



ACADEMIA MILITAR

**Identificação de Requisitos para Desenvolvimento de Exosqueletos
no âmbito da Infantaria**

Autor: Aspirante Aluno de Infantaria Joni Gomes Santos

Orientador: Major de Material Luís Filipe Pratas Quinto

**Coorientador: Professor Doutor Miguel Pedro Tavares da Silva
(Instituto Superior Técnico)**

**Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de
Infantaria**

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2021



ACADEMIA MILITAR

**Identificação de Requisitos para Desenvolvimento de Exosqueletos
no âmbito da Infantaria**

Autor: Aspirante Aluno de Infantaria Joni Gomes Santos

Orientador: Major de Material Luís Filipe Pratas Quinto

**Coorientador: Professor Doutor Miguel Pedro Tavares da Silva
(Instituto Superior Técnico)**

**Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de
Infantaria**

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2021

EPÍGRAFE

“Never was anything great achieved without danger.”

Niccolò B. Machiavelli

AGRADECIMENTOS

A realização do Relatório Científico do Trabalho de Investigação Aplicada é algo individual e exige várias horas de trabalho e dedicação. No entanto, a elaboração do mesmo seria impossível sem os inúmeros contributos daqueles que, de forma direta e/ou indireta, se prestaram a auxiliar para a conclusão desta etapa.

Em primeiro lugar, não atribuindo maior ou menor importância pela ordem de agradecimentos, começaria por agradecer ao meu orientador Major Luís Filipe Pratas Quinto, pela dedicação, por todos os momentos de transmissão de conhecimento, pelo apoio transmitido ao longo de toda a investigação.

Ao meu coorientador Professor Doutor Miguel Pedro Tavares da Silva, Professor Associado do Instituto Superior Técnico, que tornou possível a concretização deste trabalho de investigação.

Ao Tenente-Coronel Hermano Lee Chin, pela disponibilidade em colaborar para a realização da presente investigação.

Ao Major Nuno Ferrer Morgado pela documentação facultada para a elaboração deste trabalho.

Ao Major Pedro Ferreira e Silva, pela precisa ajuda na disseminação do questionário pelos militares da 8ª Força Nacional Destacada.

A todos os oficiais e sargentos pertencentes à 6ª, 7ª e 8ª Forças Nacionais Destacadas que se disponibilizaram a ser entrevistados, pela transmissão não só da sua experiência, mas também conhecimento, que foram desde logo fulcrais para a elaboração deste trabalho de investigação aplicada.

A todos os militares inquiridos pertencentes à 6ª, 7ª e 8ª Forças Nacionais Destacadas, uma vez que as respostas obtidas foram uma mais-valia para a realização do trabalho.

Ao Tenente Pedro Pinheiro pelo apoio na recolha de elementos essenciais para o trabalho, nomeadamente na pesagem do equipamento.

À Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões, pelo incansável apoio facultado no tratamento dos dados em IBM SPSS *Statistics* 26.

À Professora Doutora Sandra Almeida, pela preciosa ajuda facultada ao longo do trabalho.

À Academia Militar pelo conhecimento transmitido durante todos estes anos.

A todos os camaradas de curso, que nos momentos mais difíceis sempre estiveram ao meu lado.

À minha família e namorada pelos momentos de conforto durante os momentos mais difíceis do meu percurso e colaboração durante o decorrer da elaboração deste trabalho.

Da minha parte para todos vós, o meu mais sincero obrigado.

O autor gostaria de agradecer ao Estado Maior do Exército, pelo apoio a esta investigação, através do CINAMIL, enquadrado no projeto de investigação “ELITE 2 – *Enhancement LITE Exoskeleton* – Projeto e desenvolvimento de um exosqueleto para apoio ao movimento humano”.

O autor gostaria ainda de agradecer o apoio da Fundação para a Ciência e Tecnologia a esta investigação, através do projeto LAETA (UIDB/50022/2021).

RESUMO

Os militares são atualmente submetidos a esforços físicos significativos, potenciando a ocorrência de lesões e, conseqüentemente, a redução do seu nível de operacionalidade, sendo os exosqueletos apontados como uma possível solução para mitigar tais efeitos.

O objetivo desta investigação foi a identificação dos requisitos para implementação de um exosqueleto no âmbito da Infantaria, sendo o objeto de estudo, os militares da Unidade de manobra das 6ª, 7ª e 8ª Forças Nacionais Destacadas projetadas para a República Centro-Africana. Para tal foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica, complementada através da realização de entrevistas e inquéritos por questionário aos participantes nas referidas missões.

Para ser aplicado no âmbito da Infantaria, um exosqueleto deve apoiar diversas posições de atirador de pé, bem como, a realização de movimentos como saltar obstáculos, arrombamento de portas e corrida. Deve também auxiliar o transporte de carga, de modo a mitigar lesões associadas ao peso do equipamento. Adicionalmente um exosqueleto, deverá ser capaz de resistir a elevadas temperaturas, humidade e poeira, elementos característicos do Ambiente Físico deste Teatro de Operações. Os trabalhos futuros deverão incidir sobre o estudo de diferentes funções neste Teatro de Operações bem como o alargamento a outras Forças Nacionais Destacadas.

Palavras-Chave: Exosqueleto; Militar; Requisitos militares; Requisitos operacionais; Infantaria

ABSTRACT

The soldiers are currently subjected to a considerable physical effort, leading to the likelihood of injuries and, consequently, the reduction of their operational readiness level. The exoskeletons are suggested as a possible solution to mitigate such effects.

The purpose of this research was to identify the requirements for the implementation of an exoskeleton within the Infantry, with the object of study being the soldiers of the 6th, 7th and 8th National Forces deployed to the Central African Republic. To this end, an extensive bibliographical research was conducted, complemented with interviews and questionnaire surveys to the participants in the referred missions.

To be a useful application within the Infantry, an exoskeleton should support various standing firing positions as well as the execution of movements such as obstacle-jumping, door-breaking and running. It should also assist in carrying cargo to mitigate injuries associated with the weight of equipment. Additionally, an exoskeleton should be able to resist high temperatures, humidity and dust, factors which are characteristic of the Physical Environment of this Theatre of Operations. Future works should focus on the study of different functions in this Theatre of Operations as well as the extension to other Deployed National Forces.

Key Words: Exoskeleton; Military; Military requirements; Operational requirements; Infantry;

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	4
1.1. Ambiente Operacional	4
1.2. Transporte de Carga	5
1.2.1. Impacto Fisiológico Associado ao Transporte de Carga.....	6
1.2.2. Oportunidades de Melhoria	8
1.2.3. Impacto do Transporte de Carga Durante a Marcha.....	10
1.2.4. Impacto do Transporte de Carga a Nível Operacional	13
1.2.5. Lesões Associadas ao Transporte de Carga.....	14
1.3. Exosqueletos de Aplicação Militar	17
1.3.1. Exosqueletos Militares Associados à Infantaria.....	17
1.3.2. Limitações e Oportunidades	20
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA	22
2.1. Definição de Objetivos	22
2.2. Definição das Perguntas Derivadas	23
2.3. Instrumentos de Recolha de Dados.....	23
2.3.1. Análise Documental	24
2.3.2. Entrevistas	24
2.3.3. Inquéritos por Questionário.....	25
2.4. Seleção e Caracterização da Amostra.....	25
2.5. Procedimentos.....	26
CAPÍTULO 3. RESULTADOS.....	27
3.1. Análise Documental.....	27
3.2. Entrevistas.....	28
3.3. Inquéritos por Questionário	32
CAPÍTULO 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	44
CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
APÊNDICES.....	i
ANEXOS	xxxv

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1– Resultados das Entrevistas: Posições mais frequentes	28
Figura n.º 2– Resultados das Entrevistas: Movimentos mais frequentes	29
Figura n.º 3 – Resultados das Entrevistas: Dificuldades relativas ao Ambiente Físico	31
Figura n.º 4– Resultados das Entrevistas: Requisitos exosqueleto.....	32
Figura n.º 5– <i>Boxplot</i> PesoRealTransCAU e PesoPercTransCAU.....	37
Figura n.º 6 – Equipamento/Armamento do Atirador	39
Figura n.º 7–Material que costuma transportar na mochila tática	40
Figura n.º 8–Intensidade da dor devido ao equipamento utilizado	41
Figura n.º 9–Local corporal onde sente a dor devido ao equipamento	41
Figura n.º 10–Influência dos condicionantes da missão no seu desempenho	42
Figura n.º 11–Fatores que afetam a mobilidade	43
Figura n.º 12–Peso durante uma operação em CAU	xxiv
Figura n.º 13–Peso da mochila tática	xxiv
Figura n.º 14– Frequência da dor devido ao equipamento utilizado durante uma operação CAU	xxxiii
Figura n.º 15– Escala Qualitativa Intensidade da Dor.....	xxxv

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro n.º 1– Objetivos da investigação	22
Quadro n.º 2– Perguntas derivadas.....	23
Quadro n.º 3– Relação dos Entrevistados	25

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela n.º1- Classificação de exosqueletos de aplicação militar	18
Tabela n.º 2 – Caraterização dos Inquiridos	33
Tabela n.º 3–Posições de tiro.....	34
Tabela n.º 4–Grau de exigência das Posições de tiro	35
Tabela n.º 5–Movimentos que executa durante as projeções	35
Tabela n.º 6–Grau de exigência dos Movimentos executados	36
Tabela n.º 7– Modelo de análise	i
Tabela n.º 8– Peso Armamento Individual/coletivo.....	xix
Tabela n.º 9– Peso Carregadores/fitas	xxi
Tabela n.º 10– Peso Equipamento Individual.....	xxii
Tabela n.º 11– Associação do Peso Corporal com a Função do Militar	xxiii
Tabela n.º 12– Frequência do peso do equipamento por função durante uma operação CAU	xxv
Tabela n.º 13– Percentis para PesoRealTransCAU e PesoPercTransCAU	xxvi
Tabela n.º 14– Estatísticas de uma amostra para PesoRealTransCAU e PesoPercTransCAU	xxvi
Tabela n.º 15 – Teste de uma amostra para PesoRealTransCAU e PesoPercTransCAU	xxvi
Tabela n.º 16– Frequência do Equipamento/Armamento transportado durante operação CAU	xxvii
Tabela n.º 17– Associação do equipamento transportado com a função do militar	xxix
Tabela n.º 18– Associação do número de carregadores/fitas com a função do militar	xxxí
Tabela n.º 19– Associação do peso da mochila com o material que nela costuma transportar	xxxii
Tabela n.º 20– Associação do local com a intensidade da dor	xxxiii
Tabela n.º 21– Associação do peso transportado em CAU com o local da dor ..	xxxiv
Tabela n.º 22 - Associação do peso transportado na mochila com o local da dor	xxxiv

LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS

Apêndices

Apêndice A: Modelo de Análise

Apêndice B: Guião de Entrevista

Apêndice C: Inquérito por Questionário

Apêndice D: Peso Armamento

Apêndice E: Associação do Peso Corporal com a Função do Militar

Apêndice F: Frequência do Peso do Equipamento Transportado Durante uma Operação CAU

Apêndice G: Proporção Média de Peso Transportado e Teste de Hipóteses

Apêndice H: Frequência do Equipamento/Armamento Transportado Durante Operação CAU

Apêndice I- Associação do Equipamento Transportado com a Função Do Militar

Apêndice J- Associação do Número de Carregadores/Fitas com a Função Do Militar

Apêndice K- Associação do Peso da Mochila com o Material que nela Costuma Transportar

Apêndice L- Frequência, Local e Intensidade da Dor

Apêndice M- Associação do Peso Transportado com o Local da Dor

Anexos

Anexo A- Escala Qualitativa Intensidade da Dor

LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS E SIGLAS

AM - Academia Militar

CAU – Combate em Ambiente Urbano

CINAMIL - Centro de Investigação da Academia Militar

E - Entrevistado

EME - Estado Maior do Exército

EP - Exército Português

EUA- Estados Unidos da América

FND - Força Nacional Destacada

H - Hipótese

IUM - Instituto Universitário Militar

LG – Lança Granadas

MINUSCA - Missão Multidimensional Integrada das Nações Unidas para a Estabilização da República Centro-Africana

ML – Metralhadora Ligeira

NEP - Norma de Execução Permanente

OE - Objetivo Específico

PD - Pergunta Derivada

PDE - Publicação Doutrinária do Exército

PesoPercTransCAU – Proporção média de peso percecionado transportado face ao peso do militar

PesoRealTransCAU - Proporção média de peso real transportado face ao peso do militar

PP - Pergunta de Partida

QO - Quadro Orgânico

TIA - Trabalho de Investigação Aplicada

TO - Teatro de Operações

INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Investigação Aplicada (TIA), está enquadrado no âmbito da estrutura curricular dos cursos ministrados pela Academia Militar (AM), mais especificamente no curso de Ciências Militares, na especialidade de Infantaria, intitulado-se “Identificação de Requisitos para Desenvolvimento de Exosqueletos no âmbito da Infantaria”. Este estudo está inserido no projeto “ELITE2- *Enhancement LITE Exoskeleton*”, financiado pelo Estado-Maior do Exército (EME) e desenvolvido pelo Centro de Investigação da Academia Militar (CINAMIL) em conjunto com o Instituto Superior Técnico (IST), tendo por objetivo o desenvolvimento de um exosqueleto passivo para apoio ao movimento e melhoria do desempenho humano, tanto em ambiente operacional como em meio civil. Neste trabalho pretende-se analisar um conjunto de requisitos necessários ao desenvolvimento de exosqueletos para que estes sejam adequados ao militar de Infantaria e ao ambiente operacional em que este se enquadra.

Atualmente o militar do Exército Português (EP) é solicitado com esforços físicos superiores aos que deveria ser submetido no âmbito das funções desempenhadas diariamente quer em ambiente de treino ou em ambiente operacional, chegando por vezes a transportar mais de metade do seu peso corporal em ambiente tático, o que poderá resultar em diversas lesões e num maior custo energético (Quinto et al., 2017).

Ao combatente de Infantaria, durante a sua carreira militar, é-lhe exigido um grande esforço a nível de transporte e manuseamento de material, bem como ao nível da exigência dos deslocamentos táticos e respetivas posturas de combate características da Infantaria apeada e do próprio combate. Sendo a marcha um dos movimentos mais comuns, associado ao transporte de carga existe ainda o ambiente físico onde as operações decorrem, envolvendo desde logo um aumento significativo de fadiga e predisposição a lesões. De acordo com os registos no período entre 2011 e 2021 a carga transportada tem aumentado, o que torna inevitável a possibilidade de lesões a nível músculo-esquelético, problemas que decorrem não só no campo de batalha, mas também no dia a dia. O peso da carga transportada agrupa o equipamento coletivo necessário para a missão, bem como o equipamento individual (ex. colete balístico, arma e capacete). É recomendado que um militar de Infantaria dos Estados Unidos da América (EUA) transporte um peso de 23kg, no entanto verificou-se que este transporta entre 45kg e 60kg (Yu et al., 2014). Neste sentido, surge a necessidade de implementação de sistemas como os exoesqueletos, como

uma solução viável para a redução do peso sentido aquando do transporte de cargas, bem como da redução dos custos metabólicos resultantes de todo um conjunto de atividades e tarefas características arma de Infantaria.

O objetivo geral desta investigação é a identificação dos requisitos para implementação de um exosqueleto no âmbito da Infantaria. Neste sentido considera-se fulcral identificar as posições e movimentos mais típicos e exigentes, bem como de todo o material e equipamento transportado para o desempenhar das operações militares, associado a uma análise do ambiente operacional em que as operações se desenrolam.

No seguimento da linha de pensamento apresentada e estando definido o objetivo geral do trabalho, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos (OE):

OE1: Caraterizar as posições e movimentos mais exigentes no ambiente operacional na Infantaria;

OE2: Compreender qual o equipamento individual e coletivo específico da arma de Infantaria em ambiente operacional;

OE3: Caraterizar o ambiente operacional e as suas implicações a nível de deslocamento do militar de Infantaria.

Dispostos os OE, e de forma a possibilitar o avanço no conhecimento científico da presente investigação, foi formulada uma pergunta de partida (PP), sendo ela, **“Quais os requisitos necessários aos exosqueletos para a sua utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria?”**.

Estruturalmente, este trabalho está redigido segundo a Norma de Execução Permanente (NEP) 522/1ª publicada pela AM em 20 de janeiro de 2016, sendo constituído por 4 capítulos. O primeiro capítulo evidencia uma revisão da literatura no que refere ao transporte de carga, impacto fisiológico, custo metabólico e lesões associadas. Seguidamente, é apresentado o estado da arte relativo a exosqueletos no âmbito militar, com caraterização de alguns exosqueletos, bem como limitações e oportunidades associadas. O segundo capítulo apresenta a metodologia seguida no presente TIA, a abordagem seguida para o tratamento dos dados adquiridos, o modelo de análise que pautou a presente investigação, bem como os instrumentos de recolha de dados empregues, a seleção e caraterização da amostra e procedimentos aplicados. O terceiro capítulo apresenta os resultados obtidos na investigação inerente ao presente trabalho, sendo eles relativos, à análise documental, às entrevistas e aos questionários. O quarto capítulo, apresentada a discussão dos resultados, bem como a respetiva confrontação com os dados

apurados na revisão da literatura inerente à pesquisa bibliográfica. Por último, encerrando a parte textual, são tecidas conclusões referentes ao presente TIA, limitações e propostas para investigações futuras, seguidas das referências bibliográficas. Estão ainda compreendidos posteriormente, no que toca à parte pós-textual, apêndice e anexos relevantes.

CAPÍTULO 1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1.1. Ambiente Operacional

De acordo com a doutrina, segundo o EME, na Publicação Doutrinária do Exército (PDE) 3-00 Operações, o campo de batalha “representa o ambiente, fatores, e condições que o Comandante tem de compreender (...)” (EME, 2012), sendo por sua vez o ambiente operacional, caracterizado por um conjunto de situações e fatores que influenciam o emprego de forças militares e afetam a tomada de decisão do Comandante.

Segundo o PDE 3-01-00, no EP existem genericamente três tipos de forças terrestres: pesadas, médias e ligeiras. No caso das forças ligeiras estas operam normalmente apeadas, pelo que são indicadas para operar em terrenos acidentados ou em situações onde é necessário contacto com a população local (EME, 2015).

Em termos de operações militares, as Forças Terrestres, descritas no PDE 3-01-00, são capazes de conduzir operações em todo o espectro das operações militares, bem como executar operações sob quaisquer condições meteorológicas e em todos os tipos de terreno.

Neste sentido, “o ambiente físico inclui a geografia e estruturas feitas pelo homem, bem como o clima e tempo, numa área de operações” (EME, 2012). De acordo com Crowell, Park e Haynes (2019), o ambiente físico, poderá ser, deserto, temperado, selva, ártico, urbano ou rural. A atuação operacional por parte dos militares é tão vasta, que se poderá verificar a inexistência de humidade ou existência de 100% de humidade relativa, temperaturas dos -40 °C até aos 50 °C, bem como a existência de luz ou a falta da mesma.

No caso da República Centro-Africana (RCA), o Teatro de Operações (TO) estudado no presente TIA, apresenta um clima tropical mais húmido a norte do país e na zona de floresta a sul. Durante a estação de chuvas, verificam-se chuvas fortes e nevoeiro pela manhã, quase diariamente. Em termos de temperaturas associadas a esta estação, estas oscilam entre os 19 °C e os 30 °C. Já durante a estação seca, as temperaturas variam entre os 18 °C e os 40 °C associadas ao ar seco e poeira, sendo que se verifica uma diminuição considerável da temperatura durante o período noturno (Encyclopedia Britannica, 2018).

Em termos de estudos relacionados com o transporte de carga durante a marcha, é muito limitado o número de investigações relacionadas com o transporte de carga e a execução de tarefas de alta intensidade durante o combate (Laing Treloar & Billing, 2011).

De facto, na execução de tarefas de alta intensidade o peso do equipamento transportado, tem um impacto significativo no tempo que o militar leva a executar tarefas

operacionais, o que provoca uma exposição mais demorada sob o fogo do inimigo (Billing et al. 2015; Bossi et al. 2016; Joseph et al. 2018; Thompson, 2019), uma diminuição na precisão de tiro (Gil-Cosano et al., 2019; Jaworski et al., 2015), na flexibilidade e na mobilidade (Jia-Yong et al., 2020), conseqüentemente afetando o estado de prontidão de um militar em combate (Chagnon, 2019).

Neste sentido, alguns dos movimentos são executados de maneira deliberada por forma a manter a iniciativa durante o combate, nomeadamente a execução de *sprints* de curta duração até uma máscara (Billing et al., 2015; Joseph et al. 2018). Outros movimentos frequentemente executados e impactados pelo transporte de carga são, salto vertical, passagem da posição de deitado para a posição de pé seguido de corrida e rastejar (Joseph et al., 2018), entrar e sair de uma viatura (Crowell et al., 2019), subir escadas (associado a operações de Combate em Ambiente Urbano (CAU)), arrastar um ferido, entrar por uma janela, instalar no terreno, rastejar (Bossi et al., 2016) e saltar obstáculos (Larsen et al., 2012; Mudie et al., 2018).

Por outro lado, quanto às posições, estas são caracterizadas por movimentos entre posições de tiro, bem como, deitado, agachado, sentado e em pé (Mudie et al., 2018), sendo bastante comum durante o combate, a execução de *sprints* partindo de uma posição inicial deitado no solo (Crowell et al., 2019; Hunt et al., 2016; Laing Treloar & Billing, 2011; Larsen et al., 2012; Taylor, Burdon, et al., 2016).

Sendo assim, a infantaria, face à diversidade do ambiente operacional em que atua, tem por vezes a necessidade de realizar operações apeadas, tendo neste caso, a necessidade de executar diversas posições e movimentos, bem como transportar equipamento e armamento necessário a fim de cumprir a missão.

1.2. Transporte de Carga

Apesar da necessidade dos militares transportarem carga, esta pode ser prejudicial para a saúde dos mesmos, uma vez que os predispõe a lesões (Kollock, Hale & Vogelpoh, 2018). Os militares são sujeitos ao transporte de cargas pesadas quer seja em ambiente de treino ou durante o combate. Estudos mostraram que o transporte continuado de carga tem vários impactos fisiológicos para com a saúde do militar (Looney et al., 2018). Já Boffey, Harat e Gepner (2019) observam que o peso da carga que os militares transportam, tem vindo a aumentar durante o decorrer dos anos, quer seja em termos de treino ou durante o combate. Este aumento do peso pode ser atribuído ao uso de equipamento de proteção

individual e outro equipamento que os militares empregam no desempenho das suas funções, tal como mencionado por Fish e Scharre (2018). Esta revisão da literatura analisa a conexão existente entre o transporte de carga, custo metabólico e lesões provenientes.

1.2.1. Impacto Fisiológico Associado ao Transporte de Carga

O transporte continuado de cargas com peso excessivo tem diversos impactos na estrutura fisiológica do corpo. Taylor, Peoples e Petersen (2016) retratam no seu estudo, o impacto significativo que o transporte de pesadas cargas tem para com a saúde fisiológica dos militares. Nomeadamente, fazem menção ao impacto fisiológico que advém do transporte de carga com excesso de peso nos militares, na medida em que este impacto é proporcional à envergadura corporal do militar que a transporta. Os autores verificam ainda que um militar que transporta uma mochila com peso de 50kg, vê o seu consumo de oxigénio, com um incremento de 850 mililitros por minuto durante a marcha (Taylor, Peoples, et al., 2016). Este incremento no consumo de oxigénio é causado pelo transporte de carga com peso excessivo, tal como ressaltado pelos autores, o que demonstra que o transporte de carga associado à atividade militar, tem impactos a nível fisiológico.

O estudo de Kollock et al. (2018) é também reiterado por Orr, Johnston e Raybaut (2015), mencionando o facto do transporte de carga militar com peso excessivo, quer em treinos ou em combate, se constitui como a principal causa para a maioria das lesões que os militares experienciam. O estudo realizado pelos autores aponta ainda para que, a grande maioria dos militares que transportam cargas pesadas durante a sua carreira militar usualmente sofrem lesões musculoesqueléticas, concretamente nos membros inferiores e na região dorsal. No seu relatório, Orr et al. (2015) menciona que os militares experienciam a maioria das alterações fisiológicas aquando do transporte de carga no desempenhar das suas funções. Os resultados dos seus estudos indicam que os militares são certamente mais suscetíveis a lesões como resultado do transporte de carga com peso excessivo a que são sujeitos. Apontam ainda para o facto de o stress contínuo causado no corpo do ser humano, tender a enfraquecer a estrutura corporal, o que resulta em fraturas ao longo do tempo ou em condições extremas.

Também no seu estudo, sobre a influência do uso de equipamento de proteção no equilíbrio e mobilidade, Kollock et al. (2018) menciona que o uso de equipamento de proteção se constitui como elemento limitativo no equilíbrio e na mobilidade dos militares, apesar da proteção que o uso deste equipamento lhes confere. Ainda de acordo com este

estudo, os militares do sexo masculino que usaram equipamento de proteção, com peso variável entre os 4.8kg e os 5.3kg, experienciaram de uma forma geral dificuldades na movimentação (Kollock et al., 2018). Os autores mencionam também, que as lesões músculo-esqueléticas nos membros inferiores e nas costas estão ligadas ao transporte de carga, e que são comuns em militares que estiveram em missão. Os resultados deste estudo sugerem finalmente, que o transporte de carga acarreta stress físico para com o corpo dos militares, desta forma constituindo um fator limitativo na facilidade de movimentação.

Um resultado semelhante é apontado por Rice et al. (2017), cujo estudo indica que os militares por norma experienciam mudanças significativas na marcha, depois do transporte de cargas pesadas. Este trabalho está em concordância com os resultados do estudo de Orr et al. (2015), referindo que o transporte de cargas com pesos excessivos, predispõe os militares a possíveis fraturas nos membros inferiores associadas ao stress provocado. O padrão da marcha é sujeito a mais alterações aquando do transporte de carga, comparativamente ao momento registado no final de atividades ou treino, quando não envolve transporte de carga (Orr et al., 2015; Puchaud, 2020). Notavelmente, estes resultados complementam os resultados do estudo realizado por Kollock et al. (2018) indicando que o militar usualmente sofre lesões quando transporta cargas pesadas, seja durante o treino ou em combate.

À luz dos resultados destes estudos, é indiscutível o facto de o transporte de carga ser mais prejudicial para a saúde fisiológica dos militares quando transportam a carga comparativamente a situações em que não se encontram sujeitos ao transporte de carga. Estes estudos poderão indicar também, que os efeitos do transporte de carga a nível fisiológico são imediatos, uma vez que se verificou que as fraturas nos ossos e a dor física são experienciadas durante o momento específico ligado ao transporte da carga.

Além disso, outros estudos apoiam o impacto imediato na estrutura fisiológica do militar, derivado do transporte de carga. Nomeadamente, Schuh-Renner, Grier e Canham-Chervak (2017) indica que a maioria dos militares de infantaria que experienciaram lesões durante a marcha, estavam sujeitos ao transporte de equipamento com peso excessivo em relação ao peso corporal do militar. De facto, no estudo, os investigadores concluem que uma das melhores estratégias na redução das lesões associadas à marcha, passa por reduzir a proporção do peso da carga a transportar, face ao peso corporal do militar. Os militares, quando sujeitos ao transporte de cargas pesadas, tendem a contrair lesões durante a marcha ou num curto período de tempo após a mesma (Schuh-Renner et al., 2017).

Este estudo está relacionado com outros autores que procuram investigar o impacto que o transporte de carga pesada tem nos militares. Nomeadamente Mala, Szivak e Flanagan (2015), mencionam que o transporte continuado de carga resulta numa redução significativa de força, hipertrofia e energia nos militares, quer nos membros inferiores quer nos membros superiores. Nas conclusões desse estudo, os autores mencionam que o treino associado às marchas de aproximação para o combate moderno, deve focar a melhoria da capacidade aeróbica dos combatentes, bem como a força física, de modo a reduzir o risco de lesões derivadas ao transporte continuado de carga durante o treino e durante o combate. Notavelmente, os resultados deste estudo mostram que os efeitos derivados do transporte de carga podem ser de longa duração. Afirmando a necessidade de direccionar o treino para a melhoria aeróbica e da força muscular, os autores mostram que os militares experienciaram um decréscimo na força e energia muscular, depois de sujeitos ao transporte prolongado de carga.

As evidências do estudo de Mala et al. (2015) são também apoiadas por Blacker, Fallowfield e Bilzon (2013), ressaltando que o transporte prolongado de carga, contribui para um risco de desenvolver uma deficiência neuromuscular, causada pela redução significativa na ativação voluntária do sistema nervoso. Tais autores apontam ainda, que os militares que transportam carga são suscetíveis a lesões nas fibras musculares, o que resulta numa redução do desempenho físico ao longo do tempo. De forma geral os autores evidenciam uma predisposição dos militares a lesões músculo-esqueléticas provenientes do transporte continuado de carga com peso excessivo. Notavelmente, os autores estão de acordo quanto ao facto dos efeitos provocados pelo transporte de carga se manifestarem ao longo do decorrer da vida do militar. Tanto o estudo de Mala et al. (2015) como o estudo de Blacker et al. (2013) providenciam uma análise do impacto do transporte de carga para com a saúde ocupacional dos militares, bem como o impacto no desempenho profissional dos militares, durante a carreira militar.

1.2.2. Oportunidades de Melhoria

Estudos demonstram que no Exército dos Estados Unidos os militares transportam mais peso do que o suposto, quer em marchas quer durante outras atividades no desempenho da profissão. Um estudo realizado por Rodríguez-Soto, Jaworski e Jensen (2013) indica que o peso médio transportado pelos militares do Exército dos Estados Unidos é de 68kg e depende da função que o militar desempenha, bem como a natureza do

treino ou missão. O autor ressalta que no que refere à atividade militar, o excesso de peso da carga, está relacionado com lesões associadas ao desempenho, deste modo afetando as capacidades de marcha do militar. No estudo realizado, sobre o efeito que o transporte de cargas tem na cinemática e na coluna vertebral, os autores concluíram que o excesso de peso da carga afeta a cinemática. Portanto, constitui-se como um fator impactante quer em combate, marcha ou treino.

De maneira semelhante, Crowell, Kanagaki e O'Donovan (2018) mencionam no seu estudo, *Methodologies for Evaluating the Effects of Physical Augmentation Technologies on Soldier Performance*, que o militar sente fadiga, redução a nível da mobilidade e na capacidade de manobrar, derivado ao excesso de carga transportado durante a marcha ou durante o combate. O estudo refere ainda que o excesso de carga transportada pelos militares os predispõe a lesões crónicas e agudas, o que reduz a capacidade de combater, uma vez que o militar fica limitado na sua manobrabilidade. De acordo com Crowell et al. (2018), o efeito negativo que acarreta o transporte de carga durante a marcha, relativamente às capacidades de combate do militar, chamou a atenção de vários investidores, que vieram desenvolver e introduzir soluções que recorrem ao uso de diferentes dispositivos para aumentar as capacidades dos militares. Tendo por base a revisão deste estudo, é evidente que a carga que os militares transportam limita não só as suas capacidades para o combate, mas também, os expõe a perigos ocupacionais caracterizados por potenciais lesões, que possam depois tornar-se limitativas ou restritivas durante o combate.

Um estudo semelhante ao de Crowell et al. (2018), desenvolvido por Bossi, Jones e Kelly (2016), menciona que o Exército dos Estados Unidos já tem em desenvolvimento vários projetos que visam investir em tecnologia associada a exosqueletos, com vista a reduzir o peso que os coletes balísticos e outros equipamentos trazem para o combatente durante a marcha. De acordo com os autores, uma das intervenções que o governo do Canadá estabeleceu, de modo a solucionar os problemas de desempenho associados ao transporte de peso excessivo, intitula-se *Load Effects Assessment Program (LEAP)* (Bossi et al., 2016). O facto de o governo Canadiano ter afirmado o transporte de carga como uma preocupação, é prova de que existem problemas resultantes do transporte da mesma, que se manifestam não só no desempenho da profissão militar, mas também na saúde e bem-estar do militar.

Seguindo as inovações e implementações de vários programas que visam melhorar o bem-estar e o desempenho dos militares no que concerne ao transporte de carga, existe a possibilidade de um desenvolvimento no sentido de colmatar os *standards* da saúde dos militares e até melhorá-los ao longo do tempo. Contudo, é de ressaltar que, fruto da revisão da literatura, se constata que a maioria das inovações e intervenções se foca em melhorar a eficiência do militar, mas menosprezam o impacto que o transporte de carga tem para com a saúde física. Por exemplo, Bossi et al. (2016) aponta para o facto de o protocolo do projeto LEAP pretender melhorar os militares recorrendo ao uso de sistemas robóticos, melhorando desta forma as suas capacidades de combate. As conclusões deste estudo são a prova de que esta intervenção visa melhorar a resiliência do militar durante o combate, dando, contudo, pouca atenção aos efeitos que o transporte de cargas pesadas tem na saúde do militar.

Orr et al. (2015) indica que o transporte continuado de cargas durante o desempenho das funções militares, pode levar a lesões. De acordo com os autores, a maioria das lesões que são atribuídas ao transporte de carga, desenvolvem-se ao nível dos membros inferiores e do dorso. Esta afirmação de Orr et al. (2015) retrata, de facto, as implicações que o transporte do equipamento carregado pelos militares, em conjunto com o próprio peso do equipamento de proteção individual usado pelos mesmos, tem nos membros inferiores e na região dorsal durante o deslocamento. A revisão do estudo de Orr et al. (2015) destaca desde logo as limitações que existem em termos de identificação e perceção das mudanças fisiológicas e bioquímicas associadas à mobilidade, aliadas ao transporte de carga em vários tipos de terrenos. O estudo também expõe falhas por parte de *stakeholders* relevantes, em identificar os efeitos que o transporte de carga tem na saúde fisiológica dos militares e a realização de intervenções pertinentes para resolver o problema. Notavelmente, esta revisão prova ainda que, de forma geral, os governos e *stakeholders* militares, ou têm falta de conhecimento face ao impacto que o transporte de carga tem na saúde dos militares ou desprezam estes impactos em prole dos avanços na melhoria do desempenho dos militares.

1.2.3. Impacto do Transporte de Carga Durante a Marcha

É recorrente para os militares o transporte de cargas bem como o uso de equipamento de proteção e armamento durante o desempenhar das suas funções, muitas

das vezes transportam este equipamento durante marchas, apoiados em todo o tipo de terreno (Orr, Pope & Coyle, 2015a).

De acordo com Crowell et al. (2018), o custo metabólico é medido pela quantidade de oxigénio que um indivíduo consome durante uma determinada atividade. Se o custo metabólico indica um maior consumo de oxigénio, implica que esse indivíduo está a usar mais energia para fazer determinada tarefa, implicando um nível de esforço elevado e tendência a entrar em fadiga. Os autores apontam que o custo metabólico associado a caminhar está fortemente relacionado ao trabalho mecânico necessário para cada passo, e acredita-se que os indivíduos tendencialmente adotam um ritmo natural para caminhar, de acordo com aquele que maximiza a eficiência metabólica.

De maneira semelhante ao estudo de Crowell et al. (2018), também Beekley, Alt e Buckley (2007) mencionam nas conclusões do seu estudo, que um aumento no peso da mochila transportada pelo militar, resultou no subsequente aumento do volume de oxigénio consumido durante a marcha. Os autores ressaltam no estudo, que o desempenho do militar é afetado de forma negativa, se o peso transportado for incrementado (Beekley et al., 2007). As conclusões apresentadas pelos autores, ilustram de forma clara o impacto que o excesso de peso tem, levando a uma alteração negativa no padrão de marcha.

Por outro lado, as alterações de algumas variáveis, tal como incrementar o peso da carga a transportar, aumentar a passada ou alterações no tipo de solo, têm impacto no custo metabólico de um indivíduo (Crowell et al., 2018). Looney et al. (2018) também reitera um ponto de vista semelhante. Os autores mencionam no estudo que por vezes, e relativamente aos estudos em que se debruçaram, existe uma tendência em subestimar o custo metabólico associado a marcha em terreno desfavorável. Os autores indicam que caminhar em terrenos com solos mistos tem efeitos diferentes no custo metabólico dos militares. Andersen, Grimshaw e Kelso (2016) também apontam para o facto de que um aumento no peso da carga, aumento da velocidade da marcha ou alteração no tipo de solo, causam um incremento do custo metabólico. Por outro lado, foi demonstrado que durante a marcha, a uma determinada velocidade e num determinado tipo de solo, o custo energético associado ao transporte de uma carga equivalente a 30% do peso corporal é o mesmo do que caso essa carga fosse peso corporal adicional. No entanto depois de ultrapassado este limite de transporte de carga, os incrementos no custo metabólico são desproporcionais ao aumento da carga, consequentemente diminuindo os potenciais benefícios de transportar carga adicional (Andersen et al., 2016).

No seu estudo sobre o uso de exosqueletos e as adaptações no custo metabólico, Panizzolo, Freisinger e Karavas (2019) mostram, através dos resultados, que o uso de um exosqueleto reduz o custo metabólico associado ao deslocamento. Os resultados do estudo indicam que o transporte de carga aumenta significativamente o custo metabólico durante a marcha, sendo que os autores também indicam que não houve melhorias significativas no custo metabólico a partir do terceiro ensaio. Contudo, na segunda fase de ensaio da marcha com auxílio do exosqueleto, foram registadas as maiores alterações no custo metabólico. Os resultados implicam que os militares se podem adaptar rapidamente ao uso de um exosqueleto durante o transporte de carga em marcha. Também indica que um dos efeitos associados ao transporte de carga durante a marcha é o incremento do custo metabólico, sendo que este efeito pode ser colmatado recorrendo ao uso de um exoesqueleto.

Os resultados do estudo realizado por Seo, J.Lee e Y.Lee (2016) estão também em linha com o estudo de Panizzolo et al. (2019) apesar das diferenças na abordagem. Seo et al., (2016) conclui que exosqueletos de anca são eficientes na redução do custo metabólico. Adicionalmente, o comprimento da passada e o tempo que demora a dar um passo durante a marcha, aumenta significativamente com o uso do exosqueleto. Estes resultados são similares ao estudo de Panizzolo et al. (2019), uma vez que ambos indicam que o transporte de carga altera a mobilidade dos militares durante a marcha. Notavelmente, Seo et al (2017) vai mais longe e ressalta o efeito que o transporte de carga tem no tempo que os militares demoram a dar um passo, bem como no comprimento da passada. Os resultados da investigação ressaltados pelos autores, mostram que o transporte de cargas pesadas, não só afeta a taxa metabólica dos militares durante a marcha, mas também o esforço que realizam durante a passada.

As conclusões retiradas destes estudos são também reiteradas por Crowell et al. (2018) que aponta para o facto de os exosqueletos serem essenciais na distribuição do peso associado ao transporte de carga ou uso de equipamento. Os autores acrescentam que um bom exosqueleto deverá ser capaz de distribuir o peso da carga ao longo do corpo do militar, de modo a maximizar o conforto e aumentar a mobilidade. Deste modo, verifica-se que sem a assistência de um exosqueleto, a capacidade de marcha de um indivíduo fica alterada como resultado de uma distribuição de carga inapropriada ao longo do corpo.

Gefen e Epstein (2016) constataam no seu estudo, que a maioria dos investigadores que realizam estudos no âmbito do transporte de cargas, para identificação do peso apropriado a transportar, são baseados no racional associado ao custo metabólico ou à

energia despendida. Desta forma, os autores, relacionam o peso do equipamento transportado pelos militares bem como o peso do uso de equipamento individual de proteção, como impactante no custo metabólico associado à marcha. Ao longo do artigo, mencionam que quanto maior o peso da carga transportada pelos militares, maior o dispêndio de energia durante a marcha, podendo esta carga ser incrementada ao colete balístico ou adicionada à mochila. O transporte de cargas com peso superior a 30kg aumenta as variáveis fisiológicas durante o decorrer da marcha, o que em última instância trará dificuldades para o militar na execução de tarefas posteriores à marcha (Gefen & Epstein, 2016).

No geral os autores sugerem que o transporte de carga tem impacto significativo no custo metabólico, uma vez que os militares tendem a precisar de mais oxigênio durante marchas em que transportam armamento e equipamento com peso elevado, do que em marchas com cargas mais leves. Observam ainda que o transporte de cargas pesadas e equipamento de proteção individual, afeta a passada durante a marcha.

No que toca à postura corporal do militar, Gefen e Epstein (2016) referem que, um incremento de peso nas costas do militar desloca o centro de massa (mochila + militar) posteriormente e superiormente. Como resultado o militar tende a inclinar-se para a frente, de modo a baixar o centro de massa (mochila + militar).

1.2.4. Impacto do Transporte de Carga a Nível Operacional

O transporte de carga tem bastante relevância nas operações militares, estando também associado ao sucesso da mesma. Grzesiak, Kończak e Mieten (2017) afirmam que a forma convencional de movimentação de cargas no exército, é através do uso de aeronaves ou veículos motorizados. Em alguns terrenos onde os veículos e aeronaves não podem aceder, os militares têm a necessidade de transportar a carga de forma apeada, por forma a garantir o sucesso da operação. Este método de transporte de carga tem diversos impactos no sucesso de uma operação militar. Por exemplo, Zhou, Chen e Ding (2018) apontam como um dos problemas associados ao transporte de cargas, o dispêndio de tempo que resulta da movimentação de cargas de um ponto de reabastecimento para o local onde estas são necessárias. De acordo com o ponto de vista do autor, o transporte manual de cargas por parte dos militares, pode pôr em causa o sucesso de uma operação, uma vez que é um processo que consome muito tempo. Além disso um atraso causado no transporte de cargas, interfere diretamente com a fita de tempo de outras tarefas. De facto, Fish e Scharre

(2018) constatam no seu estudo, que em 8 horas de marcha com carga é possível percorrer 32km a um ritmo de 4km/h, quando os militares transportam uma carga de aproximadamente 14kg. No entanto, ao se aumentar a carga que cada militar transporta para um peso de aproximadamente 32kg, serão apenas percorridos 24km no mesmo período de tempo. Em última instância refere ainda que caso o peso da carga seja de aproximadamente 50kg, os militares irão percorrer menos de 16km num período de 8 horas.

Outros estudos referem o transporte de carga excessiva como fator que influencia o sucesso da marcha. Nesse sentido, Andersen et al. (2016) aponta o transporte de carga como fator contribuinte de lesões nos militares, quer em treino ou operação. Os autores especificam que os militares são suscetíveis a lesões físicas durante a execução de marchas, derivadas do transporte de equipamento e uso de equipamento de proteção pesados. Andersen et al. (2016) afirma ainda que o transporte de carga com peso excessivo durante marchas, aumenta a fadiga e altera a função cognitiva dos militares através de uma consequente dificuldade em processar informação. Desta forma o impacto negativo nas capacidades cognitivas e redução na capacidade de processar informação, pode levar ao fracasso de uma operação, uma vez que o militar está mais propenso a cometer erros.

1.2.5. Lesões Associadas ao Transporte de Carga

Além de limitar a taxa de sucesso das operações militares, o transporte de carga tem também diversos impactos na saúde dos militares. Os militares que transportam cargas pesadas durante uma operação militar estão predispostos a lesões resultantes do stress que advém da carga que transportam. Por exemplo, Orr, Dawes e Lockie (2019) indicam que aos militares é usualmente requerido não só o uso de equipamento de proteção individual, mas também o transporte de outros objetos e equipamentos que são usados para a operação. Os autores também constatam que apesar da importância que têm os equipamentos que os militares carregam, estes sujeitam os mesmos a lesões durante a operação. Os estudiosos ressaltam que os militares que transportam esta carga vital para o sucesso da operação, estão notavelmente mais suscetíveis a lesões devido ao excesso de peso da carga bem como condições ambientais desfavoráveis (Orr et al., 2019).

Os destaques de Orr et al. (2019) são também apontados por Fish e Scharre (2018) que verificam, que a taxa de lesões na coluna entre o pessoal militar é uma das grandes desvantagens que advém da implementação de equipamento de proteção balística. Os

autores indicam que os militares dos Estados Unidos usam equipamento de proteção individual, colete e capacete, que chega a pesar 12kg (Fish & Scharre, 2018). De acordo com os autores, é excessivamente pesado, já que os militares também transportam outras cargas incluindo armamento, munições, água e outros equipamentos, podendo um militar apeado chegar a carregar um peso entre 41kg a 64kg. Os investigadores atribuem o peso da carga que os militares transportam para a operação bem como o equipamento individual, como impactante na coluna vertebral o que a torna suscetível a lesões. Isto está ligado ao aumento da quantidade de carga que os militares têm de carregar para a operação, dada a vastidão da área de operações bem como a duração das operações. Este argumento está em linha com os resultados do estudo de Joseph, Wiley e Orr (2018) e de Orr et al. (2015), afirmando que o transporte continuado de cargas é prejudicial para a saúde dos militares. Notavelmente, se o transporte de cargas predispõe os militares a más condições de saúde, então a situação piora se os militares tiverem de transportar estas cargas por longos períodos de tempo e por terreno em que existam alterações no tipo de solo. Portanto, o que Orr et al. (2019) aponta, reflete o efeito que o transporte de carga tem na saúde do militar aquando do desempenho do seu trabalho.

Além disso, Boffey et al. (2019) mencionam que o peso da carga que os militares transportam durante as operações militares, tem impacto significativo no desempenho fisiológico dos mesmos, portanto, é impreterível diminuir o peso da carga para minimizar a fadiga. De acordo com os autores, uma das estratégias para abordar os problemas associados com o transporte de carga a nível operacional passa pelo escalonamento da carga. Esta abordagem envolve carregar o estritamente necessário para a missão (Boffey et al., 2019). Os autores também mencionam que existem três categorias de cargas que precisam de ser reduzidas durante as operações militares: equipamento para combate¹ (que inclui fardamento, armamento e equipamentos de proteção); equipamento para marcha de aproximação e equipamento para uma marcha de aproximação de emergência. No caso do equipamento para marcha de aproximação de emergência, ao contrário do equipamento para marcha de aproximação, caracteriza-se pelo transporte de todo o equipamento necessário para uma situação de marcha apeada, perfazendo este equipamento um total de até 57kg, face ao peso recomendado de 33kg. Em termos do equipamento para combate, este não deverá exceder 30% do peso corporal do militar (Reese, 2010).

¹ Tradução livre do autor. No original “*Assault load*” (Reese, 2010, p. 7)

Tal como Boffey et al. (2019), que refere o impacto que o equipamento individual e outros equipamentos têm a nível de limitações no desempenho fisiológico do militar, também Jammes, Ferrand e Fraud (2018) mencionam que o transporte de mochilas com peso excessivo reduz de maneira significativa a eficiência e velocidade do militar no desempenho do seu trabalho. De acordo com os autores, as mochilas com peso excessivo que os militares transportam, contribuem para uma alteração da sensibilidade dos pés e alteração no controlo da postura corporal.

Outros estudos fizeram uma relação entre o transporte de armamento e equipamento por parte dos militares e a ligação a lesões daí provenientes. Por exemplo, no que toca às lesões provocadas pelo transporte de cargas pesadas, Gefen e Epstein (2016) constataam que o peso da carga que os militares transportam, nomeadamente o armamento e equipamento individual, tem impacto negativo na mecânica da marcha. Os autores acrescentam ainda, que o peso deste equipamento de proteção individual, bem como o armamento, aumentam o nível de stress no sistema músculo-esquelético, o que leva a lesões subseqüentes (Gefen & Epstein, 2016). Este estudo encontra-se em linha com a afirmação de Orr et al. (2019), já que o pesado armamento e equipamento de proteção individual que os militares têm de carregar, os predispõe a vários tipos de lesões.

Além do stress no sistema músculo-esquelético, Gefen e Epstein (2016) afirmam que durante uma operação os militares entrarão em fadiga mais rapidamente, derivado ao peso do armamento e do equipamento. Os autores incluem, que os militares ficam mais expostos a lesões quando transportam cargas pesadas, comparativamente com situações que não envolvam esse transporte. Para afirmar os impactos que o transporte de equipamento e o uso de equipamento de proteção individual têm nos militares, Gefen e Epstein (2016) ressaltam algumas das lesões mais comuns, observadas através da examinação de um conjunto de estudos relevantes. De acordo com os autores, alguns dos tipos de lesões associados ao transporte de carga incluem: fraturas por stress, metatarsalgia, lesões nos joelhos, bolhas nos pés, problemas na região dorsal e parestesia que é resultante da compressão dos nervos do pé. Ao listar este conjunto de lesões comuns, confirmam a afirmação de Fish e Scharre (2018), que declaram que os militares dos Estados Unidos são usualmente sobrecarregados com o peso excessivo do armamento, equipamento de proteção, bem como outros equipamentos que transportam no corpo.

1.3. Exosqueletos de Aplicação Militar

Um exosqueleto é um sistema robótico concebido de forma a compensar a perda de funcionalidades, restituir ou incrementar a força muscular (Osipov, 2019). O autor Schnieders (2016) refere que a General Electric desenvolveu entre 1960 e 1971 o primeiro exosqueleto apelidado de Hardiman, tendo este revelado bastantes problemas em termos de movimentação. Desde o século 20 foram criados vários exosqueletos, sendo que ao longo do tempo foram implementadas inúmeras melhorias nestes dispositivos, tendo por base os conceitos dos primeiros exosqueletos. Os exosqueletos auxiliam o militar na melhoria da precisão associada à execução de tiro, na eficiência, velocidade e podendo até proporcionar suporte muscular aos paraplégicos. Com a tentativa constante por parte do Exército dos EUA em integrar esta tecnologia no âmbito do combate (Chang, 2015), facilmente se percebe a tentativa de gradualmente tornar os exosqueletos em acessórios militares.

Segundo Jia-Yong et al. (2020) os exosqueletos, em termos de interação com o movimento do corpo do ser humano, podem ser categorizados como passivos ou ativos. O autor refere que se pensarmos no utilizador e exosqueleto como um sistema fechado, e não houver uma transferência estável e consistente de energia, seja do exosqueleto para o utilizador ou vice-versa, então será um exosqueleto passivo. Caso contrário será um exosqueleto ativo.

1.3.1. Exosqueletos Militares Associados à Infantaria

De entre os vários exosqueletos desenvolvidos, associado à Infantaria, o LIFESUIT foi um exosqueleto apresentado em 2001, por um Ranger dos EUA chamado Monty Reed, depois de ter sofrido uma lesão na coluna durante um acidente relacionado com um salto de paraquedas (Nikhil et al., 2019). Mais tarde, em 2008, o projeto Sarcos iniciou o desenvolvimento do exosqueleto XOS 1 para o exército dos EUA. Em 2010 ocorreu outro avanço associado aos exosqueletos militares, quando o exosqueleto XOS 2 foi apresentado pela Raytheon, um projeto financiado pela *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) (Freeman, 2010). Outros exemplos de dispositivos de aplicação militar desenvolvidos recentemente incluem o ONYX e o TALOS, ambos em 2018 (Scharre et al., 2018). Assim, tendo por base estudos recentes, foi elaborada uma tabela de modo caraterizar os principais exosqueletos no âmbito de aplicação militar (Tabela n.º1).

Tabela n.º1- Classificação de exosqueletos de aplicação militar

Nome	Finalidade	Corpo inteiro/ membros superiores/ inferiores	Ativo/ Passivo	Tipo de atuador	Fonte de energia	Material
XOS(Zhiqiang et al., 2014; Wang & Zhao, 2014)	Transporte de cargas	Corpo inteiro	Ativo	Hidráulico	Bateria pode durar até 40 min (Wang & Zhao, 2014)	Metal
XOS 2 (Zhiqiang et al., 2014)	Transporte de cargas	Corpo inteiro	Ativo	Hidráulico	Bateria	Metal
MAXFAS (Baechle, 2013)	Estabilização da arma de fogo	Membros superiores	Ativo	Elétrico	Motor Externo	Fibra de carbono
Guardian XO (Mauri et al., 2019; Sarcos robotics, 2020)	Transporte de carga. Pode levantar até 91kg (Sarcos robotics, 2020)	Corpo inteiro	Ativo	Elétrico	Bateria (duas baterias) (Sarcos robotics, 2020)	Metal
ONYX (Xiloyannis, 2019)	Transporte de carga	Membros inferiores	Ativo	Elétrico	Bateria	Metal

TALOS (Jia-Yong et al., 2020)	Mobilidade e proteção	Corpo inteiro	Ativo	Elétrico	Bateria	Metal
HULC (Yeem et al., 2019)	Transporte de carga	Corpo inteiro	Ativo	Hidráulico	Bateria	Metal
UPRISE (Jia-Yong et al., 2020; Mawashi, 2020)	Transporte de carga	Corpo inteiro	Passivo	Mecânico	Não requer fonte de energia	Metal

Fonte: Elaboração Própria

O XOS 2 foi desenvolvido como melhoria ao XOS 1, tendo sido criado pela Raytheon como um exosqueleto de corpo inteiro (López-Méndez et al., 2020). Tal como o exosqueleto HULC, tem um sistema hidráulico, usa bateria como fonte de alimentação e é composto por metal. A sua utilidade em âmbito militar prende-se com o facto de providenciar um incremento de força, agilidade e resiliência para o militar dentro dele (Zhiqiang et al., 2014). Segundo Zhiqiang et al. (2014) o XOS 2 utiliza pressão hidráulica, o que permite ao militar levantar pesadas cargas.

Quanto ao exosqueleto MAXFAS essencialmente trata-se de uma série de sensores de tensão alimentados por um motor elétrico, aplicados a um exosqueleto, que por sua vez está agarrado ao braço do utilizador, tendo como funcionalidade a supressão dos tremores associados ao ato de fazer pontaria com uma pistola (Schnieders, 2016; Schnieders et al., 2017). Desde modo o MAXFAS melhora a pontaria associada ao tiro através da estabilização da arma de fogo (Baechle, 2013), o que faz dele um exosqueleto viável para operações militares.

Relativamente ao ONYX, este foi desenvolvido pela *Lockheed Martin*, para auxiliar o utilizador no transporte de cargas pesadas. O dispositivo tem um peso de 6,4kg em conjunto com um sistema, que auxilia as articulações do militar, através da deteção do tipo de terreno em que se desloca. Permite ao militar transportar cargas relativamente pesadas devido à capacidade de proteger as articulações (Jia-Yong et al., 2020), o que torna este exosqueleto apropriado para operações militares que exijam o transporte de cargas.

O Guardian XO é um exosqueleto de corpo inteiro, que permite ao utilizador reduzir o esforço físico em 100%. O exosqueleto pode amplificar a força do utilizador até 20 vezes, incorporando duas baterias, que podem ser trocadas sem interromper o seu funcionamento. A sua utilidade militar é evidenciada pela capacidade de incrementar a segurança e a eficiência do utilizador. O dispositivo tem 24 graus de liberdade distintos, o que permite ao utilizador manobrar de forma completamente livre e natural (Sarcos robotics, 2020).

O exosqueleto *Tactical Assault Light Operator Suit* (TALOS) incorpora um kit de proteção líquido que pode solidificar instantaneamente (materiais auxéticos), um sistema regulador de temperatura, monitorização do nível de hidratação e dispositivo de coagulação no caso de ocorrência de feridas (Scharre et al., 2018). Em termos de utilidade no âmbito militar, cabe destacar a capacidade de perceção do entorno, o que incrementa a capacidade de combate do militar consideravelmente (Jia-Yong et al., 2020).

O exosqueleto HULC é conhecido pela sua grande velocidade e manobrabilidade, quando comparado com outros dispositivos de corpo inteiro. Atua tendo por base um sistema hidráulico alimentado por bateria. Em termos de aplicação militar, ressalta o transporte de carga nomeadamente a capacidade para apoiar o levantamento de até cerca de 91kg, minimizando o custo metabólico do utilizador (Yeem et al., 2019). Por estes motivos é considerado pelo Exército Americano uma mais valia para as operações militares terrestres.

Relativamente ao UPRISE, este redireciona 50% a 80% da carga transportada pelo utilizador, desde os ombros para o chão. Como resultado, o peso sentido, devido ao transporte de carga, diminui consideravelmente. A aplicação militar deste exosqueleto é evidenciada pela capacidade de auxiliar os militares, que o usam, a rastejar, subir e realizar outros movimentos táticos sem limitar a mobilidade do seu utilizador (Jia-Yong et al., 2020). Assim, tendo a capacidade de redistribuir a carga transportada pelo utilizador, este exosqueleto tem, potencialmente, bastante utilidade em ambiente operacional.

1.3.2. Limitações e Oportunidades

Apesar da utilidade aportada pelos exosqueletos, existem algumas limitações, nomeadamente, Yeem et al. (2019) afirma que os exosqueletos atuais não oferecem uma velocidade de resposta e conforto suficientes para o utilizador. O autor aponta para o facto de “cada vez que o utilizador se tenta movimentar, o robô torna-se um lastro, o que exige

uma esforço adicional para acionar o robô” (Yeem et al., 2019). Como resultado disto, o nível de fadiga do utilizador é quase idêntico ao de um indivíduo sem exosqueleto, na execução de uma tarefa semelhante.

Os exosqueletos têm problemas associados às baterias, uma vez que, tal como aponta Yeem et al. (2019) as mesmas só conseguem aportar um tempo de atuação máximo de 30 minutos, referindo ainda que uma bateria com maior duração, acarreta um maior peso para o utilizador. Existem também problemas relacionados com outras fontes de alimentação, nomeadamente motores, devendo ser melhorados ao nível do peso e da sua autonomia (Yeem et al., 2019).

Os exosqueletos apresentam igualmente limitações na comunicação direta entre o sistema nervoso do utilizador e o dispositivo, o que afeta o seu funcionamento. Essas informações são necessárias para a deteção da intenção do utilizador e críticas para a interação simbiótica. Além disso, a interface mecânica do exosqueleto limita o tempo durante o qual pode ser usado, devido ao desconforto associado. Tal como refere Agarwal & Deshpande (2019), esta limitação deve-se à necessidade de o exosqueleto ter um *design* capaz de se alinhar cuidadosamente com as articulações do seu utilizador. Por outro lado, Rajasekaran (2015) refere que os exosqueletos têm um padrão de trajetória predefinido, o que pode prejudicar o utilizador devido às diferenças no padrão de marcha. Existe, portanto, uma necessidade de melhorar a eficiência de comunicação entre o utilizador e o exosqueleto, indo ao encontro destas limitações.

Posto isto, é de destacar as oportunidades que os exosqueletos aportam, nomeadamente o exosqueleto HULC capaz de reduzir o custo metabólico associado ao utilizador. Em termos de aplicação militar, os exosqueletos desempenham um papel significativo na proteção e no aumento do desempenho do utilizador, permitindo-lhe transportar cargas com peso excessivo durante um período maior de tempo, por exemplo o HULC capaz de transportar até 91kg sem impacto no utilizador (Yeem et al., 2019). Tal como o HULC, também o exosqueleto UPRISE permite que o peso da carga transportada pelo militar seja transferido para o solo, diminuindo o excesso de carga sobre a estrutura corporal do militar (Jia-Yong et al., 2020). Além disso o UPRISE colmata as desvantagens associadas à curta duração da fonte de alimentação por baterias nos exosqueletos ativos, uma vez que se trata de um exosqueleto passivo.

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA

Este capítulo visa descrever e enquadrar os procedimentos metodológicos adotados durante a realização da presente investigação, de modo a fundamentar as opções seguidas.

Esta investigação teve por base a NEP 522/1.^a/AM, Normas para a Redação de Trabalhos de Investigação, no que diz respeito à estrutura e formatações inerentes ao trabalho. Em complemento foram utilizadas as normas para realização de citações e referências bibliográficas, segundo o estilo científico APA. A presente investigação, teve início no primeiro semestre do ano letivo de 2019/2020, apoiado na unidade curricular Metodologia de Investigação Aplicada ao TIA, onde existiu uma boa orientação com vista a formular a PP, objetivos específicos e Perguntas Derivadas (PD). Posto isto, apresentam-se de seguida, os objetivos definidos, perguntas derivadas, instrumentos de recolha de dados, seleção e caracterização da amostra e procedimentos.

2.1. Definição de Objetivos

Face ao objetivo geral da investigação, “identificar os requisitos para implementação de exosqueletos no âmbito da Infantaria”, foram definidos objetivos específicos, explanados no Quadro nº1.

Quadro n.º 1– Objetivos da investigação

OE1	Caraterizar as posições e movimentos mais exigentes no ambiente operacional na Infantaria
OE2	Compreender qual o equipamento individual e coletivo específico da arma de Infantaria em ambiente operacional
OE3	Caraterizar o ambiente operacional e as suas implicações a nível de deslocamento do militar de Infantaria

Fonte: Elaboração própria

2.2. Definição das Perguntas Derivadas

Com vista a responder aos objetivos específicos acima mencionados, foram levantadas três PD que se apresentam no Quadro n.º 2, que pretendem auxiliar na resposta à PP “Quais os requisitos necessários aos exosqueletos para a sua utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria?”.

Quadro n.º 2– Perguntas derivadas

PD1	Quais são as posições e movimentos mais exigentes em ambiente operacional na Infantaria?
PD2	Quais são os equipamentos individual e coletivo que o militar de Infantaria transporta e/ou manuseia em ambiente operacional?
PD3	Quais as implicações do ambiente operacional no deslocamento do militar de Infantaria?

Fonte: Elaboração própria

2.3. Instrumentos de Recolha de Dados

A presente investigação, relativamente à sua abordagem, é um estudo misto, uma vez que foi utilizada uma abordagem qualitativa, através da realização de entrevistas, num primeiro momento e quantitativo, através do inquérito por questionário, num segundo momento. De acordo com o Instituto Universitário Militar (IUM) (2009), esta abordagem tem em vista, capitalizar as potencialidades e colmatar as vulnerabilidades inerentes a uma estratégia apenas qualitativa ou quantitativa. O tipo de estudo está relacionado com os meios técnicos utilizados na investigação, existindo a possibilidade de incluir na investigação mais do que um método, por forma a conseguir dar resposta às questões de investigação e posteriormente à questão central (Sarmiento, 2013).

A pertinência desta abordagem prende-se com o facto de se tratar de um estudo de caso, uma vez que pretendemos caracterizar uma população específica, “(...) sobre um determinado indivíduo, família, grupo ou comunidade que seja representativo do seu universo, para examinar aspetos variados da sua vida” Cervo, Bervian e Silva (2007, p. 62), relativamente a um determinado fenómeno que ocorre num determinado período de tempo e espaço. Sendo assim o presente estudo de caso realizado, centrou-se na Missão Multidimensional Integrada das Nações Unidas para a Estabilização da República Centro-

Africana (MINUSCA), sendo o objeto de estudo, os militares da Unidade de Manobra, pertencentes às 6^a, 7^a e 8^a Forças Nacionais Destacadas (FND).

A opção metodológica também nos permitiu uma maior validação dos dados através do método de triangulação dos dados entre o enquadramento teórico, os dados das entrevistas e os dados recolhidos nos inquéritos.

Com vista a determinar as questões da entrevista e do inquérito por questionário, foi elaborado um modelo de análise (Apêndice A), de forma a operacionalizar conceitos, identificar dimensões, indicadores e técnicas de recolha de dados.

2.3.1. Análise Documental

Durante a realização do trabalho, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica, de modo a destacar as posições e os movimentos mais frequentes. Tendo sido esta pesquisa baseada em artigos científicos relativos a estudos no âmbito operacional e transporte de carga. Por forma a caracterizar algumas das posições de tiro, foi ainda utilizada doutrina do EP, nomeadamente o PDE 7-70-00 Formação e Treino de Tiro de Armas de Fogo Ligeiras.

No que respeita ao equipamento e armamento, foi consultado o Quadro Orgânico (QO) de Material da FND/MINUSCA associado a um documento com o QO de pessoal da FND/MINUSCA, com vista a ter um ponto de apoio para a elaboração das entrevistas e questionários.

Em termos de peso tabelado para o armamento/equipamento, foram consultadas as fichas individuais de formação do EP e foram realizadas pesagens a equipamento presente no TO, de forma indireta, através do apoio dos militares aí projetados.

2.3.2. Entrevistas

Quanto às entrevistas, estas podem ser do tipo, entrevista não estruturada, entrevista semiestruturada e entrevista estruturada (Sousa e Baptista, 2011 cit in IUM, 2019, p. 29). No estudo, foram utilizadas entrevistas semiestruturadas (Apêndice B) por parecerem mais adequadas face ao contexto da investigação, permitindo uma maior flexibilidade para colocar as perguntas ao entrevistado, no momento apropriado, em função das respostas (Meirinhos & Osório, 2010). O guião da entrevista (Apêndice B) foi construído, tendo em conta os objetivos da investigação e o enquadramento teórico acerca do tema (Vilelas, 2009). As entrevistas, foram realizadas via telemática com recurso à aplicação Colibri ZOOM e em alguns casos por chamada telefónica, com exceção dos entrevistados pertencentes à 8^a FND, então projetados no TO, cujas respostas foram recebidas por via

escrita. Durante todas as entrevistas telemáticas, foi criado um ambiente informal e descontraído, de modo a obter o máximo de informação por parte dos entrevistados, tendo sido consentida previamente pelos mesmos, a gravação da entrevista.

2.3.3. Inquéritos por Questionário

Apoiado no modelo de análise e na análise bibliográfica foi, numa segunda instância, elaborado de raiz, um inquérito por questionário (Apêndice C).

Num questionário, quanto à forma, as questões podem distinguir-se entre abertas e fechadas (IUM, 2019). Sendo assim quanto às modalidades de perguntas incluídas, foram efetuadas perguntas Fechadas e de Escolha Múltipla, tendo sido ainda recolhidos dados sociodemográficos. Por forma a classificar a intensidade da dor associada ao local corporal foi utilizada uma escala qualitativa (Anexo A).

2.4. Seleção e Caracterização da Amostra

No presente estudo, a escolha dos participantes para as entrevistas foi efetuada através de uma amostra não probabilística intencional, uma vez que foram consideradas as funções desempenhadas por terem sido consideradas de grande relevância para o trabalho.

Num total de nove entrevistas, três delas foram realizadas a Comandantes de Companhia, três a Comandantes de Pelotão/Grupo e três a Comandantes de Equipa (Quadro n.º 3).

Quanto ao inquérito por questionário, este foi aplicado a militares da 6ª, 7ª e à 8ª FND/MINUSCA, mais especificamente à Unidade de Manobra, com recurso a um questionário online através da plataforma *Google Forms*.

Quadro n.º 3– Relação dos Entrevistados

N.º	Posto	Função
1	Capitão	Comandante de Companhia 7ª FND
2	Tenente	Comandante de Pelotão 7ª FND
3	Sargento-Ajudante	Comandante de Equipa 7ª FND
4	Capitão	Comandante de Companhia 8ª FND
5	Tenente	Comandante de Grupo 8ª FND
6	Primeiro-Sargento	Comandante de Equipa 8ª FND

7	Capitão	Comandante de Companhia 6ª FND
8	Tenente	Comandante de Pelotão 6ª FND
9	Primeiro-Sargento	Comandante de Equipa 6ª FND

Fonte: Elaboração própria

2.5. Procedimentos

Os procedimentos levados a cabo na presente investigação foram: análise documental, entrevistas semiestruturadas e inquéritos por questionário.

Todos os militares entrevistados foram contactados com antecedência, de modo a agendar um dia oportuno para a realização das entrevistas. As entrevistas aos três militares pertencentes à 7ª FND decorreram entre 9 de março de 2021 a 12 de março de 2021. Já as entrevistas aos militares pertencentes à 8ª FND ocorreram no período compreendido entre 29 de março de 2021 a 30 de março de 2021. Por fim, as entrevistas aos três militares da 6ª FND ocorreram no período de 6 de março de 2021 a 8 de março de 2021. Tais entrevistas foram, em seguida, transcritas e reenviadas para os entrevistados, com vista à validação da informação fornecida.

No que respeita à análise de conteúdo das entrevistas, esta foi realizada através da construção de um sistema de análise por categorias e subcategorias, com recurso ao *software NVivo*.

O inquérito por questionário foi distribuído por via eletrónica, aos militares da 6ª, 7ª e 8ª FND em 01 de abril de 2021. A análise dos dados foi realizada utilizando técnicas de estatística descritiva bem como de inferência estatística, utilizando-se o software *IBM SPSS Statistics 26* para implementação das técnicas estatísticas referidas e o *Microsoft Excel* para a organização da informação. No que se refere às técnicas de estatística descritiva, foram calculadas medidas de localização amostral (Ex: média, mediana, quartis) e medidas de dispersão da amostra (desvio-padrão, variância, amplitude amostral). Para as variáveis qualitativas, o resumo da informação foi efetuado através do cálculo de frequências absolutas e frequências relativas (em %). Ao nível das técnicas de inferências estatística, considera-se a estimação pontual bem como intervalar, implementando diversos testes de hipóteses para os parâmetros de interesse (valor médio, proporção) tendo em conta a problemática em causa, sendo considerado o nível de significância de 5% para o efeito.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

No presente capítulo, são explanados e descritos todos os dados recolhidos através da análise documental, das entrevistas efetuadas e dos inquéritos por questionário aplicados, sendo apresentados por esta ordem.

No que refere aos inquéritos por questionário, a análise de existência de associação nas variáveis contínuas face às diversas categorias das variáveis qualitativas consideradas, foi efetuada utilizando a Análise de Variância (ANOVA) (Marôco, 2014). Para avaliar a dependência/associação entre variáveis qualitativas considerou-se o teste Qui-Quadrado e o teste de Fisher, sendo que como forma de quantificar a intensidade da relação entre variáveis considera-se o coeficiente de correlação de *Spearman* aplicado quer as variáveis qualitativas ordinais bem como variáveis quantitativas (Marôco, 2014).

3.1. Análise Documental

O PDE 7-70-00 caracteriza as posições de tiro avançadas modificadas, sendo elas agrupadas em posição de deitado, de joelhos, sentado e de pé. No entanto estas posições, em função da situação tática, poderão requerer a execução de outras posições modificadas-combinadas (EME, 2020). Sendo assim durante a presente investigação foram consideradas as posições de tiro explanadas no PDE 7-70-00, nomeadamente posições de tiro de pé, de joelhos, sentado, deitado, bem como as inúmeras derivações para posições de tiro avançadas.

No que toca aos movimentos descritos por Jaenen et al. (2009) e de acordo com a tipologia de missão associada ao TO da RCA, consideraram-se os seguintes: caminhar, correr, marcha fletida, gatinhar, instalar no terreno, rastejar, entrar e sair da viatura.

Em termos de armamento e equipamento, foram tidos em consideração os relativos à atualidade operacional, sendo as suas principais características referidas no Apêndice D, com base na informação contida em Lopes et al. (2017), nas fichas individuais de formação do EP e através das várias pesagens efetuadas.

No que concerne às funções desempenhadas pelos militares no TO, de acordo com o QO de pessoal da FND/MINSCA, consideraram-se as funções: Comandante (Pelotão/Grupo, Secção, Equipa), Sargento de Pelotão/Grupo, Atirador, Atirador especial, Atirador da metralhadora ligeira (ML), Condutor.

3.2. Entrevistas

No âmbito das entrevistas realizadas, os resultados abaixo apresentados encontram-se associados ao guião presente no Apêndice B.

Quanto à questão n.º1, todos os entrevistados apontam para o facto de a tipologia de missões desempenhadas ser variada e apoiada sempre em viaturas, existindo situações onde, para executar a missão, é necessário apeiar das mesmas, caracterizando-se estes deslocamentos apeados por distâncias curtas. Neste contexto referem-se as seguintes declarações: “(...) íamos montados nas viaturas e apeávamos quando estávamos perto do objetivo para iniciar a limpeza das cubatas.” (Entrevistado (E) 3); “(...) apeamos e executamos a ação, não havendo, no entanto, grandes deslocamentos apeados em termos de distância percorrida.” (E7).

Relativamente à questão n.º2: “Quais são as posições que executam com mais frequência no TO?”, apresentam-se na Figura n.º 1, os resultados obtidos durante a investigação.

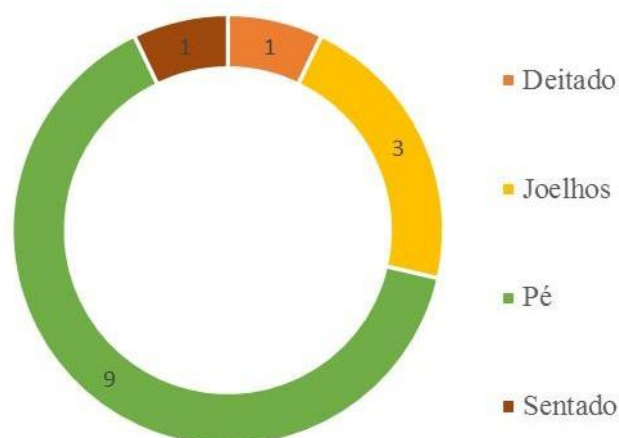


Figura n.º 1– Resultados das Entrevistas: Posições mais frequentes

Fonte: Elaboração própria

Identifica-se uma resposta unânime por parte dos 9 entrevistados em relação à posição de pé, salientando-a como a posição mais frequente para execução de tiro de acordo com a Figura n.º 1. Como segunda posição mais frequente, referida por 33% dos entrevistados, foi apontada a posição de joelhos. Quanto à posição de sentado e posição de

deitado, o E3 afirma serem posições que “poucas vezes” utilizadas. Todos os entrevistados são da opinião que as posições de tiro se enquadram no PDE 7-70-00, mas nem todas são executadas no TO. Nesse sentido, declararam: “Sim enquadram-se nas posições descritas no PDE 7-70-00, uma vez que no aprontamento são treinadas todas as posições de tiro (...). A nível real não executamos essas posições todas (...).” (E2).

No que concerne à questão n.º 3, a Figura n.º 2 apresenta os resultados relativamente aos movimentos executados com mais frequência no TO.

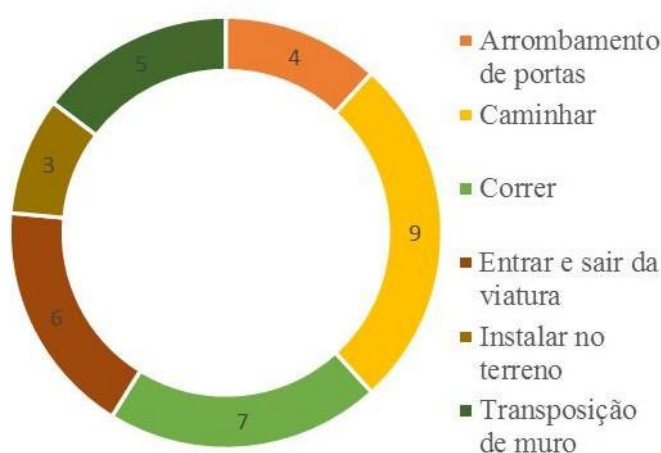


Figura n.º 2– Resultados das Entrevistas: Movimentos mais frequentes

Fonte: Elaboração própria

A Figura n.º 2 mostra que todos os entrevistados caracterizam o movimento de caminhar como o mais frequente, 77% dos entrevistados caracterizam o movimento de correr como o segundo mais frequente. Assim, referem: “(...) caminhar era muito frequente.” (E3); “Corrida só em situações de deslocamento entre máscaras.” (E8); A maioria dos entrevistados (6 em 9) são da opinião que outro movimento bastante frequente é o movimento de entrar e sair da viatura; “Subir e descer da viatura é muito frequente, são inúmeras as vezes que repetimos este movimento.” (E1).

A transposição de muro, é apontada por 55% dos entrevistados como outro movimento comum, afirmando o E1 ser “um movimento que ocorre caso haja a necessidade de transpor muros entre casas”.

Outro movimento relevante apontado pelos entrevistados, é o movimento necessário para arrombamento de portas, “com pontapé” (E2), sendo referido por 55% dos entrevistados como frequente. O movimento instalar no terreno, foi apenas referido por 3 dos 9 entrevistados, sendo que o E4 o caracteriza como um movimento “para eventualmente aproveitar uma máscara” (Figura n.º 2).

No que refere à questão n.º 4 “Qual é o equipamento individual utilizado no TO da RCA?”, todos os entrevistados pertencentes à 7ª e 8ª FND/MINUSCA, responderam que quanto ao armamento, os militares estão equipados com espingarda de assalto FN SCAR-L e a pistola Glock 17 Gen 5 FS, sendo que existe variação no armamento atribuído aos militares com a função de Atirador ML e ao Atirador especial, consistindo esta na alteração da FN SCAR-L para a ML FN Minimi 5.56 Mk3 e espingarda de Atirador especial FN SCAR-H com mira ótica Trijicon VCOG, respetivamente. Os entrevistados da 6ª FND/MINUSCA, são também unânimes na resposta, afirmando que no âmbito do armamento, os militares estão equipados com a espingarda automática G3 e a pistola Walther P38, sendo que as alterações de armamento se verificam no Atirador especial que faz uso de uma espingarda automática G3 com mira ótica Trijicon VCOG ou mira Leupold e no Atirador da ML que substitui a espingarda automática G3 por uma ML. Foi assim referido que: “(...) os apontadores especiais têm a SCAR H (...) e os apontadores ML a MINIMI 5,56.” (E5); “Em termos de armamento individual o Atirador especial, não usava a FN SCAR-L, mas sim a FN SCAR-H com a alça Trijicon VCOG.” (E3)

Quanto ao equipamento de proteção individual todos os entrevistados caracterizam este equipamento, como sendo uniforme para toda a força, constituindo-se pelo capacete OPS-CORE e pelo colete balístico THOR.

A utilização de mochilas *Assault Pack MIL-TEC*, é referida por 5 dos 9 entrevistados, como frequente para o transporte de munições extra, granadas, material de planeamento, não sendo, no entanto, obrigatória para os militares da força. De acordo com o E2 estas mochilas podem “chegar a pesar, de 10 a 15kg”.

No que tange à questão n.º 5: “Qual é o equipamento coletivo que é transportado pelos militares em missão?”, 4 dos 9 entrevistados, referem como habitual o transporte de caçadeiras Benelli Super Nova ou Franchi SPAS-15, bem como o transporte do Lança Granadas (LG) 40mm FN40GL-S Mk2, apontado por 66% dos entrevistados.

De acordo com a questão n.º 6: “Quais as principais dificuldades em termos do ambiente físico no TO da RCA?”, são apresentados os resultados na Figura n.º 3.

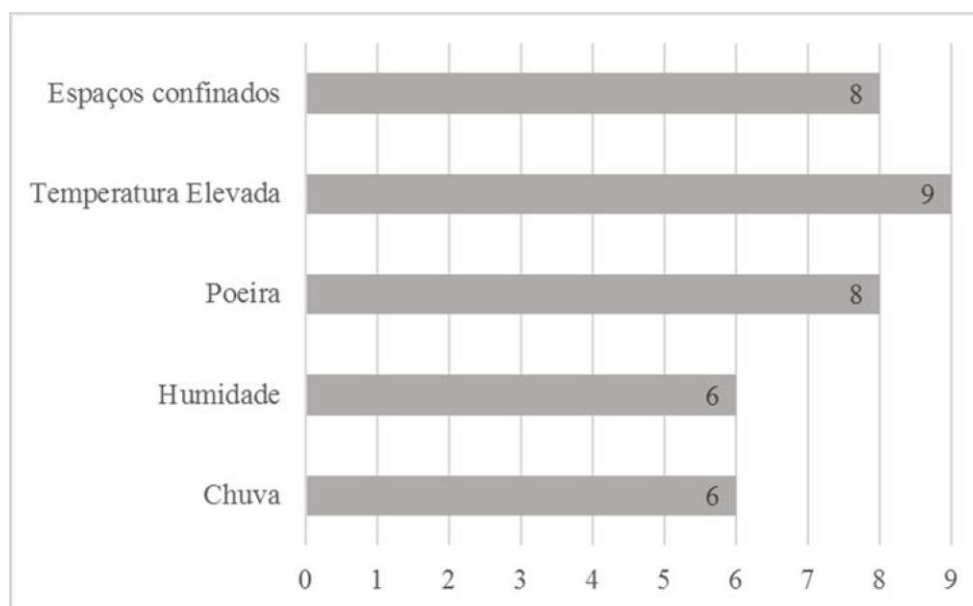


Figura n.º 3 – Resultados das Entrevistas: Dificuldades relativas ao Ambiente Físico

Fonte: Elaboração própria

Através da Figura n.º 3, verifica-se que de entre as dificuldades apontadas, todos os entrevistados apontaram a temperatura elevada como uma das dificuldades sentidas. É referido explicitamente que: “O clima da República Centro-Africana é bastante adverso ao longo do ano, de savana tropical de elevadas temperaturas e bastante seco.” (E4).

Já os espaços confinados e a poeira foram referidos como sendo dificuldades sentidas no TO da RCA, por 88% dos entrevistados. Humidade e chuva foram ainda apontados como dificuldades em termos do ambiente físico por 66% dos entrevistados. Nesse alinhamento, referem que: “A humidade e a temperatura alta constituem-se como dificuldades, bem como a poeira que resulta num constrangimento para o armamento e para as viaturas.” (E9); “(...) a precipitação é abundante com a percentagem de humidade poder alcançar os 100%.” (E4) (Figura n.º 3).

Na Figura n.º 4, são apresentados os resultados referentes à questão n.º7, quanto à opinião dos entrevistados relativamente aos requisitos necessários para a utilização de um exosqueleto em ambiente operacional.

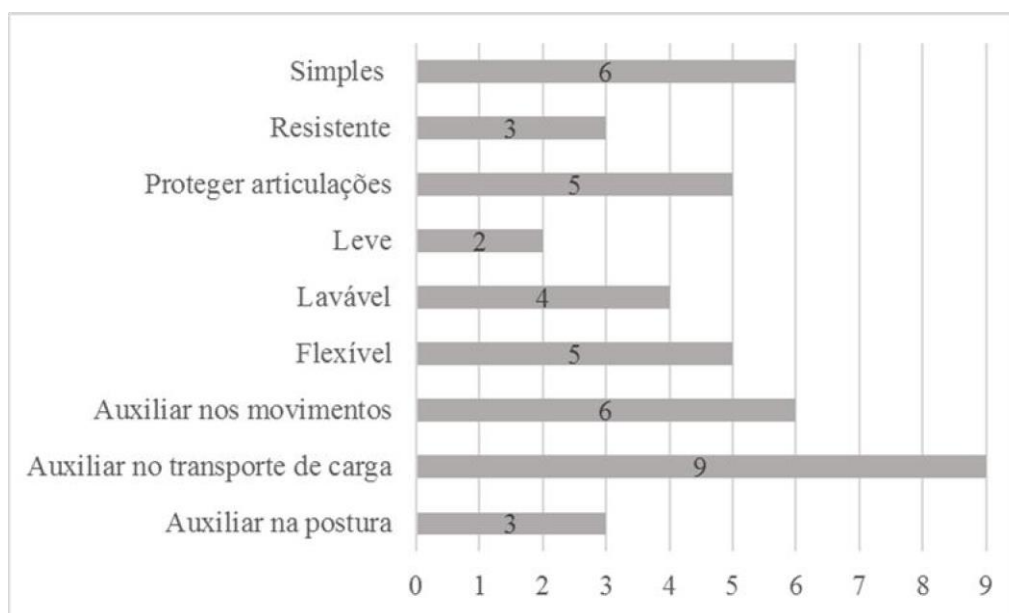


Figura n.º 4– Resultados das Entrevistas: Requisitos exoesqueleto

Fonte: Elaboração própria

A Figura n.º 4 indica que o auxílio no transporte de carga, foi um dos requisitos apontado por todos os entrevistados. Além deste, 55% apontam a flexibilidade e a proteção das articulações como um dos requisitos que um exoesqueleto deverá ter em ambiente operacional. A simplicidade e o auxílio nos movimentos foram referidos ainda por 6 dos 9 entrevistados, bem como ser flexível e proteger as articulações, por 55%. Outros requisitos apontados pelos entrevistados foram: ser lavável (44%); resistente (33%); auxiliar na postura (33%), e; ser leve (22%) (Figura n.º 4). Concretamente, referem a necessidade de ser “(...) capaz de reduzir a carga do peso balístico do militar (...) dissipar o peso na posição de sentado.” (E9). “Deveria ser leve, (...) de fácil utilização, não requerer muita manutenção, resistente, material lavável.” (E2).

3.3. Inquéritos por Questionário

De acordo com Vilelas (2009, p.133), os inquéritos visam “requerer informação a um grupo socialmente significativo de pessoas acerca dos problemas em estudo (...) para retirar conclusões que correspondem aos dados recolhidos”. Em termos de caracterização dos inquiridos (Tabela n.º 2), a amostra foi constituída por 162 participantes, militares do EP, pertencentes às 6ª, 7ª e 8ª FND dos quais a maioria eram Praças (85,8%), seguindo-se os Sargentos (10,5%) e os Oficiais (3,7%). No que se refere à participação na FND, a maioria dos inquiridos integrou a 8ª FND (69,8%). Quanto ao número de participações em

FND, a maioria dos participantes esteve presente em apenas uma FND (62,9%). Relativamente à função desempenhada na FND a maioria dos participantes era: Atirador (30,9%); Atirador ML (20,4%), e; Atirador especial (17,9%).

Os participantes têm idade compreendida entre os 20 e os 42 anos, a que corresponde uma média de 25,14 anos com um desvio-padrão de 3,9 anos; A maioria dos participantes está na faixa etária > 25 anos (28,4%), e com 24 anos (28,4%). Relativamente ao peso, este está compreendido entre os 65 e os 110kg, a que corresponde uma média 80,6kg com um desvio-padrão de 9,14, apresentando a maioria dos participantes um peso superior a 85kg (29%), e na faixa dos 75-79kg (24,7%). Quanto à altura dos inquiridos esta está compreendida entre os 163 e os 190 cm, com uma média de 176,0 cm e desvio-padrão 5,51 cm, estando a maioria dos participantes na faixa > 180 cm (24,7%), com 175 cm (22,8%), e na faixa dos 176-179 cm (19,1%). No que refere ao tempo de serviço, verifica-se uma amplitude amostral de 22 anos, entre os 2 e os 23 anos de serviço, a que corresponde uma média de 5,06 anos com um desvio padrão de 3,7 anos, tendo a maioria dos participantes 4 anos de serviço (36,4%), com > 5 anos de serviço (19,8%), e com 5 anos de serviço (10,5%).

No que refere à análise de existência de diferenças no peso médio de um militar, consoante a função que este exerce, conclui-se que não existe evidência estatística nesse sentido, ao nível de significância de 5%, observando-se que os Comandantes e Condutores são os que têm peso médio mais elevado, em contraste com o Atirador, de peso médio mais baixo (77,78kg) (Apêndice E).

Tabela n.º 2 – Caracterização dos Inquiridos

Género	Masculino (n=162; 100%)
Idade	Min=20; Máx=42; Média=25,14; Dp=3,9
Praças	(139 Militares) 85,8%
Sargentos	(17 Militares) 10,5%
Oficiais	(6 Militares) 3,7%
FND (participação)	6ª FND (4,3%); 7ª FND (25,9%); 8ª FND (69,8%)
FND (nº participações)	0 FND =0,6%; 1 FND =62,9%; 2 FND =23,3%; 3 FND =10,7%; 4 FND =1,3%; 5 FND =1,3%
FND (Função)	Comandante (13%); Sargento (1,2%); Atirador especial (17,9%); Atirador metralhadora ligeira (20,4%); Atirador (31,5%); Conductor (15,4%); Socorrista (0,6%);

Peso	65-69kg (3,7%); 70-74kg (22,2%); 75-79kg (24,7%); 80-84kg (20,4%); ≥ 85kg (29%)
Altura	163-169 cm (6,8%); 170 cm (13%); 171-174 (13,6%); 175 cm (22,8%); 176-179 cm (19,1%); ≥ 180 (24,7%)
Anos de serviço	2 anos (13%); 3 anos (20,4%); 4 anos (36,4%); 5 anos (10,5%); >5 anos (19,8)

Fonte: Elaboração Própria

A Tabela n.º3 apresenta os resultados relativamente às Posições de tiro executadas com maior frequência (1=Nunca | 2= Raramente | 3=Algumas vezes | 4=Freqüentemente | 5= Muito freqüentemente).

Tabela n.º 3–Posições de tiro

	Média	Dp	Min	Máx	1	2	3	4	5
Pé	4,01	1,17	1	5	4,9	5,6	21,0	20,4	48,1
Modificadas-combinadas pé (<i>ex. pé com inclinação do corpo</i>)	3,69	1,23	1	5	6,8	10,5	24,1	24,7	34,0
Joelhos	2,85	1,19	1	5	11,1	34,0	25,9	17,3	11,7
Modificadas-combinadas joelhos (<i>ex. joelho em terra c/ perna afastada</i>)	2,76	1,15	1	5	11,7	36,4	25,3	17,3	9,3
Deitado	2,40	1,30	1	5	35,8	17,9	24,7	14,2	7,4
Modificadas-combinadas deitado (<i>ex. deitado de costas</i>)	1,89	1,21	1	5	56,2	16,0	15,4	7,4	4,9
Sentado	1,55	0,94	1	5	66,7	19,1	9,3	2,5	2,5
Modificadas-combinadas sentado (<i>ex. cócoras</i>)	1,57	0,96	1	5	66,7	18,5	8,0	4,9	1,9

(1=Nunca | 2= Raramente | 3=Algumas vezes | 4=Freqüentemente | 5= Muito freqüentemente)

Fonte: Elaboração Própria

Nesta Tabela n.º 3 pode verificar-se que, a Posição de tiro que apresenta uma média mais elevada é a posição de “Pé” (média=4,01) ou seja, esta posição é executada freqüentemente, seguindo-se a posição “Modificadas-Combinadas de Pé” (média=3,69)

também executada frequentemente, posição de “Joelhos” (média=2,85) e a posição “Modificadas-Combinadas de Joelhos” (média=2,76), ambas executadas algumas vezes.

Relativamente ao grau de exigência das Posições de tiro (1=Menos exigente | 2=Exigência moderada | 3=Extremamente exigente), os resultados são apresentados na Tabela n.º4.

Tabela n.º 4–Grau de exigência das Posições de tiro

	Média	Dp	Min	Máx	1	2	3
Pé com inclinação do tronco	2,60	0,73	1	3	14,8	9,9	75,3
Pé de flanco apoiado	1,89	0,50	1	3	18,5	74,1	7,4
Pé fletido	1,51	0,77	1	3	66,7	16,0	17,3

(1=Menos exigente | 2=Exigência moderada | 3=Extremamente exigente)

Fonte: Elaboração Própria

Através da Tabela n.º4 verificamos que, a Posição de tiro que apresenta em média um grau de exigência superior é “Pé com inclinação do tronco” (média=2,60) considerada extremamente exigente, seguindo-se o “Pé de flanco apoiado” (média=1,89), de exigência moderada e “Pé Fletido” (média=1,51), sendo a menos exigente.

A Tabela n.º5 diz respeito ao grau de frequência dos Movimentos executados com mais frequência durante as projeções (1=Nunca | 2= Raramente | 3=Algumas vezes | 4=Frequentemente | 5= Muito frequentemente).

Tabela n.º 5–Movimentos que executa durante as projeções

	Média	Dp	Min	Máx	1	2	3	4	5
Entrar e sair da viatura	4,10	1,09	1	5	2,5	8,0	15,4	24,7	49,4
Caminhar	3,53	1,39	1	5	9,3	17,9	21,0	14,2	37,7
Correr	2,84	1,11	1	5	13,6	27,2	23,5	33,3	2,5
Movimento de arrombamento de porta (ex. com pontapé)	2,47	1,21	1	5	28,4	26,5	16,0	27,8	1,2
Saltar obstáculos (ex. transposição de muros)	2,28	1,23	1	5	37,7	23,5	13,0	25,3	0,6
Instalar no terreno	1,86	1,09	1	5	52,5	21,0	17,3	6,8	2,5

Marcha fletida	1,35	0,74	1	5	77,2	14,2	6,8	0,6	1,2
Rastejar	1,33	0,73	1	5	77,8	15,4	4,3	1,2	1,2
Gatinhar	1,20	0,54	1	3	87,0	6,2	6,8	□	□

(1=Nunca | 2= Raramente | 3=Algumas vezes | 4=Freqüentemente | 5= Muito freqüentemente)

Fonte: Elaboração Própria

Assim pela observação da Tabela n.º 5, o movimento executado durante as projeções que apresenta uma média mais elevada é o “Entrar e sair da viatura” (média=4,10) correspondendo ao nível 4, seguindo-se o “Caminhar” (média=3,53) e “Correr” (média=2,84, correspondendo ao nível 4 e 3 respetivamente).

Relativamente ao grau de exigência dos Movimentos executados (1=Menos exigente | 2= Relativamente exigente | 3=Moderado | 4=Bastante exigente | 5= Extremamente exigente) os resultados são apresentados na Tabela n.º6.

Tabela n.º 6–Grau de exigência dos Movimentos executados

	Média	Dp	Min	Máx	1	2	3	4	5
Saltar obstáculos	3,83	1,39	1	5	9,9	11,1	13,0	17,9	48,1
Movimento de arrombamento de porta	3,19	1,30	1	5	17,3	12,3	16,7	41,4	12,3
Correr	3,02	1,17	1	5	1,2	46,9	16,7	18,5	16,7
Entrar e sair da viatura	2,97	1,12	1	5	11,1	17,9	46,3	12,3	12,3
Caminhar	1,98	1,43	1	5	60,5	11,7	7,4	9,9	10,5

(1=Menos exigente | 2= Relativamente exigente | 3=Exigência moderada | 4=Bastante exigente | 5= Extremamente exigente)

Fonte: Elaboração Própria

Aqui pode verificar-se que o Movimento executado que apresenta uma média mais elevada é o “Saltar obstáculos” (média=3,83) definido como bastante exigente, seguindo-se o “Movimento de arrombamento de porta” (média=3,19) correspondente a uma exigência moderada, e “Correr” (média=3,02) correspondente ao nível 3 (Tabela n.º 6).

Relativamente ao peso do equipamento transportado durante uma operação CAU a maioria dos participantes transporta 30kg (31%), seguindo-se os que transportam 25kg (18%) e 35kg (15%) (Figura n.º12) (Apêndice F) . Verificou-se que o peso médio transportado numa operação CAU difere consoante a função do militar ($p < 0.001$), sendo

que o Atirador foi a função que mais se destacou no peso transportado acima de 30kg (50%) (Tabela n.º 12) (Apêndice F). Associado à função de Atirador, calculam-se a proporção média de peso percebido transportado em CAU face ao peso do militar (PesoPercTransCAU) e a proporção média de peso real transportado em CAU face ao peso do militar (PesoRealTransCAU) (Figura n.º 5).

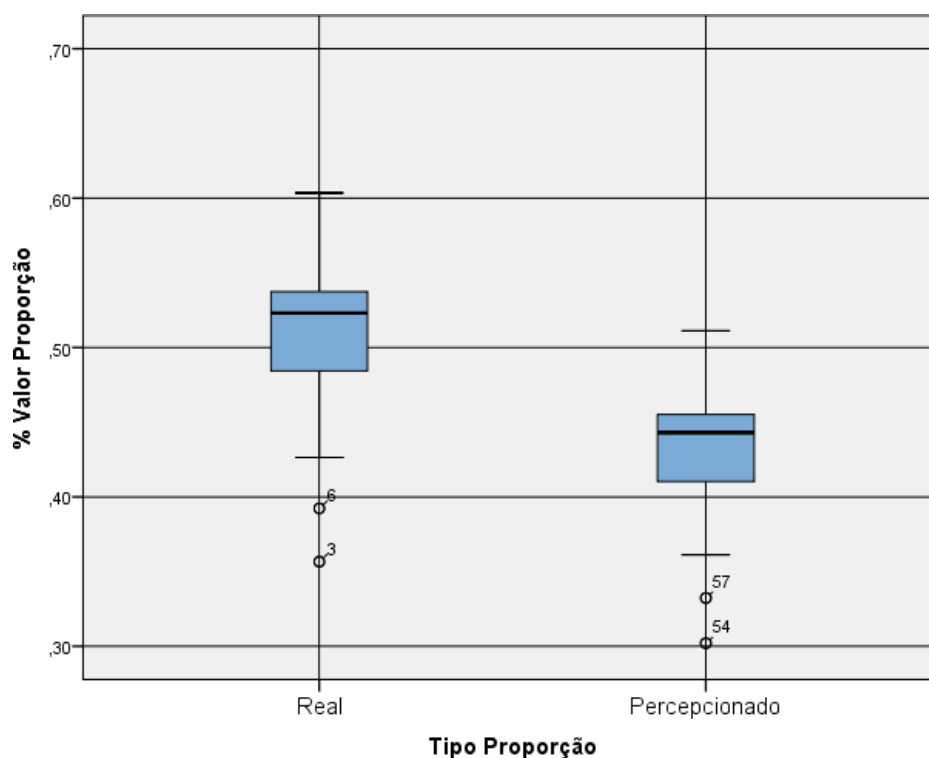


Figura n.º 5– Boxplot PesoRealTransCAU e PesoPercTransCAU

Fonte: Elaboração própria

Com uma confiança de 95%, verifica-se que o verdadeiro valor médio se situa entre 0,49 e 0,52, com uma média de 0,51 e desvio padrão de 0,05 para PesoRealTransCAU e 0,41 e 0,44, com uma média de 0,43 e desvio padrão de 0,04 para PesoPercTransCAU (Apêndice G). Consideradas as Hipóteses (H), H0_a: “A proporção média de peso real é 0,35”, H0_b: “A proporção média de peso percebido é 0,35”, H1_a: “A proporção média de peso real é superior a 0,35” e H1_b: “A proporção média de peso percebido é superior a 0,35”. Foi rejeitada a H0, tanto para o peso real como para o peso percebido, ao nível da significância 5%, portanto existe evidência estatística através do teste *T-Student* para afirmar que ambas as proporções sejam superiores a 0,35. De destacar que a variável não pode ser assumida como proveniente de uma distribuição Normal (é rejeitada

esta hipótese pelo teste de *Kolmogorov*), tendo sido necessário recorrer ao Teorema Limite Central para utilizar a distribuição Normal como distribuição aproximada (o que foi possível face à dimensão da amostra).

Relativamente aos Equipamentos/Armamento transportados durante uma operação CAU (Apêndice H), a maioria dos participantes está equipado com “Capacete balístico (100%); “Colete balístico” (98%); “Pistola Glock 17 Gen 5 FS” (95%); “Cinturão balístico” (90%); “Equipamento de comunicações” (78%); “Munições” (61%); “Espingarda FN SCAR-L” (60%); “Granadas ofensivas” (60%).

Com o objetivo de avaliar a possível associação do equipamento transportado com a função do militar, através do teste Qui-Quadrado (Apêndice I), verifica-se que, apesar de ter baixa prevalência em todas as funções, o colete tático associou-se de forma significativa ($p=0,031$) com o Comandante (14,3%) e o Atirador especial (10,3%). A espingarda FN SCAR-L associou-se ($p<0,001$) com a função de Comandante (95,2%), Atirador (76%) e Condutor (88%) e a espingarda FN SCAR-H associou-se ($p<0,001$) com o Atirador especial (82,8%). A FN Minimi 5.56 MK3 associou-se ($p<0,001$) com o Atirador ML (60,6%). O lança-granadas FN40GL-S MK2 associou-se ($p<0,017$) com o Comandante (23,8%). A arma 84mm CARL GUSTAV M2 associou-se ($p=0,047$) com o Condutor (8%). As munições associaram-se ($p<0,001$) com o Condutor (88%), Atirador especial (79,3%) e Comandante (66,7%). As granadas ofensivas associaram-se ($p=0,018$) com o Atirador ML (72,7%), Condutor (72%) e Atirador (62%). As granadas de fumo e granadas *flashbang* associaram-se ($p<0,001$) com o Comandante (85,7% e 81%, respetivamente).

No Apêndice J são apresentados os resultados do teste para avaliação da possível associação entre o número de carregadores/fitas com as funções de Comandante, Atirador especial, Atirador ML, Atirador e Condutor. Um maior número de carregadores SCAR-L associou-se ($p<0,001$) com o Atirador, transportando mais de 8 carregadores (8+) (57,5%). Um maior número de carregadores SCAR-H associou-se ($p<0,001$) com o Atirador especial (8+; 47,1%). Quanto às fitas para a FN Minimi 5.56 foi observada uma associação ($p=0,139$) com o Atirador ML (8+; 44,4%), bem como as fitas para a FN Minimi 7.62 que se associaram ($p=0,003$) (8+; 40,0%). Ao Comandante e Condutor, associou-se ($p<0,001$) 5 a 7 carregadores SCAR-L para ambas as funções.

De seguida na Figura n.º 6 relativamente ao militar na função de Atirador, é apresentado o equipamento/armamento transportado, o local onde é transportado e o peso associado ao mesmo.



Figura n.º 6 – Equipamento/Armamento do Atirador²

Fonte: Elaboração Própria

²Imagem adaptada de <https://www.facebook.com/ExercitoPortuguesPRT/posts/2644395832475765>

Na Figura n.º 7 são apresentados os resultados relativamente ao material que costuma transportar na mochila tática.

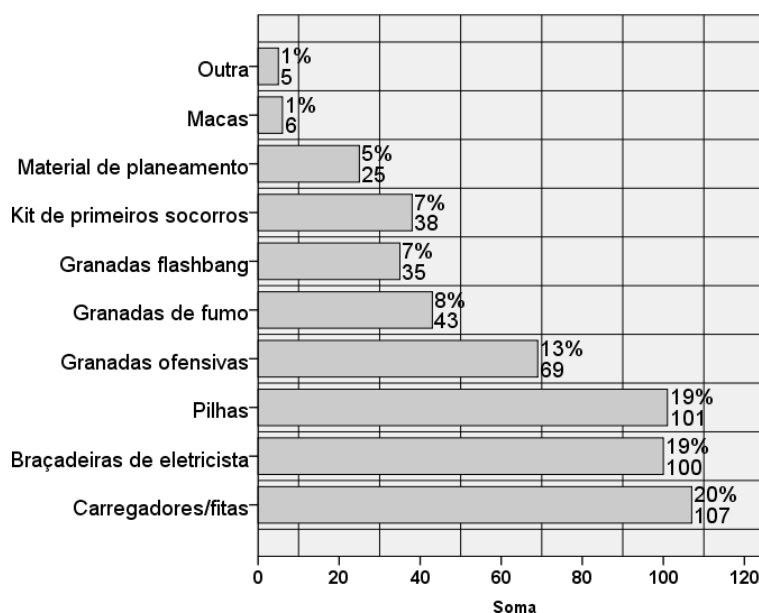


Figura n.º 7–Material que costuma transportar na mochila tática

Fonte: Elaboração própria

De entre os 162 participantes, 67% utilizam mochila tática durante uma operação CAU, sendo que relativamente ao material que costumam usar na mochila tática a maioria dos participantes transporta Carregadores/fitas (20%), Abraçadeiras de eletricista (19%), e Pilhas (19%) (Figura n.º 7)

Relativamente ao peso da mochila tática (Figura n.º 13) (Apêndice F) aproximadamente metade dos participantes transporta 15kg (45%); transporta 18kg (13%); e transporta 12kg (14%). Em termos da avaliação da possível associação entre o peso da mochila com o material que nela costumam transportar (Apêndice K), o kit de primeiros socorros associou-se ($p < 0,001$) com um peso da mochila $> 20\text{Kg}$. As granadas ofensivas associaram-se ($p < 0,001$) com os pesos na mochila entre 15-20Kg (76,2%) e $> 20\text{kg}$ (71,4%). As granadas *flashbang* associaram-se com ($p = 0,012$) com o peso na mochila $> 20\text{kg}$ (71,4%). As macas associaram-se ($p = 0,009$) com peso na mochila $> 20\text{kg}$ (28,6%). O material de planeamento associou-se ($p < 0,001$) com peso na mochila $> 20\text{kg}$ (64,3%). Outros tipos de material associaram-se ($p = 0,007$) com pesos na mochila entre 11-14kg (20%).

Quanto à frequência da dor devido ao equipamento utilizado durante uma operação de CAU (Figura n.º 14) (Apêndice L) a maioria dos participantes sente dor (63%).

Relativamente à intensidade da dor, devido ao equipamento utilizado durante uma operação CAU, os resultados encontram-se representados na Figura n.º 8.

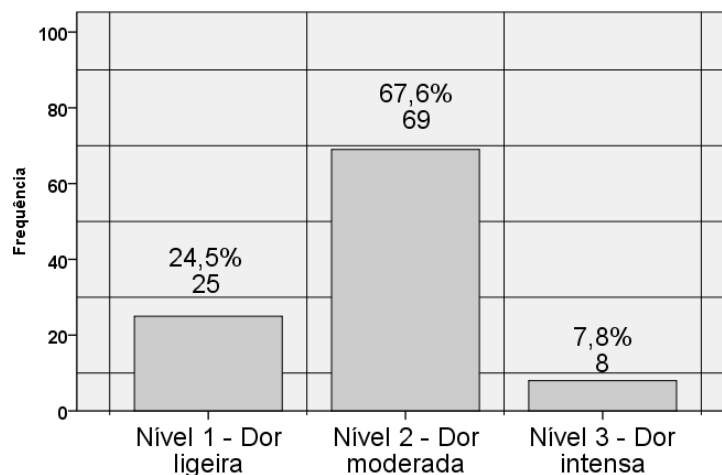


Figura n.º 8-Intensidade da dor devido ao equipamento utilizado

Fonte: Elaboração própria

Verifica-se nesta figura que a maioria dos participantes sente dor moderada (67,6%). Por outro lado, na Figura n.º 9 são apresentados os resultados quanto ao local corporal onde sentem a dor devido ao equipamento utilizado durante uma operação CAU

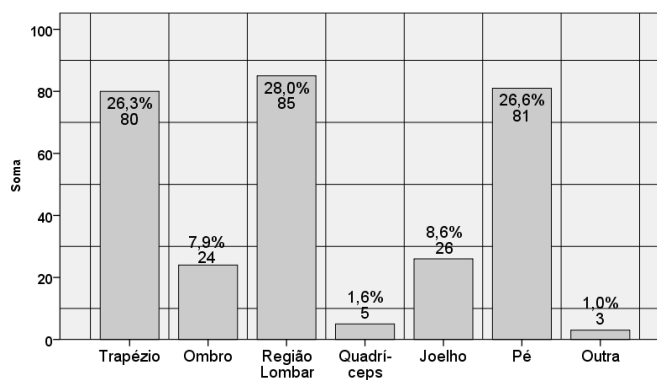


Figura n.º 9-Local corporal onde sente a dor devido ao equipamento

Fonte: Elaboração própria

De acordo com a Figura n.º 9 a maioria dos participantes sente dor na Região Lombar (28,6%), no Pé (28%), e no Trapézio (26,3%). Ao nível da análise da possível associação do local corporal onde sente dor e da intensidade da dor, a região do ombro associou-se com dor do tipo intenso ($p=0,024$; 50%). A região lombar associou-se ($p<0,001$) com dor moderada (92,8%) e intensa (87,5%). Os quadríceps associaram-se

($p=0,006$) com dor intensa (37,5%). O joelho associou-se ($p=0,004$; 75%) com dor intensa (75%) (Tabela n.º20) (Apêndice L).

Por outro lado, a possível associação do peso transportado em operações CAU com o local da dor (Tabela n.º 21) (Apêndice M), mostra que o trapézio se associou ($p=0,027$) com pesos entre 21-30kg (51,9%) e > 30kg (59,6%). O mesmo aconteceu com a região lombar ($p<0,001$) nos pesos entre 21-30kg (62,0%) e > 30kg (61,7%) e no pé ($p=0,017$), também nos pesos entre 21-30kg (51,9%) e > 30kg (61,7%).

Quando à possível associação do peso da mochila com o local da dor (Tabela n.º 22) (Apêndice M), pesos mais elevados associaram-se com dor no trapézio ($p=0,013$), ombro ($p=0,005$), joelho ($p=0,013$) e no pé ($p=0,010$).

De seguida na Figura n.º 10, são apresentados os resultados relativamente ao grau de influência que as seguintes condicionantes da missão (Calor, Frio, Poeira e Humidade) têm no seu desempenho.

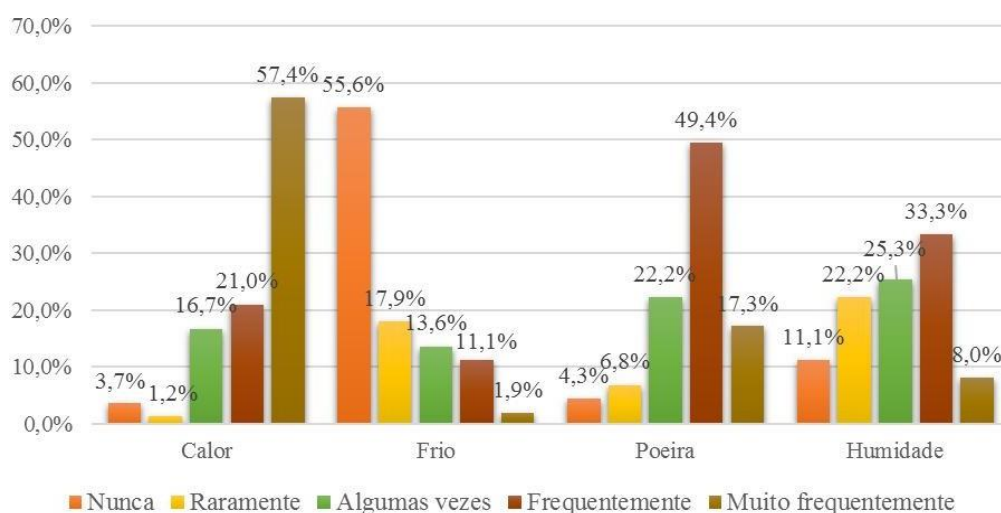


Figura n.º 10–Influência dos condicionantes da missão no seu desempenho

Fonte: Elaboração própria

Aqui destaca-se que maioria dos participantes considera a influência do Calor como “Muito frequente” (57,4%) e a influência do Frio como ausente (“Nunca”) (56%). Cerca de metade dos participantes sente a influência da Poeira “Frequentemente” (49%), e a influência da Humidade “Frequentemente” (33,3%) e “Algumas vezes” (25,3%). Por fim são apresentados na Figura n.º 11 os resultados referentes aos fatores que afetam a mobilidade.

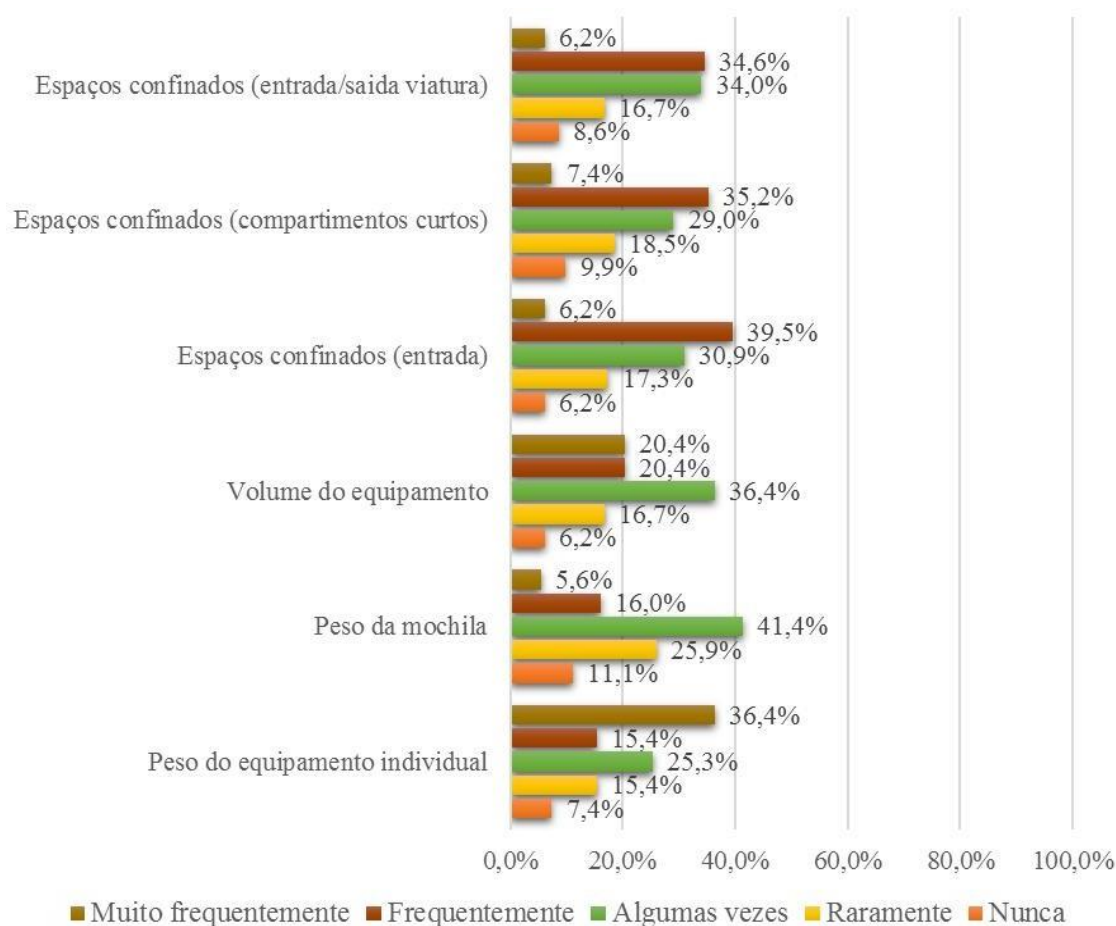


Figura n.º 11–Fatores que afetam a mobilidade

Fonte: Elaboração própria

São considerados pelos inquiridos como principais fatores: o peso do equipamento individual, com 36,4% de respostas do tipo muito frequentemente, e; o volume do equipamento, com 20,4% de respostas do tipo muito frequentemente e 20,4% de respostas do tipo frequentemente (Figura n.º 11).

CAPÍTULO 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quando em operações, em função da situação tática encontrada, poderá ser necessário executar diferentes posições modificadas-combinadas (EME, 2020). Neste campo, os resultados obtidos mostram que as posições mais executadas no TO da RCA são associadas maioritariamente a posições de pé, bem como as respetivas variações para as denominadas posições modificadas-combinadas. No que refere à exigência associada à execução das posições de tiro utilizadas no TO, os resultados indicam que a posição de pé com inclinação do tronco é a que se destaca ao nível da exigência associada.

No que concerne aos movimentos frequentemente executados, quando em missão no TO da RCA, os resultados sugerem que entrar e sair da viatura, caminhar e correr, são as mais destacadas aquando da execução das operações militares. Muitas das vezes estes movimentos são conjuntos, de modo que os exosqueletos devem ser construídos de forma a permitir transições entre movimentos (Crowell et al., 2019). De acordo com os entrevistados, o movimento de corrida visa a procura de uma máscara durante o combate, tal como afirmado por Joseph et al. (2018). No que concerne à exigência referente aos movimentos, saltar obstáculos destaca-se como um movimento bastante exigente, seguido do movimento de arrombamento de porta e correr, que são considerados movimentos de exigência moderada. Assim, para o desenvolvimento de exosqueletos, constituem-se como desafios, a especificidade do equipamento transportado pelos militares, a variedade de movimentos associados e a abrangência do ambiente físico em que estes sistemas devem ser capazes de operar. Deste modo, existe a necessidade do desenvolvimento de um sistema de controlo que seja capaz de antecipar movimentos e se adaptar ao utilizador (Crowell et al., 2019).

Em relação ao equipamento de proteção utilizado, os resultados apontam para o uso de capacete balístico (100%), colete balístico (98%), e cinturão balístico (90%). Quanto ao armamento individual a Pistola Glock 17 Gen 5 FS (95%) é utilizada pela grande maioria dos militares. Foram identificadas variações no armamento, determinadas pela função que o militar desempenha, sendo estas verificadas na função de Atirador especial com a espingarda FN SCAR-H e na função de Atirador ML com a FN Minimi 5.56 Mk3, encontrando-se as restantes funções equipadas com a FN SCAR-L. Ao nível das munições, os militares estão munidos de 2 carregadores para a pistola Glock 17 Gen 5 FS, 8 carregadores para a FN SCAR-L, 8 carregadores para a FN SCAR-H e no caso do Atirador

ML 8 fitas. Considerando o peso associado ao equipamento e armamento por funções, a maioria (31%) transporta 30kg, destacando-se a função de Atirador, em que 50% transportam um peso superior a 30kg. Para esta função, em destaque, os resultados indicam que quando realizada a *PesoRealTransCAU* e a *PesoPercTransCAU*, se verifica evidência para afirmar que as mesmas apresentam um valor superior a 0,35. Face ao peso médio (77,78kg) dos militares enquadrados nesta função, uma carga transportada superior a 35% do peso do militar, ou seja superior a 27,2kg, é considerada excessiva, podendo levar a lesões (Fish and Scharre, 2018), uma vez que o peso ótimo transportado face ao peso corporal do militar deverá ser 30% (Reese, 2010).

Os resultados alusivos aos inquiridos que utilizam mochila (63%), durante as operações CAU, mostram que o peso da mesma é 15kg tal como apontado por 45% dos participantes. Já em termos de equipamento transportado dentro da mochila, os resultados indiciam que o mais usual será: macas, kit de primeiros socorros, granadas ofensivas e granadas *flashbang*.

Analisando a incidência e intensidade de dor devido ao equipamento utilizado durante uma operação CAU, dos 63% dos participantes que afirmam sentir dor, 67% caracterizam-na como uma dor moderada. Quanto ao local associado à intensidade da dor, os resultados indiciam a região lombar associada a dor moderada, os quadríceps associados a dor intensa e o joelho associado a dor intensa. Associando o local da dor em função do peso transportado em operações CAU, para pesos transportados entre os 21-30kg e >30kg, verifica-se que existe uma maior incidência no trapézio, região lombar e pé.

Analisando o peso da mochila face ao local da dor, verifica-se que para pesos mais elevados se verifica dor nas regiões do trapézio, ombro, joelho e pé.

Durante a execução das operações militares no TO da RCA, o calor e poeira, apresentam-se como as condicionantes de missão, que se constituem como mais impactantes para o desempenho dos militares, tal como para um exosqueleto, devendo este ser capaz de resistir aos efeitos provocados pela poeira, areia, lama e água (doce ou salgada) (Crowell et al., 2019). Os fatores que afetam a mobilidade, segundo os resultados desta investigação, são na sua maioria, associados ao peso do equipamento individual (arma, colete balístico, capacete e munições) e ao volume do equipamento. Na execução de tarefas de alta intensidade, o peso do equipamento transportado tem impacto no tempo que o militar leva a executar tarefas operacionais, o que provoca uma exposição mais demorada sob fogo do inimigo (Thompson, 2019).

CONCLUSÕES

A par da realidade identificada em outros países parceiros, o militar do EP é solicitado a esforços físicos consideráveis, podendo estes conduzir a situações de lesão prematura e conseqüentemente à diminuição do nível de operacionalidade da força, com conseqüências agravadas quando em missão em diferentes TO. Os exosqueletos são apontados como soluções possíveis para a mitigação deste enquadramento, sendo para tal essencial o seu desenvolvimento de forma integrada com o utilizador final, o militar.

Assim, o presente trabalho enquadra-se na fase de identificação de requisitos do projeto “ELITE2 - *Enhanced LITE Exoskeleton*”, que pretende desenvolver exosqueletos para apoio ao movimento humano. Neste contexto, como objeto de estudo, foram definidos os militares da Unidade de manobra que constituíram as 6^a, 7^a e 8^a FND na RCA, sendo o objetivo da investigação “a identificação dos requisitos para implementação de um exosqueleto no âmbito da Infantaria”. Para tal, foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica, complementada através da realização de entrevistas e inquéritos por questionário. Os entrevistados foram selecionados com base nas funções de comando desempenhadas durante a 6^a, 7^a e 8^a FND, tendo o inquérito por questionário sido aplicado a militares integrados na Unidade de Manobra das referidas FND.

Assim, no respeitante à PD n^o1, “**Quais são as posições e movimentos mais exigentes em ambiente operacional na Infantaria?**”, as posições mais exigentes em ambiente operacional, são as associadas a posições de tiro em pé, destacando-se destas a posição de pé com inclinação do tronco. Por outro lado, os movimentos mais exigentes executados durante as projeções no TO da RCA passam, principalmente, pelo salto de obstáculos, pelo movimento associado ao arrombamento de portas e pela corrida.

Quanto à PD n^o2, “**Quais são os equipamentos individual e coletivo que o militar de Infantaria transporta e/ou manuseia em ambiente operacional?**”, existem diferenças no armamento associado a cada militar, resultantes da função desempenhada. Focando o equipamento/armamento individual, associado à função de Atirador, destaca-se o colete balístico THOR (10,10kg), a espingarda de assalto FN SCAR-L (4,07kg), as munições (5,16kg) [8 carregadores 5,56x45 mm (NATO) e 2 carregadores 9x19 mm (NATO)]. Do equipamento/armamento coletivo transportado na mochila, destacam-se o kit de primeiros socorros avançado (2,8kg) e a maca de arrasto (2,55kg).

No que concerne à PD nº3 **“Quais as implicações do ambiente operacional no deslocamento do militar de Infantaria?”**, o calor, a poeira e a humidade são os fatores que mais condicionam o militar de Infantaria no TO da RCA. No que refere à mobilidade, o peso e o volume do equipamento individual, são os que mais condicionam a mesma.

Torna-se assim possível responder à PP da investigação, **“Quais os requisitos necessários aos exosqueletos para a sua utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria?”**. Assim, de modo a permitirem a sua utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria, os exosqueletos devem ser capazes de se adequar a todo um conjunto de posições e movimentos inerentes às operações de combate, destacando-se as posições de tiro de pé, e movimentos como saltar obstáculos, entrada e saída de viaturas, arrombamento de portas e corrida. Devem igualmente possibilitar o auxílio no transporte de carga, designadamente para a função de Atirador em que se verifica um transporte de carga superior a 27,22kg (35% do peso do militar) face aos 30% (23,3kg) definidos como limite, por forma a garantir uma mitigação da dor e lesões associadas ao transporte excessivo de carga. Adicionalmente, o exosqueleto deverá ainda ser resistente à poeira, temperaturas elevadas e à humidade característica do TO abordado.

Como principais contributos destacam-se a caracterização pormenorizada do equipamento e da conseqüente carga transportada pelos militares no TO da RCA, bem como a identificação dos movimentos e posições mais exigentes quando em missão. Igualmente as características mais vincadas deste ambiente, constituindo-se estes resultados como requisitos do utilizador a considerar, no desenvolvimento futuro de exosqueletos.

Como limitações durante o percurso de investigação, verificou-se que na 7ª FND ocorreu a implementação do novo armamento do EP, pelo que a 6ª FND ainda se encontrava equipada com o antigo armamento, influenciando desta forma os resultados estatísticos inerentes ao inquérito por questionário. Dentro da mesma FND, verificaram-se diferenças no armamento associado a cada militar, relacionadas com a função desempenhada no TO da RCA. Assim, por uma limitação de tempo, não foi possível analisar todas as funções no que toca ao peso transportado, sendo o estudo centrado na função Atirador.

Futuramente, recomenda-se um estudo mais alargado às outras funções, para além de Atirador. Considera-se que é fulcral aplicar o presente estudo a outras FND, uma vez que diferentes tipologias de missão desempenhadas e diferentes ambientes operacionais poderão dar origem a novos contributos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, P., & Deshpande, A. D. (2019). Exoskeletons: State-of-the-Art, Design Challenges, and Future Directions. Em *Human Performance Optimization*, 234-259. doi.org/10.1093/oso/9780190455132.003.0011
- Andersen, K. A., Grimshaw, P. N., Kelso, R. M., & Bentley, D. J. (2016). Musculoskeletal Lower Limb Injury Risk in Army Populations. *Sports Medicine - Open*, 2(1), 22. doi.org/10.1186/s40798-016-0046-z
- Baechle, D. (2013). A Mobile Arm Exoskeleton For Firearm Aim Stabilization. Em *Master of Science in Mechanical Engineering*. Acedido em 23 de fevereiro 2021 em https://udspace.udel.edu/bitstream/handle/19716/12638/Daniel_Baechle_thesis.pdf?sequence=1
- Beekley, M. D., Alt, J., Buckley, C. M., Duffey, M., & Crowder, T. A. (2007). Effects of Heavy Load Carriage during Constant-Speed, Simulated, Road Marching. *Military Medicine*, 172(6), 592–595. doi.org/10.7205/MILMED.172.6.592
- Billing, D. C., Silk, A. J., Tofari, P. J., & Hunt, A. P. (2015). Effects of Military Load Carriage on Susceptibility to Enemy Fire During Tactical Combat Movements. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(11), 134–138. doi.org/10.1519/JSC.0000000000001036
- Blacker, S. D., Fallowfield, J. L., Bilzon, J. L. J., & Willems, M. E. T. (2013). Neuromuscular impairment following backpack load carriage. *Journal of Human Kinetics*, 37(1), 91–98. doi.org/10.2478/hukin-2013-0029
- Boffey, D., Harat, I., Gepner, Y., Frosti, C. L., Funk, S., & Hoffman, J. R. (2019). The Physiology and Biomechanics of Load Carriage Performance. *Military Medicine*, 184(2), 83–90. doi.org/10.1093/milmed/usy218
- Bossi, L. L. M., Jones, M. L. H., Kelly, A., & Tack, D. W. (2016). A preliminary investigation of the effect of protective clothing weight, bulk and stiffness on combat mobility course performance. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 1, 701–705. doi.org/10.1177/1541931213601161
- Cervo, A. L., Bervian, P.A., Silva, R. (2007). Metodologia Científica. (6ª Ed.), São Paulo: Pearson Prentice Hall
- Chang, A. (2015). Exosuits: Past, Present, and Future. *UAB's Undergraduate research Journal*, 9. <https://www.uab.edu/inquire/issues/past-issues/volume-9/91-exosuits->

past-present-and-future

- Crowell, H. P., Kanagaki, G. B., O'donovan, M. P., Haynes, C. A., Park, J.-H., Neugebauer, J. M., Hennessy, E. R., Boynton, A. C., Mitchell, B., Tweedell, A. J., Girolamo, H. J., Blake, K., Tweedell, A. J., & Girolamo, H. J. (2018). Methodologies for Evaluating the Effects of Physical Augmentation Technologies on Soldier Performance. *US Army Research Laboratory Aberdeen Proving Ground United States, May*, 78. doi.org/10.13140/RG.2.2.13662.48961
- Crowell, H. P., Park, J.-H., Haynes, C. A., Neugebauer, J. M., & Boynton, A. C. (2019). Design, Evaluation, and Research Challenges Relevant to Exoskeletons and Exosuits: A 26-Year Perspective From the U.S. Army Research Laboratory. *IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 7(3–4), 199–212. doi.org/10.1080/24725838.2018.1563571
- Encyclopedia Britannica. (2018). Central African Republic. Acedido em 11 de fevereiro 2021 em <https://www.britannica.com/place/Central-African-Republic>
- Estado-Maior do Exército [EME] (2012). PDE 3-00- Operações. Lisboa: EME
- Estado-Maior do Exército [EME] (2015). PDE 3-01-00- Tática das Operações de Combate. Lisboa: EME
- Estado-Maior do Exército [EME] (2020). PDE 7-70-00- Formação e Treino de Tiro de Armas de Fogo Ligeiras. Lisboa: EME
- Fish, L., & Scharre, P. (2018). The Soldier's Heavy Load. *Center for a New American Security*, 0–20.
- Freeman, D. (2010). The Real Life Iron Man. *Hands On With The Sarcos XOS 2*, 25–26.
- Gil-Cosano, J. J., Orantes-Gonzalez, E., & Heredia-Jimenez, J. (2019). Effect of carrying different military equipment during a fatigue test on shooting performance. *European Journal of Sport Science*, 19(2), 186–191. doi.org/10.1080/17461391.2018.1502359
- Grzesiak, J., Kończak, J., & Mieteń, M. (2017). Analysis of Technical Requirements Related To New Military Vehicles in the Scope of Transportability. *Journal of Science of the Gen. Tadeusz Kosciuszko Military Academy of Land Forces*, 185(3), 90–105. doi.org/10.5604/01.3001.0010.5126
- Hunt, A. P., Tofari, P. J., Billing, D. C., & Silk, A. J. (2016). Tactical combat movements: inter-individual variation in performance due to the effects of load carriage. *Ergonomics*, 59(9), 1232–1241. doi.org/10.1080/00140139.2015.1132780
- Jaenen S, Van Dijk J, Nevola R, et al. (2009). Optimizing Operational Physical Fitness.

- RTO Technical report TR-HFM-080. North Atlantic Treaty Organization [NATO].
 Acedido em 10 de março 2021 em
[https://www.sto.nato.int/publications/STO%20Technical%20Reports/RTO-TR-HFM-080/\\$\\$TR-HFM-080-ALL.pdf](https://www.sto.nato.int/publications/STO%20Technical%20Reports/RTO-TR-HFM-080/$$TR-HFM-080-ALL.pdf)
- Jammes, Y., Ferrand, E., Fraud, C., Boussuges, A., & Weber, J. P. (2018). Adding body load modifies the vibratory sensation of the foot sole and affects the postural control. *Military Medical Research*, 5(1), 1–7. doi.org/10.1186/s40779-018-0175-4
- Jaworski, R. L., Jensen, A., Niederberger, B., Congalton, R., & Kelly, K. R. (2015). Changes in combat task performance under increasing loads in active duty marines. *Military Medicine*, 180(3), 179–186. doi.org/10.7205/MILMED-D-14-00432
- Jia-Yong, Z., Ye, L. I. U., Xin-Min, M. O., Chong-Wei, H. A. N., Xiao-Jing, M., Qiang, L. I., Yue-Jin, W., & Ang, Z. (2020). A preliminary study of the military applications and future of individual exoskeletons. *Journal of Physics: Conference Series*, 1507(10). doi.org/10.1088/1742-6596/1507/10/102044
- Joseph, A., Wiley, A., Orr, R., Schram, B., & Dawes, J. J. (2018). The impact of load carriage on measures of power and agility in tactical occupations: A critical review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1). doi.org/10.3390/ijerph15010088
- Kollock, R. O., Hale, D., Vogelpohl, R., Kremer, L., Horner, J., Cox, C., & Allen, M. (2018). The Influence of Body Armor on Balance and Movement Quality. *International journal of exercise science*, 11(1), 648–656. Acedido em 12 de fevereiro 2021 em <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC6033495>
- Laing Treloar, A. K., & Billing, D. C. (2011). Effect of load carriage on performance of an explosive, anaerobic military task. *Military Medicine*, 176(9), 1027–1031. doi.org/10.7205/MILMED-D-11-00017
- Larsen, B., Netto, K., Skovli, D., Vincs, K., Vu, S., & Aisbett, B. (2012). Body armor, performance, and physiology during repeated high-intensity work tasks. *Military Medicine*, 177(11), 1308–1315. doi.org/10.7205/MILMED-D-11-00435
- Looney, D. P., Santee, W. R., Karis, A. J., Blanchard, L. A., Rome, M. N., Carter, A. J., & Potter, A. W. (2018). Metabolic Costs of Military Load Carriage over Complex Terrain. *Military Medicine*, 183(9–10), 357–362. doi.org/10.1093/milmed/usx099
- Lopes, A., Santos, L., Cortesão, J., Verdade, P., Céu, R. & Cancela, V. O Novo Armamento Ligeiro do Exército Português. *The Way Of Warrior(s)*. 27. Acedido em

- 09 de março 2021 em <http://warriors.pt/wp-content/uploads/2019/02/Revista-Warriors-nº27-FN-Herstal-no-Exército.pdf>
- López-Méndez, S., Martínez-Tejada, H. V., & Valencia-García, M. F. (2020). Development of an armored upper limb exoskeleton. *Revista Facultad de Ingeniería*, 95, 109–117. doi.org/10.17533/udea.redin.20191148
- Maerz, M. J. (2019). *JCSP 45 Service Paper PCEMI 45 Étude militaire*.
- Mala, J., Szivak, T. K., Flanagan, S. D., Comstock, B. A., Laferrier, J. Z., Maresh, C. M., & Kraemer, W. J. (2015). The role of strength and power during performance of high intensity military tasks under heavy load carriage. *U.S. Army Medical Department journal*, September, 3–11.
- Mauri, A., Lettori, J., Fusi, G., Fausti, D., Mor, M., Braghin, F., Legnani, G., & Roveda, L. (2019). Mechanical and control design of an industrial exoskeleton for advanced human empowering in heavy parts manipulation tasks. *Robotics*, 8(3). doi.org/10.3390/robotics8030065
- Marôco, J. (2014). *Análise Estatística: Com o SPSS Statistics (6ª ed.)*. Lisboa: ReportNumber. ISBN 978-989-96763-4-3
- Mawashi. (2020). *UPRISE Passive Load-Bearing Exoskeleton*. Mawashi. Acedido em 28 de fevereiro 2021 <https://mawashi.net/en/uprise-tactical-exoskeleton>
- Meirinhos, Manuel & Osório, António. (2010). O Estudo de caso como estratégia de investigação em educação. *Eduser - Revista de Educação*. 2.
- Ministério Da Saúde (2003). A Dor como 5º sinal vital. Registo sistemático da intensidade da Dor. Acedido em 25 de Março de 2021 em https://www.aped-dor.org/documentos/DGS-dor_como_5_sinal_vital_-_2003.pdf
- Mudie, K. L., Boynton, A. C., Karakolis, T., O'Donovan, M. P., Kanagaki, G. B., Crowell, H. P., Begg, R. K., LaFiandra, M. E., & Billing, D. C. (2018). Consensus paper on testing and evaluation of military exoskeletons for the dismounted combatant. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1154–1161. doi.org/10.1016/j.jsams.2018.05.016
- Nikhil, G. V. P. G., Yedukondalu, G., & Rao, S. S. (2019). Robotic exoskeletons: A review on development. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, 9(4), 529–542.
- Orr, R. M., Dawes, J. J., Lockie, R. G., & Godeassi, D. P. (2019). The Relationship Between Lower-Body Strength and Power, and Load Carriage Tasks: A Critical

- Review. *International journal of exercise science*, 12(6), 1001–1022. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31523356><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC6719820>
- Orr, R. M., Johnston, V., Coyle, J., & Pope, R. (2015). Reported Load Carriage Injuries of the Australian Army Soldier. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 25(2), 316–322. doi.org/10.1007/s10926-014-9540-7
- Orr, R., Pope, R., Coyle, J., & Johnston, V. (2015a). Occupational loads carried by Australian soldiers on military operations. *Journal of Health, Safety and Environment*, 31(1), 1–13.
- Osipov, A. (2019). Fire exoskeleton to facilitate the work of the fireman. *E3S Web of Conferences*, 126, 1–10. doi.org/10.1051/e3sconf/201912600015
- Panizzolo, F. A., Freisinger, G. M., Karavas, N., Eckert-Erdheim, A. M., Siviyy, C., Long, A., Zifchock, R. A., LaFiandra, M. E., & Walsh, C. J. (2019). Metabolic cost adaptations during training with a soft exosuit assisting the hip joint. *Scientific Reports*, 9(1), 9779. doi.org/10.1038/s41598-019-45914-5
- Puchaud, P. (2020). Modélisation musculo-squelettique générique et spécifique en vue du support de l'activité physique du soldat. [Http://Www.Theses.Fr. http://www.theses.fr/2020ENSR0024](http://www.theses.fr/2020ENSR0024)
- Quinto, L., Gonçalves, S. B., & Silva, M. T. (2017). *Revisão sistemática de exoesqueletos para membros inferiores*. 73(2), 1-2.
- Rajasekaran, V. (2015). *Adaptive Control for Wearable Robots in Human-Centered Rehabilitation Tasks* [Universitat Politècnica de Catalunya]. Acedido em 2 de março 2021 em <https://www.researchgate.net/publication/292960233>
- Reese, M. C. T. (2010). Exoskeleton Enhancements for Marines: Tactical-level Technology for an Operational Consequence. Em United States Marine Corps School of Advanced Warfighting. Acedido em 26 de fevereiro 2021 em <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a536757.pdf>
- Rice, H., Fallowfield, J., Allsopp, A., & Dixon, S. (2017). Influence of a 12.8-km military load carriage activity on lower limb gait mechanics and muscle activity. *Ergonomics*, 60(5), 649–656. doi.org/10.1080/00140139.2016.1206624
- Rodríguez-Soto, A. E., Jaworski, R., Jensen, A., Niederberger, B., Hargens, A. R., Frank, L. R., Kelly, K. R., & Ward, S. R. (2013). Effect of load carriage on lumbar spine kinematics. *Spine*, 38(13). doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182913e9f

- Santos, L.A.B., & Lima, J.M.M. (Coord.) (2019). Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação (2.^a ed., revista e atualizada). Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Sarcos robotics. (2020). Expanding the limits of human potential: Guardian XO. *Sarcos Corp.* Acedido em 4 de março 2021 <https://5tf2ragjcb1deks04fb0usnr-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/Sarcos-Guardian-XO-Brochure.pdf>
- Sarmiento, M. (2013). Metodologia científica para a elaboração, escrita e apresentação de teses (1^a Ed.). Lisboa: Universidade Lusíada Editora.
- Scharre, P., Fish, L., Kidder, K., & Schafer, A. (2018). Emerging Technologies. *Center for a New American Security*.
- Schnieders, T. M. (2016). *ARCTiC LawE: Armed Robotic Control for Training in Civilian Law Enforcement*. 94.
- Schnieders, T. M., Stone, R. T., Oviatt, T., & Danford-Klein, E. (2017). ARCTiC LawE: An Upper-Body Exoskeleton for Firearm Training. *Augmented Human Research*, 2(1). doi.org/10.1007/s41133-017-0004-4
- Schuh-Renner, A., Grier, T. L., Canham-Chervak, M., Hauschild, V. D., Roy, T. C., Fletcher, J., & Jones, B. H. (2017). Risk factors for injury associated with low, moderate, and high mileage road marching in a U.S. Army infantry brigade. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20, S28–S33. doi.org/10.1016/j.jsams.2017.07.027
- Seo, K., Lee, J., Lee, Y., Ha, T., & Shim, Y. (2016). Fully autonomous hip exoskeleton saves metabolic cost of walking. *2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 4628–4635. doi.org/10.1109/ICRA.2016.7487663
- Steele, J. R., Mickle, K. J., & Whitting, J. W. (2015). The Mechanobiology and Mechanophysiology of Military-Related Injuries. Em A. Gefen & Y. Epstein (Eds.), *The Mechanobiology and Mechanophysiology of Military-Related Injuries*, 19(1), 37-68. Springer International Publishing. doi.org/10.1007/978-3-319-33012-9
- Taylor, N. A. S., Burdon, C. A., van den Heuvel, A. M. J., Fogarty, A. L., Notley, S. R., Hunt, A. P., Billing, D. C., Drain, J. R., Silk, A. J., Patterson, M. J., & Peoples, G. E. (2016). Balancing ballistic protection against physiological strain: evidence from laboratory and field trials. Em *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(2), 117-124. doi.org/10.1139/apnm-2015-0386
- Taylor, N. A. S., Peoples, G. E., & Petersen, S. R. (2016a). Load carriage, human performance, and employment standards. *Applied Physiology, Nutrition, and*

- Metabolism*, 41(6 (Suppl. 2)), S131–S147. doi.org/10.1139/apnm-2015-0486
- Vilelas, J. (2009). *Investigação: O processo de construção do conhecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Wang, B., & Zhao, Y. (2014). The Exoskeleton Robot Research Progress and Prospect. *Proceedings of the 2014 International Conference on Mechatronics, Control and Electronic Engineering*, 113(2). doi.org/doi.org/10.2991/mce-14.2014.16
- Xiloyannis, M. (2019). *Development and validation of a soft robotic exosuit for assistance of the upper limbs*. <https://dr.ntu.edu.sg/handle/10220/48617>
- Yeem, S., Heo, J., Kim, H., & Kwon, Y. (2019). Technical Analysis of Exoskeleton Robot. *World Journal of Engineering and Technology*, 07(01), 68–79. doi.org/10.4236/wjet.2019.71004
- Yu, S., Han, C., & Cho, I. (2014). Design considerations of a lower limb exoskeleton system to assist walking and load-carrying of infantry soldiers. *Applied Bionics and Biomechanics*, 11(3), 119–134. doi.org/10.3233/ABB-140099
- Zhiqiang, L., Hanxing, X., Weilin, L., & Zheng, Y. (2014). Proceeding of human exoskeleton technology and discussions on future research. *Chinese Journal of Mechanical Engineering (English Edition)*, 27(3), 437–447. doi.org/10.3901/CJME.2014.03.437
- Zhou, W., Chen, J., & Ding, B. (2018). Optimal flow distribution of military supply transportation based on network analysis and entropy measurement. *Entropy*, 20(6). doi.org/10.3390/e20060446

APÊNDICES

APÊNDICE A- MODELO DE ANÁLISE

Tabela n.º 7– Modelo de análise

Objetivo Geral	Identificar os requisitos para implementação de exosqueletos no âmbito da Infantaria				
Objetivos Específicos	Pergunta de Partida	Quais os requisitos necessários aos exosqueletos para a sua utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria?			
	Perguntas Derivadas	Conceitos	Dimensões	Indicadores	Técnicas de recolha de dados
OE1 Caraterizar as posições e movimentos mais exigentes no ambiente operacional na Infantaria	PD1 Quais são as posições e movimentos mais exigentes em ambiente operacional na Infantaria?	Posições	Tipologia de missão apeeda; Tipologia de missão motorizada	Quais as posições; Posições mais frequentes; Posições mais exigentes	Análise bibliográfica, entrevista semi-Estruturada e inquéritos por questionário.
		Movimentos		Quais os movimentos; Movimentos mais frequentes; Movimentos mais exigentes	
OE2 Compreender qual o equipamento individual e coletivo específico da arma de Infantaria em ambiente operacional	PD2 Quais são os equipamentos individual e coletivo que o militar de Infantaria transporta e/ou manuseia em ambiente operacional?	Individual		Equipamento usado/transportado por Função; Distância percorrida com o equipamento; Peso do equipamento;	
		Coletivo			
OE3 Caraterizar o ambiente operacional e as suas implicações a nível de deslocamento do militar de Infantaria	PD3 Quais as implicações do ambiente operacional no deslocamento do militar de Infantaria?	Ambiente operacional	Teatro de Operações da República Centro-Africana	Ambiente físico	

APÊNDICE B – GUIÃO DE ENTREVISTA

Consentimento Informado

Estou a solicitar a sua participação num estudo sobre Identificação de Requisitos para Desenvolvimento de Exosqueletos no âmbito da Infantaria. Sendo que este estudo se enquadra num projeto de investigação desenvolvido pela Academia Militar em conjunto com o Instituto Superior Técnico, projeto ELITE2- *Enhanced LITE Exoskeleton*.

Este estudo tem como objetivos caracterizar os movimentos e posições mais comuns bem como a sua exigência, compreender qual o equipamento utilizado em ambiente operacional e caracterizar o ambiente operacional.

Esta participação será voluntária, pelo que poderá interromper a entrevista em qualquer momento.

Para assegurar o rigor da análise dos dados recolhidos é desejável proceder à gravação áudio desta entrevista, bem como anotações por escrito durante a entrevista. A gravação poderá ser interrompida em qualquer momento se assim o desejar.

Gostaria de saber se aceita participar nesta entrevista e se autoriza a gravação da mesma.

Data:

Assinatura do Investigador

Assinatura do participante

Posto (Categoria)/Nome:

Função:

Data:

1. Quais os tipos de missões que executam no Teatro de Operações (TO) da República Centro-Africana (RCA)?
2. Quais são as posições que executam com mais frequência no TO?
 - a) Enquadram-se nas posições de tiro descritas no PDE 7-70-00 ou treinam mais algumas?
3. Quais os movimentos que executam com mais frequência?
 - a) Enquadram-se nos movimentos mais frequentes, caminhar, correr, marcha fletida, gatinhar, instalar no terreno, rastejar, subir e descer da viatura, ou existem outros movimentos que considere frequentes?
4. Qual é o equipamento individual utilizado no TO da RCA?
 - a) O equipamento varia de acordo com a função do militar (ex. cmdt secção, Atirador ML, Atirador especial)? Quais as variações?
5. Qual é o equipamento coletivo que é transportado pelos militares em missão?
 - a) O equipamento varia de acordo com a função do militar (ex. cmdt secção, Atirador ML, Atirador especial)? Quais as variações?
6. Quais são as principais dificuldades em termos do ambiente físico no TO da RCA?
7. Dentro do contexto de exosqueletos, na sua opinião quais são os requisitos que um exosqueleto deverá ter em ambiente operacional?
 - a) Em que situações se vê a utilizar um exosqueleto?

Outros contributos que considere relevantes para o presente estudo.

APÊNDICE C – INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO

Questionário

Este inquérito insere-se no estudo " Identificação de Requisitos para Desenvolvimento de Exosqueletos no âmbito da Infantaria" e pretende caracterizar os movimentos e posições mais comuns bem como a sua exigência, compreender qual o equipamento utilizado em ambiente operacional e caracterizar o ambiente operacional.

Ao preencher o questionário tenha por favor em atenção que:

1. A maioria das questões foi concebida de modo a ser respondida através de escolha múltipla ou caixas de verificação. Assinale a(s) resposta(s) com um (X).
2. Não existem respostas corretas nem incorretas. Apenas se pretende obter a sua opinião.
3. As suas respostas são confidenciais e anónimas.
4. Se alguma questão for difícil de responder, responda o melhor que puder, sem deixar respostas em branco.
5. Em caso de dúvida não hesite em contactar santos.jg@exercito.pt

Investigadores responsáveis pelo estudo: Joni Gomes Santos (Academia Militar), Luís Filipe Pratas Quinto (Academia Militar, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa)

***Obrigatório**

1. Categoria *

Marcar apenas uma oval.

- Praças
 Sargentos
 Oficiais

2. Força Nacional Destacada (FND) *

Marcar apenas uma oval.

- 6ª FND
 7ª FND
 8ª FND

3. Anos de serviço *

4. Idade *

5. Peso *

Escreva o seu peso em kg.

6. Altura *

Escreva a sua altura em centímetros.

7. Número total de participações em FND *

Teatro de operações

Responda às seguintes questões de acordo com o último teatro de operações em que participou.

8. Qual a sua função? *

Marcar apenas uma oval.

- Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)
- Sargento de Pelotão
- Atirador especial
- Atirador metralhadora ligeira
- Atirador
- Condutor
- Outra: _____

9. Durante as projeções, quais os movimentos que executa com mais frequência? *

Preencha cada movimento de 1 a 5 sendo que. 1="Nunca" 2="Raramente" 3="Algumas vezes" 4="Frequentemente" 5="Muito Frequentemente". ATENÇÃO: No telemóvel arraste para o lado para ver todas as colunas!

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Caminhar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Correr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entrar e sair da viatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Marcha fletida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gatinhar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Instalar no terreno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rastejar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Saltar obstáculos (ex. Transposição de Muros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Movimento de arrombamento de porta (ex. Com pontapé)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Quais as posições de tiro que executa com mais frequência? *

Preencha cada posição de 1 a 5 sendo que. 1="Nunca" 2="Raramente" 3="Algumas vezes" 4="Frequentemente" 5="Muito Frequentemente". ATENÇÃO: No telemóvel arraste para o lado para ver todas as colunas!

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Pé	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modificadas-combinadas pé (ex. pé com inclinação do corpo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Joelhos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modificadas-combinadas joelhos (ex. joelho em terra com perna afastada)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sentado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modificadas-combinadas sentado (ex. cócoras)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deitado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modificadas-combinadas deitado (ex. deitado de costas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Durante uma operação de combate em ambiente urbano (CAU), qual o equipamento/armamento que transporta? *

Assinale todo o equipamento/armamento que transporta durante a operação, quando apeado.

Marcar tudo o que for aplicável.

- Capacete balístico
- Colete tático
- Colete balístico
- Cinturão balístico
- Cotoveleiras
- Joelheiras
- Espingarda FN SCAR-L
- Espingarda FN SCAR-H
- Espingarda G3
- ML FN Minimi 5.56 MK3
- MM FN Minimi 7.62 MK3
- Metralhadora HK 21
- Metralhadora HK MG4
- Pistola Glock 17 Gen 5 FS
- Pistola Walther
- Lança granadas FN40GL-S MK2
- Lança granadas M/GL6-40MM
- Lança granadas HK 79
- Morteirete 60mm
- 84mm CARL GUSTAV
- Light Anti-Tank Weapon(LAW)
- Caçadeira Benelli
- Caçadeira SPAS
- MP5 9mm
- MP5 SD6
- Munições
- Granadas ofensivas
- Granadas de fumo
- Granadas flashbang
- Equipamento de comunicações
- Mochila tática (ex.ASSAULT MIL-TEC)

Outra: _____

12. Durante uma operação CAU, qual o peso que transporta? *

Considere todo o equipamento (colete, capacete, mochila) e armamento transportado, quando apeado.

Marcar apenas uma oval.

- 5 Kg
- 10 Kg
- 15 Kg
- 20 Kg
- 25 Kg
- 30 Kg
- 35 Kg
- 40 Kg
- 45 Kg
- 50 Kg
- 55 Kg
- 60 Kg
- Mais de 60 Kg

Exigência dos movimentos e posições

Use as escalas apresentadas para organizar os movimentos e posições. NÃO pode repetir o mesmo número para diferentes movimentos ou posições.

13. Tendo em conta os seguintes movimentos e o equipamento transportado,

organize por ordem de exigência (1 a 5) os mesmos: *

Organize os movimentos de 1 a 5, assumindo que 1 será o movimento menos exigente e 5 será o movimento mais exigente.

Ex. Se classificar "Saltar Obstáculos" com "5" não poderá usar mais o "5", ou seja apenas um número por coluna.

ATENÇÃO: No telemóvel arraste para o lado para ver todas as colunas!

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Caminhar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Correr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Subir e descer da viatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Saltar obstáculos (ex. Transposição de Muros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Movimento de arrombamento de porta (ex. Com pontapé)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Considere as seguintes posições de tiro:



1
Pé fletido



2
Pé de flanco
apoiado



3
Pé com inclinação
do tronco

14. Tendo em conta as seguintes posições de tiro e o equipamento transportado, organize por ordem de exigência (1 a 3) as mesmas: *

Organize as posições de 1 a 3, assumindo que 1 será a posição menos exigente e 3 será a posição mais exigente. Ex. Se classificar "Pé fletido" com "3" não poderá usar mais o "3" ou seja apenas um número por coluna. ATENÇÃO: No telemóvel arraste para o lado para ver todas as colunas!

Marcar apenas uma oval por linha.

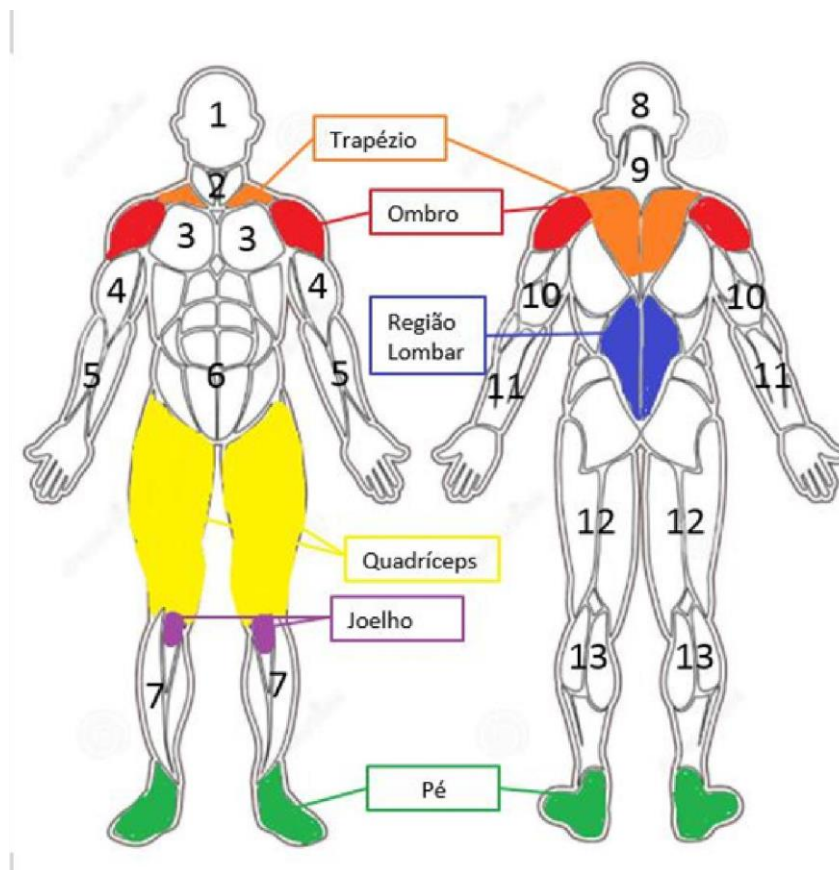
	1	2	3
Pé fletido (Imagem 1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pé de flanco apoiado (Imagem 2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pé com inclinação do tronco (Imagem 3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Durante uma operação, devido ao equipamento já sentiu dores? * *Marcar*

apenas uma oval.

- Sim *Avançar para a pergunta 16*
- Não *Avançar para a pergunta 18*

Considere as seguintes zonas pintadas e numeradas:



16. Onde costuma sentir dores? *

Marque tudo o que for aplicável. Marque "Outra" caso pretenda escrever uma das zonas numeradas.

Marcar tudo o que for aplicável.

- Trapézio
- Ombro
- Região Lombar
- Quadríceps
- Joelho
- Pé

Outra: _____

17. Como considera ser o tipo de dor? *

Marcar apenas uma oval.

- Nível 1- Dor ligeira
- Nível 2- Dor moderada
- Nível 3- Dor intensa
- Nível 4- Dor máxima

Quanto ao seguinte armamento, selecione o número de carregadores/fitas que habitualmente transporta

Escolha a opção que corresponde ao número total de carregadores/fitas que transporta (no colete/porta carregadores/mochila/outros) em função do armamento.

18. FN SCAR-L *

Marcar apenas uma oval.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 10
- Mais de 10

19. FN SCAR- H *

Marcar apenas uma oval.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- Mais de 10

20. Glock 17 Gen 5 FS *

Marcar apenas uma oval.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- Mais de 10

21. ML Minimi 5.56 MK3 *

Marcar apenas uma oval.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- Mais de 10

22. MM Minimi 7.62 MK3 *

Marcar apenas uma oval.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- Mais de 10

Equipamento Extra

23. Usa frequentemente mochila tática durante as operações apeadas? *

Mochila tática (ex. MILTEC)

Marcar apenas uma oval.

Sim *Avançar para a pergunta 24*

Não *Avançar para a pergunta 26*

24. O que costuma transportar na mochila? *

Assinale todo o equipamento que transporta.

Marcar tudo o que for aplicável.

Carregadores/Fitas

Braçadeiras de eletricista

Kit de primeiros socorros

Granadas ofensivas

Granadas de fumo

Granadas flashbang

Macas

Material deplaneamento

Pilhas

Outra: _____

25. Qual o peso da mochila tática? *

Estimativa do peso total do equipamento transportado na mochila tática.

Marcar apenas uma oval.

- 3 kg
- 6 kg
- 9 kg
- 12 kg
- 15 kg
- 18 kg
- 21 kg
- 24 kg
- 27 kg
- 30 kg
- Mais de 30 kg

Ambiente Operacional

26. Considerando que existem vários condicionantes numa missão, qual o grau de influência que os seguintes fatores têm no seu desempenho: *

Preencha o grau de influência de 1 a 5 sendo que. 1="Nunca" 2="Raramente" 3="Algumas vezes" 4="Frequentemente" 5="Muito Frequentemente". ATENÇÃO: No telemóvel arraste para o lado para ver todas as colunas!

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Calor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Frio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poeira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Humidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Com que frequência os seguintes fatores afetam a sua mobilidade: *

Preencha o grau de frequência de 1 a 5 sendo que, 1="Nunca" 2="Raramente" 3="Algumas vezes" 4="Frequentemente" 5="Muito Frequentemente". ATENÇÃO: No telemóvel arraste para o lado para ver todas as colunas!

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Peso do equipamento individual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Peso da mochila	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Volume do equipamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Espaços confinados (entrada na porta das cubatas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Espaços confinados (compartimentos curtos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Espaços confinados (entrada/saída da viatura)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

APÊNDICE D – PESO ARMAMENTO

Tabela n.º 8– Peso Armamento Individual/coletivo

Designação do Armamento	Representação do Armamento	Peso do Armamento
Espingarda de Assalto FN SCAR-L	 A side view of a grey FN SCAR-L assault rifle, showing its bullpup design, magazine, and barrel.	3,50kg
Espingarda de Atirador especial FN SCAR- H	 A side view of a grey FN SCAR-H special sniper rifle, featuring a long barrel and a telescopic sight.	3,90kg
Pistola Glock 17 Gen 5 FS	 A side view of a grey Glock 17 Gen 5 FS handgun, showing its compact design and magazine.	0,63kg

<p>Lança Granadas FN40GL-S Mk2</p>		<p>2,92kg</p>
<p>ML FN MINIMI 5,56 Mk3</p>		<p>8,00kg</p>
<p>Benelli Super Nova</p>		<p>3,40kg</p>
<p>Franchi SPAS-15</p>		<p>4,40kg</p>

Tabela n.º 9– Peso Carregadores/fitas

Designação do Armamento	Capacidade do carregador/fita	Peso do carregador/fita
Espingarda de Assalto FN SCAR-L	Carregador 30 munições 5,56x45 mm (NATO)	0,57kg
Espingarda de Atirador especial FN SCAR- H	Carregador 20 munições 7,62x51 mm (NATO)	0,75kg
Pistola Glock 17 Gen 5 FS	Carregador 17 munições 9x19 mm (NATO)	0,28kg
ML FN MINIMI 5,56 Mk3	Fita 100 munições 5,56x45 mm (NATO)	0,53kg

Tabela n.º 10– Peso Equipamento Individual

Designação do Armamento	Representação do Armamento	Peso do Armamento
Capacete Balístico OPS-CORE		1,20kg
Colete Balístico THOR		10,10kg
Cinturão Anti Fragmentação THOR		1,05kg

APÊNDICE E – ASSOCIAÇÃO DO PESO CORPORAL COM A FUNÇÃO DO MILITAR

Tabela n.º 11– Associação do Peso Corporal com a Função do Militar

Função do militar	M	DP	ANOVA
Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)	83,38	9,18	
Atirador especial	80,59	9,88	
Apontador metralhadora ligeira	80,45	7,01	F=2,23 (p=0,069)
Atirador	77,78	8,97	
Condutor	83,08	9,72	

APÊNDICE F – FREQUÊNCIA DO PESO DO EQUIPAMENTO TRANSPORTADO DURANTE UMA OPERAÇÃO CAU

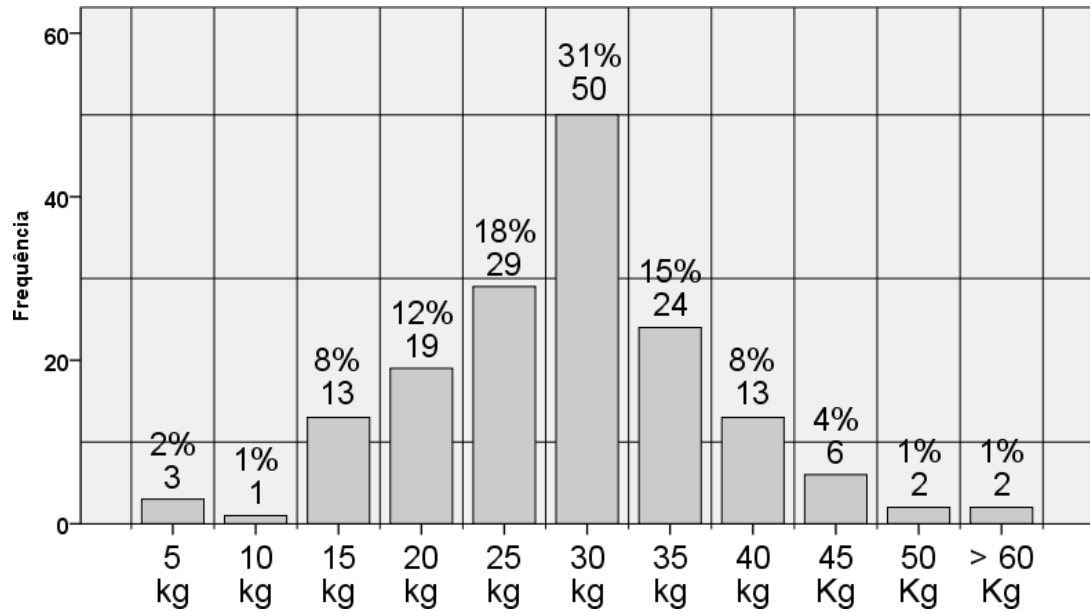


Figura n.º 12–Peso durante uma operação em CAU

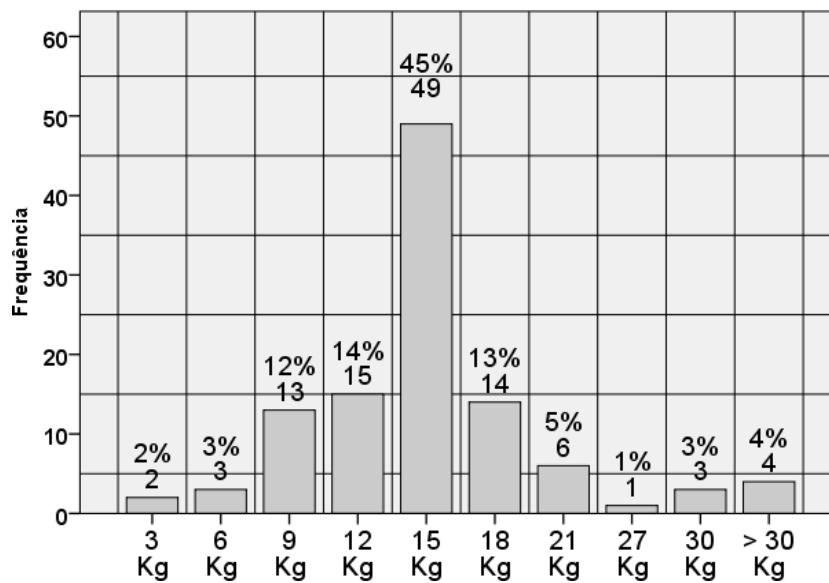


Figura n.º 13–Peso da mochila tática

Tabela n.º 12– Frequência do peso do equipamento por função durante uma operação CAU

Função do militar	≤ 20kg	21-30kg	> 30kg	χ ² p-valor
Comandante	7 (33,3%)	12 (57,1%)	2 (9,5%)	
Atirador especial	7 (24,1%)	12 (41,4%)	10 (34,5%)	
Atirador ML	10 (30,3%)	19 (57,6%)	4 (12,1%)	p<0,001***
Atirador	3 (6,0%)	22 (44,0%)	25 (50,0%)	
Condutor	9 (36,0%)	11 (44,0%)	5 (20,0%)	

†p<0,10; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

APÊNDICE G – PROPORÇÃO MÉDIA DE PESO TRANSPORTADO E TESTE DE HIPÓTESES

Tabela n.º 13– Percentis para PesoRealTransCAU e PesoPercTransCAU

Tipo Proporção			Percentis						
			5	10	25	50	75	90	95
Média Ponderada (Definição 1)	% Valor Proporção	Real	0,3780	0,4283	0,4843	0,5231	0,5374	0,5449	0,5511
		Percecionado	0,3202	0,3628	0,4102	0,4431	0,4552	0,4615	0,4668
Teste de Tukey	% Valor Proporção	Real			0,4843	0,5231	0,5374		
		Percecionado			0,4102	0,4431	0,4552		

Tabela n.º 14– Estatísticas de uma amostra para PesoRealTransCAU e PesoPercTransCAU

Estatísticas de uma amostra				
	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão da Média
% Valor Proporção Real	51	0,5075	0,05066	0,00709
% Valor Proporção Percecionado	51	0,4299	0,04291	0,00601

Tabela n.º 15 – Teste de uma amostra para PesoRealTransCAU e PesoPercTransCAU

	Valor de Teste = 0.35					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
					Inferior	Superior
% Valor Proporção Real	22,200	50	0,000	0,15747	0,1432	0,1717
% Valor Proporção Percecionado	13,291	50	0,000	0,07986	0,0678	0,0919

APÊNDICE H – FREQUÊNCIA DO EQUIPAMENTO/ARMAMENTO TRANSPORTADO DURANTE OPERAÇÃO CAU

Tabela n.º 16– Frequência do Equipamento/Armamento transportado durante operação CAU

	Comandante (n=21)		Atirador especial (n=29)		Atirador metralhadora ligeira (n=33)		Atirador (n=51)		Condutor (n=25)		Total (n=159)	
Capacete balístico	21	100%	29	100%	33	100%	51	100%	25	100%	159	100%
Colete balístico	20	95%	29	100%	31	94%	51	100%	25	100%	156	98%
Pistola Glock 17 Gen 5 FS	20	95%	29	100%	31	94%	48	94%	23	92%	151	95%
Cinturão balístico	20	95%	26	90%	29	88%	46	90%	22	88%	143	90%
Equipamento de comunicações	16	76%	24	83%	26	79%	37	73%	21	84%	124	78%
Munições	14	67%	23	79%	16	48%	22	43%	22	88%	97	61%
Espingarda FN SCAR-L	20	95%	6	21%	9	27%	39	76%	22	88%	96	60%
Granadas ofensivas	11	52%	10	34%	24	73%	32	63%	18	72%	95	60%
Granadas <i>flashbang</i>	17	81%	14	48%	11	33%	15	29%	13	52%	70	44%
Granadas de fumo	18	86%	10	34%	12	36%	14	27%	14	56%	68	43%
ML FN Minimi 5.56 MK3	0	0%	1	3%	20	61%	11	22%	2	8%	34	21%
Espingarda FN SCAR-H	0	0%	24	83%	3	9%	0	0%	1	4%	28	18%
Caçadeira Benelli	2	10%	7	24%	3	9%	5	10%	5	20%	22	14%
Joelheiras	7	33%	2	7%	4	12%	4	8%	3	12%	20	13%

	Comandante		Atirador especial		Atirador metralhadora ligeira		Atirador		Condutor		Total	
	(n=21)		(n=29)		(n=33)		(n=51)		(n=25)		(n=159)	
MP5 9mm	2	10%	2	7%	2	6%	6	12%	3	12%	15	9%
Colete tático	3	14%	3	10%	1	3%	1	2%	5	20%	13	8%
Lança granadas FN40GL-S MK2	5	24%	2	7%	0	0%	2	4%	2	8%	11	7%
Light Anti-Tank Weapon(LAW)	2	10%	1	3%	3	9%	2	4%	2	8%	10	6%
Morteirete 60mm	1	5%	1	3%	0	0%	4	8%	2	8%	8	5%
Lança granadas M/GL6-40MM	1	5%	2	7%	1	3%	1	2%	2	8%	7	4%
Espingarda G3	1	5%	0	0%	0	0%	4	8%	1	4%	6	4%
ML FN Minimi 7.62 MK3	0	0%	1	3%	3	9%	2	4%	0	0%	6	4%
Pistola Walther	1	5%	0	0%	0	0%	4	8%	1	4%	6	4%
MP5 SD6	1	5%	1	3%	1	3%	0	0%	1	4%	4	3%
Cotoveleiras	0	0%	0	0%	2	6%	0	0%	1	4%	3	2%
84mm CARL GUSTAV	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	2	8%	3	2%
Metralhadora HK 21	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	4%	1	1%
Metralhadora HK MG4	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%	0	0%	1	1%
Caçadeira SPAS	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	4%	1	1%
Lança granadas HK 79	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Mochila tática (ex.ASSAUL T MIL-TEC)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Outra	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

APÊNDICE I – ASSOCIAÇÃO DO EQUIPAMENTO TRANSPORTADO COM A FUNÇÃO DO MILITAR

Tabela n.º 17– Associação do equipamento transportado com a função do militar

	Comandante	Atirador especial	Atirador metralhadora ligeira	Atirador	Condutor	χ^2 p-valor
Capacete balístico	21 (100%)	29 (100%)	33 (100%)	50 (100%)	25 (100%)	-
Colete tático	3 (14,3%)	3 (10,3%)	1 (3%)	1 (2%)	5 (2%)	p=0,031*
Colete balístico	20 (95,2%)	29 (10%)	31 (93,9%)	50 (10%)	25 (10%)	p=0,149
Cinturão balístico	20 (95,2%)	26 (89,7%)	29 (87,9%)	46 (92%)	22 (88%)	p=0,897
Cotoveleiras	0 (0%)	0 (0%)	2 (6,1%)	0 (0%)	1 (4%)	p=0,170
Joelheiras	7 (33,3%)	2 (6,9%)	4 (12,1%)	4 (8%)	3 (12%)	p=0,074
Espingarda FN SCAR-L	20 (95,2%)	6 (20,7%)	9 (27,3%)	10 (76%)	22 (88%)	p<0,001***
Espingarda FN SCAR-H	0 (0%)	24 (82,8%)	3 (9,1%)	0 (0%)	1 (4%)	p<0,001***
Espingarda G3	1 (4,8%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (8%)	1 (4%)	p=0,288
ML FN Minimi 5.56 MK3	0 (0%)	1 (3,4%)	20 (60,6%)	11 (22%)	2 (8%)	p<0,001***
ML FN Minimi 7.62 MK3	0 (0%)	1 (3,4%)	3 (9,1%)	2 (4%)	0 (0%)	p=0,482
Metralhadora HK 21	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4%)	p=0,291
Metralhadora HK MG4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	0 (0%)	p>0,990
Pistola Glock 17 Gen 5 FS	20 (95,2%)	29 (10%)	31 (93,9%)	47 (94%)	23 (92%)	p=0,704
Pistola Walther	1 (4,8%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (8%)	1 (4%)	p=0,288
Lança granadas FN40GL-S MK2	5 (23,8%)	2 (6,9%)	0 (0%)	2 (4%)	2 (8%)	p=0,017*
Lança granadas M/GL6-40MM	1 (4,8%)	2 (6,9%)	1 (3%)	1 (2%)	2 (8%)	p=0,702
Lança granadas HK 79	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-
Morteirete 60mm	1 (4,8%)	1 (3,4%)	0 (0%)	4 (8%)	2 (8%)	p=0,481
84mm CARL GUSTAV	1 (4,8%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (8%)	p=0,047*
Light Anti-Tank Weapon(LAW)	2 (9,5%)	1 (3,4%)	3 (9,1%)	2 (4%)	2 (8%)	p=0,723
Caçadeira Benelli	2 (9,5%)	7 (24,1%)	3 (9,1%)	5 (1%)	5 (2%)	p=0,318
Caçadeira SPAS	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4%)	p=0,291
MP5 9mm	2 (9,5%)	2 (6,9%)	2 (6,1%)	6 (12%)	3 (12%)	p=0,879
MP5 SD6	1 (4,8%)	1 (3,4%)	1 (3%)	0 (0%)	1 (4%)	p=0,434
Munições	14 (66,7%)	23 (79,3%)	16 (48,5%)	11 (42%)	22 (88%)	p<0,001***
Granadas ofensivas	11 (52,4%)	10 (34,5%)	24 (72,7%)	31 (62%)	18 (72%)	p=0,018*
Granadas de fumo	18 (85,7%)	10 (34,5%)	12 (36,4%)	11 (26%)	14 (56%)	p<0,001***
Granadas <i>flashbang</i>	17 (81%)	14 (48,3%)	11 (33,3%)	14	13 (52%)	p<0,001***

Equipamento de comunicações	16 (76,2%)	24 (82,8%)	26 (78,8%)	(28%) 37 (74%)	21 (84%)	p=0,843
Mochila tática (ex.ASSAUL T MIL-TEC)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-
Outra	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-

†p<0,10; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

APÊNDICE J – ASSOCIAÇÃO DO NÚMERO DE CARREGADORES/FITAS COM A FUNÇÃO DO MILITAR

Tabela n.º 18– Associação do número de carregadores/fitas com a função do militar

	Comandante	Atirador especial	Atirador metralhadora ligeira	Atirador	Condutor	χ^2 p-valor
SCARL						p<0,001***
0	1 (3,2%)	13 (41,9%)	8 (25,8%)	8 (25,8%)	1 (3,2%)	
1-4	2 (10,5%)	0 (0%)	12 (63,2%)	5 (26,3%)	0 (0%)	
5-7	13 (19,1%)	10 (14,7%)	10 (14,7%)	14 (20,6%)	21 (30,9%)	
8+	5 (12,5%)	6 (15%)	3 (7,5%)	23 (57,5%)	3 (7,5%)	
SCARH						p<0,001***
0	12 (13,6%)	1 (1,1%)	22 (25%)	41 (46,6%)	12 (13,6%)	
1-4	2 (5%)	1 (25%)	1 (25%)	0 (0%)	0 (0%)	
5-7	5 (10,2%)	19 (38,8%)	5 (10,2%)	8 (16,3%)	12 (24,5%)	
8+	2 (11,8%)	8 (47,1%)	5 (29,4%)	1 (5,9%)	1 (5,9%)	
Glock17						p=0,139
0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	
1-4	21 (13,7%)	29 (19%)	31 (20,3%)	48 (31,4%)	24 (15,7%)	
5-7	0 (0%)	0 (%)	0 (%)	0 (%)	1 (100%)	
8+	0 (0%)	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	
ML556						p=0,019*
0	13 (17,8%)	12 (16,4%)	7 (9,6%)	30 (41,1%)	11 (15,1%)	
1-4	7 (10,9%)	13 (20,3%)	22 (34,4%)	14 (21,9%)	8 (12,5%)	
5-7	1 (8,3%)	2 (16,7%)	2 (16,7%)	2 (16,7%)	5 (41,7%)	
8+	0 (0%)	2 (22,2%)	4 (44,4%)	2 (22,2%)	1 (11,1%)	
ML762						p=0,003**
0	14 (13,6%)	11 (10,7%)	23 (22,3%)	42 (40,8%)	13 (12,6%)	
1-4	6 (18,2%)	11 (33,3%)	4 (12,1%)	6 (18,2%)	6 (18,2%)	
5-7	1 (8,3%)	4 (33,3%)	2 (16,7%)	0 (%)	5 (41,7%)	
8+	0 (0%)	3 (30%)	4 (40%)	2 (20%)	1 (10%)	

†p<0,10; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

APÊNDICE K – ASSOCIAÇÃO DO PESO DA MOCHILA COM O MATERIAL QUE NELA COSTUMA TRANSPORTAR

Tabela n.º 19– Associação do peso da mochila com o material que nela costuma transportar

	≤10Kg	11-14Kg	15-20Kg	>20Kg	χ ² p-valor
Carregadores/fitas	16 (88,9%)	15 (100%)	62 (98,4%)	14 (100%)	p=0,177
Abraçadeiras de eletricista	14 (77,8%)	13 (86,7%)	59 (93,7%)	14 (100%)	p=0,097
Kit de primeiros socorros	5 (27,8%)	3 (20%)	18 (28,6%)	12 (85,7%)	p<0,001***
Granadas ofensivas	6 (33,3%)	5 (33,3%)	48 (76,2%)	10 (71,4%)	p<0,001***
Granadas de fumo	4 (22,2%)	4 (26,7%)	26 (41,3%)	9 (64,3%)	p=0,072
Granadas <i>flashbang</i>	5 (27,8%)	3 (20%)	17 (27%)	10 (71,4%)	p=0,012*
Macas	0 (0%)	0 (0%)	2 (3,2%)	4 (28,6%)	p=0,009**
Material de planeamento	6 (33,0%)	2 (13,3%)	8 (12,7%)	9 (64,3%)	p<0,001***
Pilhas	18 (100%)	13 (86,7%)	57 (90,5%)	13 (92,9%)	p=0,491
Outra	1 (5,6%)	3 (20%)	0 (0%)	1 (7,1%)	p=0,007**

†p<0,10; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

APÊNDICE L – FREQUÊNCIA, LOCAL E INTENSIDADE DA DOR

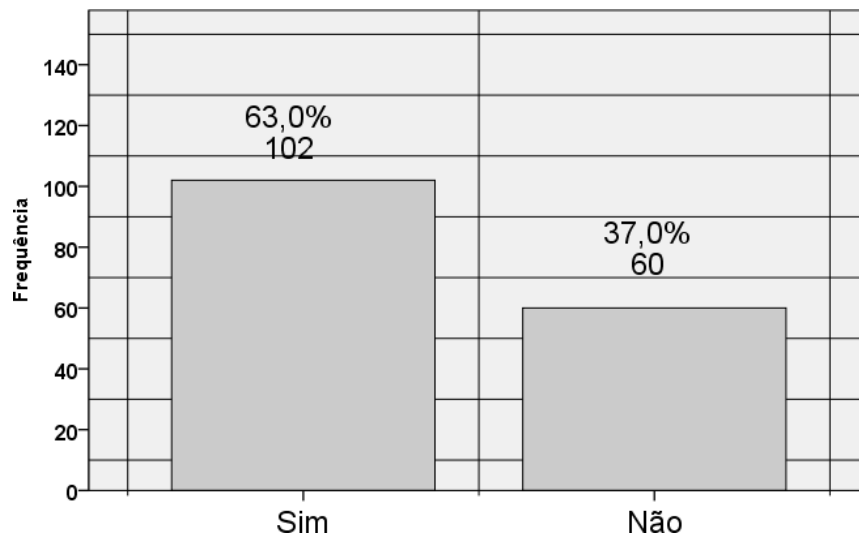


Figura n.º 14– Frequência da dor devido ao equipamento utilizado durante uma operação CAU

Tabela n.º 20– Associação do local com a intensidade da dor

	Dor ligeira	Dor moderada	Dor intensa	χ^2 p-valor
Trapézio	19 (76%)	55 (79,7%)	6 (75%)	p=0,900
Ombro	9 (36%)	11 (15,9%)	4 (50%)	p=0,024*
Região Lombar	14 (56%)	64 (92,8%)	7 (87,5%)	p<0,001***
Quadríceps	0 (0%)	2 (2,9%)	3 (37,5%)	p=0,006**
Joelho	7 (28%)	13 (18,8%)	6 (75%)	p=0,004**
Pé	20 (80%)	55 (79,7%)	6 (75%)	p=0,926
Outra	2 (8%)	1 (1,4%)	0 (0%)	p=0,353

†p<0,10; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

APÊNDICE M – ASSOCIAÇÃO DO PESO TRANSPORTADO COM O LOCAL DA DOR

Tabela n.º 21– Associação do peso transportado em CAU com o local da dor

	≤ 20kg	21-30kg	> 30kg	χ ² p-valor
Trapézio	11 (30,6%)	41 (51,9%)	28 (59,6%)	p=0,027*
Ombro	5 (13,9%)	14 (17,7%)	5 (10,6%)	p=0,548
Região Lombar	7 (19,4%)	49 (62,0%)	29 (61,7%)	p<0,001***
Quadríceps	2 (5,6%)	1 (1,3%)	2 (4,3%)	p=0,365
Joelho	6 (16,7%)	8 (10,1%)	12 (25,5%)	p=0,074
Pé	11 (30,6%)	41 (51,9%)	29 (61,7%)	p=0,017*
Outra	0 (0,0%)	2 (2,5%)	1 (2,1%)	p>0,990

†p<0,10; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Tabela n.º 22 - Associação do peso transportado na mochila com o local da dor

	≤10Kg	11-14Kg	15-20Kg	>20Kg	χ ² p-valor
Trapézio	4 (22,2%)	7 (46,7%)	41 (65,1%)	8 (57,1%)	p=0,013*
Ombro	2 (11,1%)	2 (13,3%)	4 (6,3%)	6 (42,9%)	p=0,005**
Região Lombar	8 (44,4%)	9 (60,0%)	40 (63,5%)	9 (64,3%)	p=0,524
Quadríceps	1 (5,6%)	0 (0,0%)	1 (1,6%)	1 (7,1%)	p=0,312
Joelho	4 (22,2%)	2 (13,3%)	4 (6,3%)	5 (35,7%)	p=0,013*
Pé	4 (22,2%)	7 (46,7%)	41 (65,1%)	9 (64,3%)	p=0,010**
Outra	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (3,2%)	1 (7,1%)	p=0,517

†p<0,10; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

ANEXOS

ANEXO A- ESCALA QUALITATIVA INTENSIDADE DA DOR

Sem Dor	Dor Ligeira	Dor Moderada	Dor Intensa	Dor Máxima
---------	-------------	--------------	-------------	------------

Figura n.º 15– Escala Qualitativa Intensidade da Dor

Fonte: Ministério da Saúde (2003)