dorsal. A tarefa a realizar consiste no seguinte: Cada circuito consiste em três voltas ao redor do edifício, começando a partir de um ponto específico para iniciar o deslocamento tático. Ao alcançar o ponto de entrada, os membros da equipa realizam a abertura manual das portas para limpar dois compartimentos. Em seguida, a equipa sai do prédio pela mesma porta e circula o edifício para repetir o procedimento de limpeza em mais duas ocasiões. Na última volta, após contornar o edifício, o participante avaliado deve realizar um transporte de feridos (simulado com um manequim pesando 85 kg) até ao ponto de partida, aproximadamente 25 metros. Nos percursos sem ameaça, o transporte do ferido é feito por um único elemento, enquanto nos circuitos com ameaça, essa tarefa é realizada por duas pessoas. Nos circuitos com possibilidade de ameaça, é solicitado que façam um disparo com munição de salva em resposta à ameaça, a fim de avaliar o tempo de reação e a capacidade de decisão de cada membro, conforme suas funções na equipa.

CIRCUITO

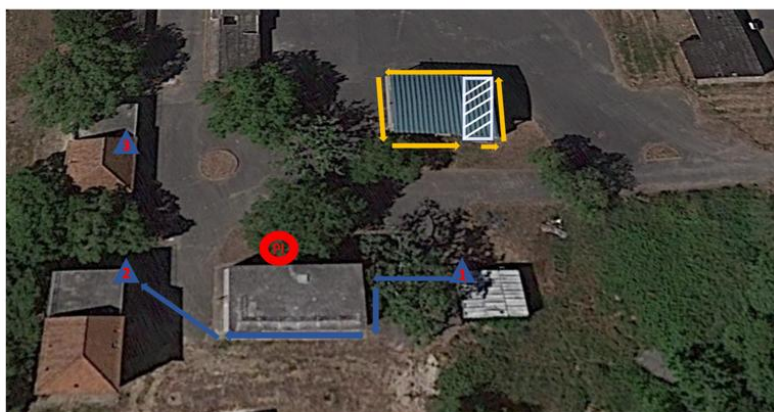


Legenda:

PI - Ponto Inicial

→ - Percurso da Equipa de Atiradores → - Percurso do Atirador ML

▲ - Posições de Apoio Próximo para ML

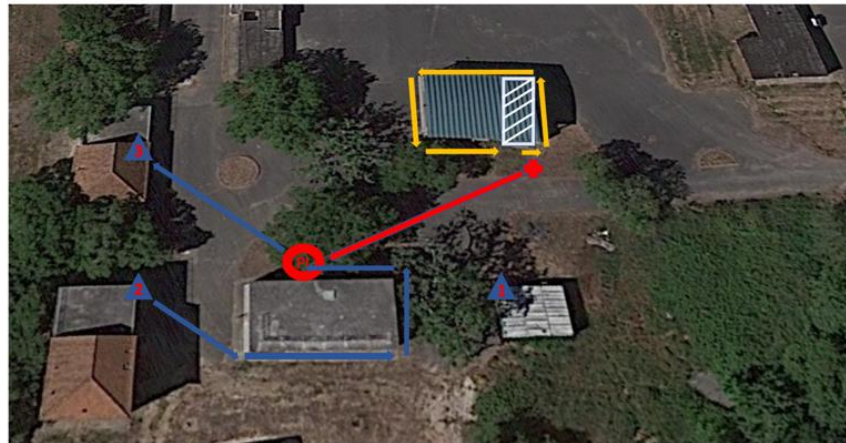


Legenda:

PI - Ponto Inicial

→ - Percurso da Equipa de Atiradores → - Percurso do Atirador ML

▲ - Posições de Apoio Próximo para ML



Legenda:

PI - Ponto Inicial

→ - Percurso da Equipa de Atiradores

→ - Percurso do Atirador ML

▲ - Posições de Apoio Próximo para ML

■ - Ferido a Transportar

A minha participação é voluntária?

A sua participação é voluntária e pode recusar-se a participar. Caso decida participar neste estudo é importante ter conhecimento que pode desistir a qualquer momento, sem qualquer tipo de consequência para si. No caso de decidir abandonar o estudo, a sua relação com a Academia Militar não será afetada. Se for o caso, o seu estatuto enquanto estudante ou funcionário da Academia Militar será mantido e não sofrerá nenhuma consequência da sua não-participação ou desistência.

Quais os possíveis benefícios da minha participação??

Relatório detalhado do serviço de descrição dos movimentos realizados e participação muscular durante a atividade realizada e sugestões para um melhor desempenho.

Quais os possíveis riscos da minha participação?

Para garantir a segurança dos participantes, serão tomadas medidas para evitar qualquer risco acrescido para além do que já é esperado durante uma sessão típica de tarefas críticas que um indivíduo pratica durante o combate em áreas urbanas (CAU) em situação de treino. Não se prevê um aumento do risco durante o desempenho das tarefas em situação de recolha de dados.

Quem assume a responsabilidade, no caso de um evento negativo?

Professor Doutor Bruno Pedro (Docente do Laboratório de Biomecânica).

Há cobertura por uma companhia de seguros?
Os participantes estarão cobertos pelo subsistema de saúde público ADM – Assistência na Doença aos Militares.
Quem deve ser contactado em caso de urgência?
Nome: _____ Contato: _____
Como é assegurada a confidencialidade dos dados?
Para garantir a confidencialidade dos dados recolhidos, será atribuído um código a cada participante e a sua identidade não será divulgada em circunstância alguma. Apenas o investigador principal terá acesso aos dados recolhidos, incluindo dados de vídeo. Os dados serão armazenados num disco rígido, guardado no Gabinete dos Docentes de Biomecânica da Faculdade de Motricidade Humana, acessível apenas ao investigador e à equipa de investigação, e o tratamento dos dados será também realizado exclusivamente pelo investigador principal.
O que acontecerá aos dados quando a investigação terminar?
Após a conclusão da investigação, os dados físicos recolhidos em papel serão destruídos e os dados digitais serão armazenados no Laboratório de Biomecânica utilizando códigos de identificação dos participantes para garantir a confidencialidade.
Como irão os resultados do estudo ser divulgados e com que finalidades?
Os resultados serão publicados numa dissertação de mestrado, garantindo sempre o anonimato dos participantes.
Em caso de dúvidas quem devo contactar?
Para qualquer questão relacionada com a sua participação neste estudo, por favor contacte: Bruno Pedro – Telemóvel: 917443691; E-mail: bmpedro@fmh.ulisboa.pt

Assinatura do Consentimento Informado, Livre e Esclarecido

Li (ou alguém leu para mim) o presente documento e estou consciente do que esperar quanto à minha participação no estudo **Caracterização biomecânica de tarefas críticas no combate em ambiente urbano: análise cinemática e eletromiográfica.** Tive a oportunidade de colocar todas

as questões e as respostas esclareceram todas as minhas dúvidas. Assim, aceito voluntariamente participar neste estudo. Foi-me dada uma cópia deste documento.

Nome do participante

Assinatura do participante

Nome do representante legal do participante
(se aplicável)

Assinatura do representante legal
(se aplicável)

Grau de relação com o participante
(se aplicável)

Data
(se aplicável)

Os aspetos mais importantes deste estudo foram explicados ao participante ou ao seu representante antes de solicitar a sua assinatura. Ser-lhe-á fornecida uma cópia deste documento.

Bruno Miguel Machado Pedro

Nome da pessoa que obtém o consentimento

Assinatura da pessoa que obtém o consentimento

Data

Assinatura do Consentimento Informado, Livre e Esclarecido

Li (ou alguém leu para mim) o presente documento e estou consciente do que esperar quanto à minha participação no estudo **Caracterização biomecânica de tarefas críticas no combate em ambiente urbano: análise cinemática e eletromiográfica.** Tive a oportunidade de colocar todas as questões e as respostas esclareceram todas as minhas dúvidas. Assim, aceito voluntariamente participar neste estudo. Foi-me dada uma cópia deste documento.

Nome do participante

Assinatura do participante

Nome do representante legal do participante
(se aplicável)

Assinatura do representante legal
(se aplicável)

Grau de relação com o participante
(se aplicável)

Data
(se aplicável)

Os aspetos mais importantes deste estudo foram explicados ao participante ou ao seu representante antes de solicitar a sua assinatura. Ser-lhe-á fornecida uma cópia deste documento.

Bruno Miguel Machado Pedro
Nome da pessoa que obtém o consentimento

Assinatura da pessoa que obtém o consentimento

APÊNDICE C – FIGURAS TIRADAS DURANTE A REALIZAÇÃO DAS CONTRAÇÕES VOLUNTÁRIAS MÁXIMAS



Figura 12 - CMV do músculo DA



Figura 13 - CMV do músculo FRC



Figura 14 - CMV do músculo GOE



Figura 15 - CMV do músculo GD



Figura 16 - CMV do músculo PM

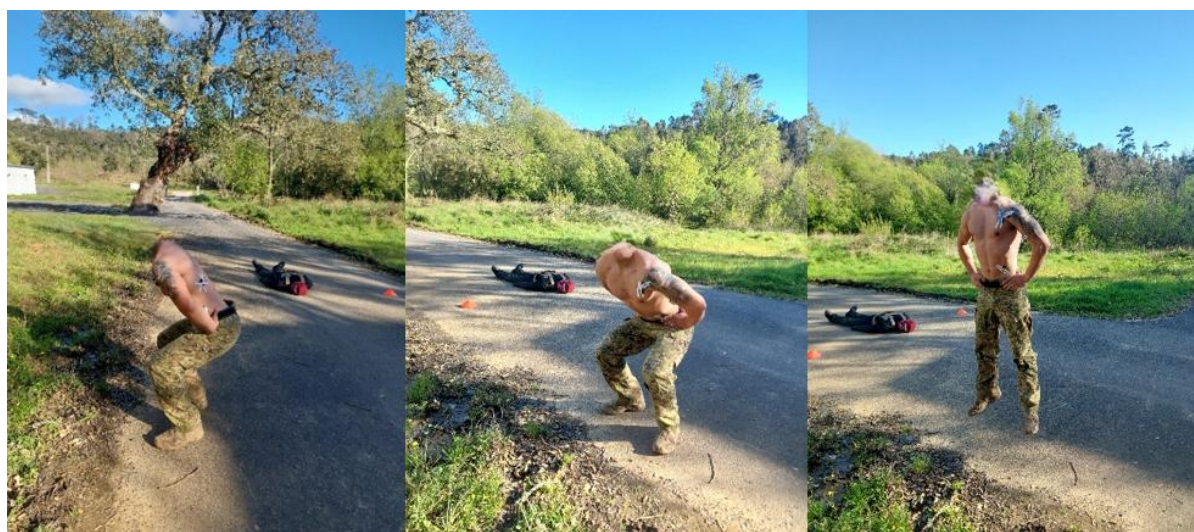


Figura 17 - CMV dos músculos QF, BF e GM