



ACADEMIA MILITAR

Identificação de Requisitos para Desenvolvimento de Exosqueletos no âmbito da Infantaria – Influência do Sistema de combate do soldado no deslocamento.

Autor: Aspirante Aluno de Infantaria Paulo José Lousada Fernandes

Orientador: Major de Material Luís Filipe Pratas Quinto

Coorientador: Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões

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

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2023



ACADEMIA MILITAR

Identificação de Requisitos para Desenvolvimento de Exosqueletos no âmbito da Infantaria – Influência do Sistema de combate do soldado no deslocamento.

Autor: Aspirante Aluno de Infantaria Paulo José Lousada Fernandes

Orientador: Major de Material Luís Filipe Pratas Quinto

Coorientador: Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões

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

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2023

EPÍGRAFE

“If people knew how hard I had to work to gain my mastery, it would not seem so wonderful at all.”

Michelangelo

AGRADECIMENTOS

A elaboração do Relatório Científico do Trabalho de Investigação Aplicada é o culminar de cinco anos de formação, cinco duros anos, mas que carregam consigo memórias das quais nunca me vou esquecer.

Neste pequeno parágrafo pretendo enaltecer aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho de investigação, bem como aqueles que ao longo de cinco anos foram o meu apoio e o meu porto de abrigo.

Saliento desta forma o apoio do Major Luís Filipe Pratas Quinto, ao qual agradeço pela orientação e ajuda na elaboração deste trabalho de investigação, pois sem ele a sua realização não teria sido possível.

À Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões, por todo o suporte e apoio ~~pelo~~ facultado no tratamento dos dados em IBM SPSS *Statistics* 26, bem como na condução da realização deste trabalho de investigação.

Ao Alferes Joni Santos por todo o apoio e orientação na condução da minha investigação, bem como na pronta disponibilidade facultando-me a documentação relativa à sua tese e para me ajudar na compreensão e análise da mesma.

A todos os militares inquiridos pertencentes à 6^a, 7^a 8^a; 10^a e 11^a Forças Nacionais Destacadas, uma vez que as respostas obtidas foram uma mais-valia para a realização do presente trabalho.

À Professora Iria Gonçalves pela ajuda disponibilizada na revisão ortográfica.

À Coordenadora Técnica e Oficial Público do Município de Vinhais Lúcia dos Santos Costa Coelho pela ajuda na análise e revisão do trabalho de investigação.

À Academia Militar, a casa que me formou, por todos os valores e conhecimento transmitido ao longo de todo o meu percurso.

A todos os camaradas de curso, que estiveram presentes em todos os momentos ao longo deste longo percurso. Expresso também um agradecimento especial ao curso de Infantaria, aos 17 Bravos, por toda a ajuda nos momentos mais difíceis ao longo destes últimos dois anos.

Por fim quero expressar à minha família um sentido voto de agradecimento por todo o apoio que me transmitiram ao longo desta caminhada e por todo o amor e conforto dedicados ao longo destes anos.

A todos vocês, sem exceção, o meu profundo agradecimento.

RESUMO

De uma forma geral os militares estão sujeitos a transportar cargas que têm impactos fisiológicos no seu corpo, o que posteriormente irá pôr em causa a capacidade para estes cumprirem de forma devida as suas tarefas quando em operações.

Com o presente trabalho de investigação pretende-se caracterizar o esforço associado ao transporte de carga dos militares dentro da secção de atiradores, em ambiente operacional. De modo a recolher uma amostra que se enquadrasse nos parâmetros pretendidos, foram seleccionados como objeto de estudo militares da 6ª, 7ª, 8ª, 9ª, 10ª, 11ª e 12ª Forças Nacionais Destacada na República Centro-Africana. Foi realizada também uma pesquisa bibliográfica, bem como uma análise de um inquérito por questionário de forma a obter dados que permitissem atingir o objetivo definido.

A principal influência que o sistema de combate do soldado tem num militar, é na mobilidade. De destacar que o sistema de combate do soldado nos militares de Infantaria varia com a função dentro da secção de Infantaria, uma vez que o equipamento individual é diferente, bem como as missões designadas a cada militar. Deste modo torna-se evidente o desenvolvimento de exoesqueletos para membros inferiores que sejam capazes de potenciar as capacidades dos militares para que assim seja possível alcançar todas as necessidades operacionais. Os próximos trabalhos devem incidir na análise de outras Forças Nacionais Destacadas, pois o ambiente operacional e as tipologias de missão são diferentes.

Palavras-Chave: Exoesqueleto; Militar; Carga; Infantaria

ABSTRACT

Military personnel are often required to carry loads that have physiological impacts on their bodies, ultimately compromising their ability to effectively fulfill their military operations duties.

This research aims to analyze and characterize the effort associated with load carriage by soldiers within the infantry section in operational environments. In order to gather a suitable sample, military personnel from the 6th, 7th, 8th, 10th, 11th and 12th National Forces Deployed to the Central African Republic were selected as the study subjects. A literature review was conducted, followed by document analysis and a questionnaire survey to collect data for drawing conclusions.

The primary influence of the soldier's combat system on a military individual lies in mobility. However, the combat system varies for each role to role within the infantry section, as each soldier has different individual equipment and assigned missions. Therefore, the need for the development of lower limb exoskeletons that can enhance the capabilities of military personnel becomes evident, enabling them to meet all operational requirements. Future research should focus on analyzing other National Forces Deployed, considering the different operational environments and mission types.

Key Words: Exoskeleton; Military; Load Carriage; Infantry.

ÍNDICE GERAL

EPÍGRAFE.....	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE GERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE QUADROS.....	ix
ÍNDICE DE TABELAS	x
LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS.....	xi
APÊNDICES	xi
ANEXOS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS E SIGLAS	xii
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	4
1.1. Ambiente Operacional	4
1.2. Exoesqueletos	5
1.2.1. Exoesqueletos para membros inferiores	7
1.2.2. Exoesqueletos com foco para o tornozelo	10
1.2.3. Exoesqueletos militares	12
1.3. Carga.....	15
1.3.1. Limites da Carga.....	15
1.3.2. Carga do militar português e comparação com países NATO e potências mundiais	18
1.3.3. Generic Open Soldier Systems Architecture (GOSSRA).....	19
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA.....	21
2.1 Definição de Objetivos	21
2.2 Definição da Pergunta Principal e das Perguntas Derivadas	22
2.3 Instrumentos de Recolha de Dados.....	22
2.3.1 Análise Documental	24
2.3.2 Inquéritos por Questionário	24
2.4 Seleção e Caracterização da Amostra	24

2.5	Procedimentos.....	24
CAPÍTULO 3. RESULTADOS		26
3.1.	Análise Documental	26
3.2.	Inquéritos por Questionário	27
3.2.1	Atirador Especial	28
3.2.3	Atirador Metralhadora Ligeira	30
3.2.3	Condutor	33
3.2.4	Comandantes (Companhia/Pelotão/Equipa)	35
3.2.5	Socorrista	38
3.2.6	Inferência Estatística à Análise do Esforço.....	40
CAPÍTULO 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS		42
CONCLUSÕES.....		45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		48
APÊNDICES		I
APÊNDICE A- MODELO DE ANÁLISE		I
APÊNDICE B – INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO		II
APÊNDICE C – PESO MÉDIO POR FUNÇÃO		XII
APÊNDICE D – PERCENTAGEM DE PESO PERCECIONADO POR FUNÇÃO		XIII
APÊNDICE E - GRANADAS		XIV
APÊNDICE F - ASSOCIAÇÃO DO EQUIPAMENTO TRANSPORTADO COM A FUNÇÃO DO MILITAR		XV
APÊNDICE G - ASSOCIAÇÃO DO NÚMERO DE CARREGADORES/FITAS COM A FUNÇÃO DO MILITAR		XVII
APÊNDICE H - ASSOCIAÇÃO DO MATERIAL TRANSPORTADO NA MOCHILA RELATIVO À FUNÇÃO DO MILITAR.....		XIX
APÊNDICE I – PERCENTAGEM DE PESO REAL POR FUNÇÃO.....		XX
APÊNDICE J– PESOMEDTRANS E TESTE DE HIPÓTESES T-STUDENT..		XXI
APÊNDICE K– PESOMEDTRANS E TESTE ONE WAY ANOVA.....		XXII
ANEXOS.....		XXIV
ANEXO A – PESO DO ARMAMENTO		XXIV
ANEXO B – PESO DOS CARREGADORES/FITAS		XXVI
ANEXO C – PESO DO EQUIPAMAMENTO		XXVII

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º1- Identificação de exoesqueletos para membros inferiores	10
Figura n.º2 - Identificação de exoesqueletos militares	14
Figura n.º 3 - Carga do militar do EP	18

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro n.º1- Objetivos de investigação	22
Quadro n.2º- Perguntas derivadas	22

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela n.º1- Modelo de Categorização de Exoesqueletos.....	6
Tabela n.º2- Tabela de análise em função do TIA de Santos (2021).....	26
Tabela n.º3- Caracterização da função Atirador Especial	28
Tabela n.º4- Peso Real transportado pelo Atirador Especial	29
Tabela n.º5- Caracterização da função Atirador Metralhadora Ligeira.....	30
Tabela n.º6- Peso Real transportado pelo Atirador Metralhadora Ligeira	32
Tabela n.º7- Caracterização da função Condutor	33
Tabela n.º8- Peso real Transportado pelo Condutor.....	35
Tabela n.º9- Caracterização da função Comandantes (Companhia/Pelotão/ Equipa)	36
Tabela n.º10- Peso real transportado pela função Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)	37
Tabela n.º11- Peso real transportado pelo Socorrista	39
Tabela n.º12- Modelo de Análise	I
Tabela n.º13- Peso Médio por função.....	XII
Tabela n.º14- Percentagem de Peso Percecionado por Função	XIII
Tabela n.º15- Peso Granadas	XIV
Tabela n.º16- Associação do Equipamento transportado com a função do militar	XV
Tabela n.º17- Associação do número de carregadores/fitas com a função do militar	XVII
Tabela n.º18- Associação do material transportado na mochila relativo à função do militar	XIX
Tabela n.º19- Percentagem de peso real por função.....	XX
Tabela n.º20- Tabela do teste T-Student em função do peso médio transportado.....	XXI
Tabela n.º21- Teste One Way ANOVA para cada uma das funções relativo ao PesoMedTrans	XXII
Tabela n.º22- Peso Armamento Individual/coletivo.....	XXIV
Tabela n.º23- Peso Carregadores/fitas	XXVI
Tabela n.º24- Peso Equipamento Individual	XXVII

LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICES

Apêndice A - Modelo de Análise

Apêndice B - Inquérito por questionário

Apêndice C - Peso médio por função

Apêndice D - Percentagem de peso percebido por função

apêndice E - Granadas

Apêndice F - Associação do equipamento transportado com a função do militar

Apêndice G - Associação do número de carregadores/fitas com a função do militar

Apêndice H - Associação do material transportado na mochila relativo à função do militar

Apêndice I - Percentagem de peso real por função

Apêndice J - PesoMedTrans e Teste de Hipóteses T-Student

Apêndice K - PesoMedTrans e teste One Way Anova

ANEXOS

Anexo A - Peso do Armamento

Anexo B - Peso dos Carregadores/Fitas

Anexo C - Peso do Equipamento

LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS E SIGLAS

ADEA - U.S. Army Infantry Combat Developments Agency

AM - Academia Militar

BLEEX - Biomechanical Design of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton

DOF – Degrees of Freedom

LiberdadeDp – Desvio Padrão

EP - Exército Português

FND - Força Nacional Destacada

GOSSRA - Generic Open Soldier Systems Architecture

H - Hipóteses

IUM - Instituto Universitário Militar

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

NAEIES - Naval Aeronautical Engineering Institute Exoskeleton Suit

OE - Objetivo Específico

PesoMedTrans - peso real médio transportado face ao peso do militar.

PD - Pergunta Derivada

PDE - Publicação Doutrinária do Exército

PP - Pergunta de Partida

RCA – República Centro-Africana

TIA - Trabalho de Investigação Aplicada

TO - Teatro de Operações

INTRODUÇÃO

O seguinte Trabalho de Investigação Aplicada (TIA), integra a estrutura curricular dos cursos ministrados pela Academia Militar (AM), nomeadamente no curso de Ciências Militares, na especialidade de Infantaria, intitulado-se “Identificação de Requisitos para Desenvolvimento de Exoesqueletos no âmbito da Infantaria – Influência do Sistema de combate do soldado nas funções da secção de atiradores, em ambiente operacional”. Nesta investigação pretende-se caracterizar o esforço associado ao transporte de carga, aplicado aos militares de uma secção de infantaria em ambiente operacional, e a influência do sistema de combate do soldado em cada uma das funções da secção, e perceber que requisitos os exoesqueletos necessitam para serem aplicados em ambiente operacional.

O esforço físico é inerente à condição de um militar, no entanto cada vez mais o militar do Exército Português (EP) é submetido a esforços superiores aos que realmente deveria ser submetido no desempenho das suas funções. “O soldado das Forças Armadas transporta atualmente um peso relativo de equipamento muito significativo, podendo facilmente ultrapassar metade do seu peso médio quando em ambiente tático. O transporte de cargas desta ordem resulta em maiores forças de reação nas articulações e maiores binários de atuação, implicando um maior dispêndio energético e um aumento do risco de lesões músculo-esqueléticas” (Quinto, Gonçalves, & Silva, 2017).

As operações militares exigem aos soldados, muitas vezes, fazer grandes deslocamentos enquanto carregam muito peso. Estes deslocamentos ocorrem, em regra, em áreas onde as viaturas de combate não podem ser usadas devido às características do terreno ou porque a viatura pode ser detetada por forças hostis. Recorrentemente, o sucesso da missão e a sobrevivência dos militares no campo de batalha dependem da velocidade em que o soldado pode cobrir o terreno enquanto carrega o equipamento necessário para a operação (Knapik et al., 2012).

A arma de Infantaria na sua génese implica atividades complexas e com algum grau de dificuldade, daí ser implícito o esforço, que por sua vez irá aumentar os custos metabólicos do militar. Neste sentido, os exoesqueletos surgem como uma solução potencialmente viável para a redução desses mesmos custos metabólicos. Um exoesqueleto é um dispositivo mecânico que mimetiza os movimentos do seu utilizador, aumentando ou restituindo a capacidade física (Crowell et al., 2018).

Embora os militares ao longo do tempo se tenham tornado progressivamente maiores e mais fortes, a carga por eles transportada também aumentou progressivamente ao longo do tempo (Knapik et al., 2012).

Ao soldado de Infantaria é-lhe requerido, por vezes, transportar cargas em terrenos complexos que não são favoráveis à locomoção. Em resposta à carga adicionada, há uma diminuição do tempo necessário para o soldado atingir a fadiga, e há um aumento de lesões musculoesqueléticas crónicas. O soldado de Infantaria tem um impacto direto no conflito armado, pois está na frente do combate, daí ser importante e necessário reduzir assim os impactos negativos do transporte de carga, de modo a aumentar a sua capacidade durante o combate. No entanto, atingir este estado tem sido bastante complicado (Mudie et al., 2018).

O objetivo geral desta investigação é a caracterização do esforço associado ao transporte de carga, aplicado aos militares de Infantaria em ambiente operacional. Neste contexto pretende-se perceber, para cada função da secção, qual a carga associada a cada militar. Desta forma pretende-se analisar o material e equipamento associado a cada função, e face a isso analisar a carga e o esforço associado aos militares que desempenham essas funções. Este trabalho enquadra-se no projeto de investigação ELITE2 – Enhancement Lite

Exoskeleton, que visa o desenvolvimento de exoesqueletos para apoio ao movimento humano, em contexto militar. A caracterização do esforço no âmbito da Infantaria, em contexto operacional, foi iniciada anteriormente pelo trabalho de investigação realizado pelo Alferes Joni Santos “Identificação de Requisitos para Desenvolvimento de Exoesqueletos no âmbito da Infantaria” no qual Santos (2021) analisou a carga associada ao atirador normal em âmbito operacional. Para tal, foram realizados questionários destinados às 6^a, 7^a e 8^a Forças Nacionais Destacadas (FND), presentes na República Centro Africana (RCA), com o propósito de compreender qual o material e equipamento associado a esta posição bem como quais as tarefas associadas a um maior esforço. Assim, face à amostra analisada, concluiu-se que os elementos na função de atirador tinham um peso médio de 77,78 kg, transportando um peso médio superior a 30 kg. Deste modo, o atirador transporta uma carga superior a 35% do peso corporal, uma vez que o peso ótimo transportado face ao peso corporal do militar deverá ser 30% (Reese, 2010). Desta forma, para garantir segurança, é explanado por Fox (2020) que não deve ser carregada qualquer tipo de carga superior a 30% do peso corporal do indivíduo que a transporta.

Atendendo aos resultados anteriormente alcançados e ao interesse e explorar este tema, surgiu a necessidade de alargar o estudo a outras funções da Secção de Atiradores e

estudo, bem como a outras FND, no âmbito do mesmo Teatro de Operações. Indo ao encontro do objetivo principal definido para este trabalho, foram definidos três objetivos específicos (OE).

OE1: Compreender qual o equipamento individual e coletivo específico para cada função dentro da secção de Infantaria, em ambiente operacional;

OE2: Caracterizar a relação entre o peso transportado e o peso médio dos militares, em ambiente operacional;

OE3: Identificar a tipologia de exoesqueletos para utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria.

Alinhados os OE, é possível delinear uma pergunta de partida (PP), que guiará todo o trabalho de investigação, sendo ela, **“Qual a influência do sistema de combate do soldado, em ambiente operacional, num militar de Infantaria?”**.

Posto isto, este trabalho de investigação está dividido em 4 capítulos. No primeiro capítulo é feita uma revisão do estado da arte associada aos exoesqueletos militares, e aos exoesqueletos para membros inferiores com ênfase para os exoesqueletos para o tornozelo, evidenciando as suas valências e aplicações. Também neste capítulo é interpretada a carga associada a um militar, bem como os seus limites e impactos nos militares. No segundo capítulo é apresentada a metodologia usada para levar a cabo esta investigação, segundo um modelo de análise, e identificação dos instrumentos de recolha de dados bem como a seleção e caracterização da amostra para este estudo. No terceiro capítulo é feita a análise dos resultados perante os dados recolhidos da análise documental e dos inquéritos por questionário. No quarto e último capítulo é feita a discussão dos resultados, e posteriormente são tecidas as conclusões, que incluem as limitações e propostas para investigações futuras.

CAPÍTULO 1 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1.1. Ambiente Operacional

O Ambiente Operacional, segundo o EME, na Publicação Doutrinária do Exército (PDE) 3-00 Operações, *“é caracterizado por um conjunto de condições, circunstâncias e fatores influenciadores que afetam o emprego de forças militares e influenciam as decisões do comandante. Para além de todos os sistemas inimigos, adversários, amigos e neutrais dentro do espectro do conflito, inclui também o entendimento do ambiente físico, da governação, da tecnologia, dos recursos locais e da cultura da população local”* (EME, 2012). Desta forma podemos afirmar que o ambiente operacional se traduz num conjunto de fatores e condições que afetam o processo de tomada de decisão do Comandante.

Face ao exposto, o ambiente operacional inclui vários domínios, desde a terra, ao mar e até ao espaço, que em conjunto moldam toda a forma de atuação de uma força em determinado ambiente. Daí ser possível afirmar que o ambiente operacional é diferente para cada operação ou campanha (EME, 2012). De modo a compreender melhor o ambiente operacional as forças terrestres analisam as seis variáveis operacionais, que são a variável política, militar, económica, social, informações e infraestruturas: (EME, 2012).

Em termos de operações militares, as Forças Terrestres, segundo o 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. O PDE 3-01-00, explica que no espaço de batalha existem três tipos de forças terrestres: pesadas, médias e ligeiras, sendo que as forças ligeiras realizam as suas operações de forma apeada, pelo que têm como principal foco atuar em terrenos acidentados ou situações onde é necessário manter contacto com a população: (EME, 2015)

A República Centro-Africana é o teatro de operações (TO) estudado neste TIA, e apresenta um clima tropical, mais húmido a norte do país e na zona de floresta equatorial a sul. Os movimentos das forças são condicionados na altura da estação de chuvas que ocorre de março a outubro, eventualmente até novembro, onde há ocorrência diária de fortes chuvas, que condicionam gravemente caminhos de terra utilizados neste TO (Varino, 2018). Durante a estação de chuvas as temperaturas variam entre os 19°C e os 30°C (Encyclopædia Britannica, 2023). Já na estação mais seca, que ocorre entre novembro e fevereiro, ocasionalmente até março, as temperaturas variam entre os 18°C e os 40°C, sendo esta

estação caracterizada por um ar bastante seco e uma amplitude térmica considerável (Encyclopædia Britannica, 2023).

Sendo assim, segundo Santos (2021) a Infantaria, em função do ambiente operacional em que desenrola as suas operações, tem por vezes necessidade e obrigação de realizar operações apeadas, que implicam a execução de vários movimentos e posições, bem como transportar equipamento e armamento sem o qual não é possível cumprir a missão atribuída.

1.2. Exoesqueletos

Os primeiros exoesqueletos, segundo Tejera et al (2021), foram desenvolvidos no século XIX no antigo Império Russo por Nicholas Yagn. Estes exoesqueletos que na altura não possuíam este nome, eram designados por aparelhos que facilitavam a forma de andar, correr e saltar (Yagn, 1890). Na perspetiva de Yagn (1890) o objetivo destes aparelhos era diminuir o cansaço das pessoas em atividades simples do dia a dia. A conceção destas estruturas marcou o ponto de partida para a criação dos exoesqueletos da atualidade, mantendo desde então o princípio para o qual eles foram designados, facilitar movimentos e consequentemente tornar tarefas difíceis mais fáceis de realizar (Tejera et al, 2021).

Desta forma podemos definir um exoesqueleto como um dispositivo mecânico com uma estrutura semelhante a uma pessoa, que é colocado pelo seu operador de modo a aumentar a sua capacidade ou a reestabelecer movimentos que antes não era capaz de executar (Herr, 2009). Numa outra perspetiva, Osipov (2019) considera um exoesqueleto como um sistema robótico, que assume as mesmas capacidades de um exoesqueleto meramente mecânico. Nesta medida à interação que existe entre o homem e a máquina, damos o nome de sistema do tipo exoesqueleto. Este mecanismo combina a inteligência humana e o poder da máquina para que estas se complementem, e seja possível maximizar este sistema (Yang, 2008).

Os exoesqueletos ao longo do tempo, devido aos avanços tecnológicos e aos diferentes cenários em que os mesmos podem ser aplicados, adquiriram formas diferentes de interagir com o corpo humano (Zhou Jia-Yong et al, 2020). Assim, os sistemas exoesqueletos podem ser categorizados como ativos ou passivos. São considerados sistemas ativos aqueles que são iniciados por atuadores, como motores elétricos, hidráulicos ou alavancas, recorrendo a fontes externas de energia. Um sistema passivo não recorre a fontes externas de energia, apoiando o movimento humano através de sistemas mecânicos como molas ou amortecedores. (McGowan, 2018).

A diversidade de situações em que os exoesqueletos podem ser utilizados, acaba por influenciar também o seu propósito. Deste modo, Young e Ferris (2016) consideram a existência de três tipos principais de exoesqueletos em função do seu objetivo para o ser humano. O primeiro tipo de exoesqueleto está associado ao aumento das capacidades humanas, sendo este projetado para aumentar as capacidades de um ser humano saudável e levá-las para lá do que é considerado normal. O segundo tipo, está associado à reabilitação de pessoas com deficiências neurológicas para executar tarefas do dia a dia, como caminhar ou outros movimentos que afetem a sua mobilidade. Estes têm o objetivo de ajudar as pessoas a realizar determinados movimentos, com vista à recuperação ou correção. O terceiro e último tipo, prende-se com a tecnologia assistida, que assenta em exoesqueletos robóticos que auxiliam o movimento de indivíduos com deficiência, atuando numa habilidade que o utilizador não tem mais, por um longo prazo.

Uma outra forma de categorizar os exoesqueletos é quanto à sua estrutura, podendo ser flexível ou rígida. Um exoesqueleto rígido é constituído na sua génese por estruturas não deformáveis feitas de metal ou plástico. Pelo contrário, um exoesqueleto flexível é constituído essencialmente por materiais complacentes, como os têxteis. Este último pode ser designado de exofato (*exo-suit*) (Asbeck et al, 2015).

A tabela nº 1 apresenta a categorização de exosqueletos, de forma abrangente, consoante as suas características e propósitos.

Tabela n.º1- Modelo de Categorização de Exoesqueletos

Parte do Corpo	Estrutura	Ação	Tipo de alimentação	Objetivo	Área de aplicação
Corpo Inteiro			Atuador elétrico	Performance	Militar
Membros Inferiores	Rígida	Ativo	Atuador hidráulico		Clínico
Membros Superiores			Atuador pneumático		Industrial

Segmento específico	Mole	Passivo	Híbrido		Pesquisa
Articulação específica			Sistemas mecânicos	Reabilitação	Civil
Outro			Outros		Outros

Fonte: Tejera (2021)

Com base nesta tabela, os exoesqueletos podem dividir-se em exoesqueletos para o corpo inteiro, membros inferiores, membros superiores, segmentos específicos ou articulação específica consoante a parte do corpo para que o exoesqueleto é concebido. De uma outra forma, os exoesqueletos podem ser agrupados consoante a sua estrutura e o seu modo de ação, podendo ser rígidos ou moles, bem como ativos ou passivos, respetivamente.

A tabela nº 1 expõe, também, a possibilidade de os exoesqueletos de serem categorizados consoante o tipo de alimentação, o objetivo e a área de aplicação para a qual são designados, com especial ênfase para o âmbito de aplicação militar.

1.2.1. Exoesqueletos para membros inferiores

As pessoas durante a sua vida têm sempre a necessidade de se deslocar, sendo a locomoção uma atividade habitual para a toda a população, no entanto à medida que as pessoas vão ficando mais velhas, surgem lesões que desgastam as articulações e os tendões, que acabam por resultar em lesões que afetam o seu sistema musculoesquelético e o sistema neurológico (Quinto et al, 2017).

No caso dos militares, o risco destas lesões aparecerem é muito elevado: (Department of Defence 2000). Normalmente estas lesões estão associadas ao levantamento e transporte de carga, especialmente quando combinado com um contexto de fadiga (Skeehan et al. 2009).

Deste modo, e de forma a desenvolver tecnologia com capacidade para aumentar as capacidades e reduzir o risco de lesão, começaram a ser desenvolvidos exoesqueletos para membros inferiores (Mosher, 1967). Desta forma os exoesqueletos para membros inferiores

são normalmente usados para reabilitação dos membros inferiores, aumento da capacidade do operador e para dar assistência ao movimento (Chen, 2016).

Os primeiros a serem desenvolvidos remontam à década de 60, quase em paralelo entre grupos de pesquisa dos Estados Unidos e da antiga Jugoslávia. Estas pesquisas tinham, em alguns casos, propósitos militares (Mosher, 1967)

Durante os anos 60 a General Electric e a Marinha dos Estados Unidos desenvolveram vários projetos para exoesqueletos destacando-se o Hardiman I em 1965, um exoesqueleto projetado para aumentar a força e resistência do operador (Mackinson, 1971). No entanto não teve muito sucesso devido a problemas de estabilidade (Baldovino & Jamisola Jr, 2017).

Nas últimas décadas também têm sido feitos grandes esforços para o desenvolvimento de exoesqueletos para membros inferiores. Nessa área surgem exoesqueletos como o *Biomechanical Design of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton* (BLEEX), o exoesqueleto Sarcos, e o HAL (Dollar & Herr, 2008).

O BLEEX, é um exoesqueleto vocacionado para o transporte de carga, e carrega consigo a sua bateria. Possui sete graus de liberdade (DOF), três na anca, um no joelho e 3 no tornozelo (Zoss et al, 2006). O BLEEX permite que o operador caminhe com uma velocidade média de 1,3 m/s com uma carga de 34 kg, sendo este dispositivo sensível a torques e às forças produzidas pelo operador sem usar sinais emitidos por este (Kazerooni, 2006).

O *Naval Aeronautical Engineering Institute Exoskeleton Suit* (NAEIES) foi desenvolvido com o objetivo de transportar cargas pesadas em vários tipos de terreno, bem como para aumentar a velocidade dos militares aquando da realização desse transporte. O NAEIES possui seis DOF em cada perna, distribuídos pela anca, joelhos e tornozelo. Há medida que o operador vai caminhando vários sensores de força e torque são usados para detetar as mudanças de terreno durante a caminhada (Gui et al, 2007). Este exoesqueleto possui motores DC e pode ser usado para além de fins militares, em montanhismo, combate a incêndios e situações de regaste em desastres (Herr, 2009). O exoesqueleto Sarcos também foi designado para fins militares, e possui uma fonte de alimentação autónoma para o militar. Possui atuadores hidráulicos rotativos e usa a deteção de força para controlar o movimento (Yana et al, 2015). O exoesqueleto usa também uma variedade de sensores para determinar a força e posição do sistema (Karlin, 2011).

Todos os exoesqueletos acima descritos referem-se ao aumento da performance do utilizador, e têm o objetivo de realizar tarefas que exijam o transporte de uma grande carga associada, no entanto, os exoesqueletos para membros inferiores também podem ser utilizados para reabilitação. Desta forma, e para desempenhar essa função surgem exoesqueletos como HAL, o ReWalk e o VanderBlit Exoskeleton (Rupall et al, 2016).

O exoesqueleto *Hybrid Assistive Limb* (HAL) foi desenvolvido pela Universidade de Tsubuka e pela empresa Cyberdyne no Japão. Este possui várias versões, de acordo com o objetivo pretendido, podendo um destes ser a reabilitação (Kawamoto et al, 2009). O exoesqueleto possui versões para corpo inteiro (23kg), membros inferiores (15kg) e também versões só para uma perna. A bateria possui uma autonomia de duas horas e meia, e os mecanismos de atuação da anca e dos joelhos são baseados em motores DC, enquanto a articulação do tornozelo é controlada passivamente (Viteckova et al, 2013).

O ReWalk é um exoesqueleto utilizado para fins medicinais e terapêuticos. Desenvolvido pela Argo Medical Technologies Inc., o ReWalk possui motores DC nas articulações da anca e do joelho, os mecanismos de alimentação são através de baterias recarregáveis, que têm capacidade para aguentar um dia de utilização. As baterias são transportadas por intermédio de uma mochila (Talaty et al, 2013). O dispositivo é personalizado e dimensionado para cada paciente, e o utilizador consegue ter um controlo remoto sobre o exoesqueleto a partir do seu braço. Assim consegue realizar várias tarefas, desde iniciar a marcha, a levantar ou sentar. Uma das limitações deste dispositivo é que o mesmo não garante equilíbrio sem o apoio de muletas: (Mohammed & Amirat, 2009).

A Universidade de Vanderbilt nos Estados Unidos desenvolveu o exoesqueleto Vanderbilt no Centro de Mecatrónica Inteligente. O Vanderbilt pesa aproximadamente 12 kg, e da mesma forma que os exoesqueletos acima apresentados, possui atuadores nas articulações da anca e do joelho. Este exoesqueleto foi projetado para fornecer assistência na marcha para pessoas com lesões musculoesqueléticas. O dispositivo é modular e dividido em três partes, para que o usuário mesmo que esteja numa situação de cadeira de rodas consiga colocar o aparelho. Este exoesqueleto está limitado ao peso de utilizador de 91 kg (Farris, 2014).

No âmbito do Exército, e em particular na Infantaria, os militares realizam a maioria das atividades em terreno aberto, pelo que é requerido que estes militares tenham uma força e desembaraço superior, já que os músculos mais recrutados são os dos membros inferiores, para a realização de atividades como caminhar, correr, ajoelhar e até rastejar (Yu et al, 2014).

Daí ser importante o desenvolvimento deste tipo de exoesqueletos para aplicação no Exército e na Infantaria, em ambiente operacional.

A figura nº 1 apresenta os exoesqueletos para membros inferiores referenciados no presente subcapítulo.



(a) BLEEX (b) NAEIES (c) Sarcos (d) HAL (e) ReWalk (f) Vanderbilt

Figura n.º 1- Identificação de exoesqueletos para membros inferiores

Fonte: Rupal et al (2016)

Com base na figura nº 1 podemos verificar as diferentes tipologias de exoesqueletos para membros inferiores consoante o objetivo para o qual são designados, em que o BLEEX, o NAEIES e o Sarcos são exoesqueletos para aumento da performance, e o HAL, o ReWalk e o Vanderbilt são concebidos para reabilitação.

1.2.2. Exoesqueletos com foco para o tornozelo

Estatisticamente a população idosa no mundo ultrapassa 10% da população mundial, e por outro lado as pessoas que sofrem distúrbios musculares ou de doenças neurológicas que afetam a locomoção também está a aumentar. Posto isto os serviços de saúde têm mostrado interesse em desenvolver e usar exoesqueletos para membros inferiores para ajudar a restaurar e aliviar os cuidados de saúde dos pacientes (Li et al, 2015).

Nesta linha de pensamento os exoesqueletos para os membros inferiores são projetados para suportar as funções anatómicas de seis articulações principais dos membros inferiores do corpo humano, sendo estas na anca, no joelho e no tornozelo, estando associadas a sete graus de liberdade por membro.

Assim o tornozelo é a articulação que assume maior preponderância na locomoção porque nela assenta todo o peso do corpo e pode realizar movimentos em 3 eixos diferentes (Weerasingha et al, 2018), sendo estes a flexão plantar-dorsiflexão, a eversão-inversão e a abdução adução (Hamill & Knutzen, 2015).

Desta forma, os exoesqueletos desenvolvidos para o tornozelo são classificados segundo a Tabela n.º1 presente na Secção 1.2 de acordo com o tipo de alimentação do exoesqueleto.

O *Portable Ankle Foot Orthosis* (PAFO) desenvolvido em 2015 pelo Instituto de Tecnologia de Pequim é um exemplo de um exoesqueleto que é movido por atuadores elétricos, e auxilia na flexão plantar e dorsiflexão para o tratamento de lesões no tornozelo. No entanto acaba por ser muito pesado e volumoso para ser usado no dia a dia (Bai et al, 2015).

Outro exemplo de um exoesqueleto com o mesmo tipo de atuação foi desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts com o nome de *Autonomous Battery Powered Exoskeleton*, e permite a redução dos gastos metabólicos durante o transporte de carga. A sua implementação tornou-se bastante viável devido à sua autonomia, e o seu reduzido peso de aproximadamente 4 kg (Mooney, 2014).

Nesta linha a Universidade de Delf desenvolveu o *Achilles Ankle Exoskeleton* para dar assistência a pessoas durante a marcha. Para isso usa atuadores elásticos em série, que funcionam através de uma atuação motorizada com elementos da mola elástica conectados em série. O mecanismo é composto por três subunidades, duas botas que incluem os atuadores elásticos em série, para transmitir força à perna, vários sensores e uma mochila que contém baterias e todo o sistema de gestão de energia (Van Dijk, 2017).

Com o mesmo tipo de atuação, a Universidade de Carnegie Mellon desenvolveu um exoesqueleto que fornece um aumento da velocidade, um aumento da amplitude de movimento do tornozelo, apresentando um peso inferior a 1 kg, sendo extremamente leve. Este dispositivo serve como uma plataforma universal para testar a influência de soluções de atuadores elétricos para ajudar na locomoção (White, 2015).

Com o mesmo objetivo de auxiliar a flexão plantar e dorsiflexão para tratamento de lesões no tornozelo, a Universidade de Illinois desenvolveu o *Portable Powered Ankle-Foot Orthosis* (PPAFO). No entanto este exoesqueleto é pneumático. Este sistema recicla os gases de exaustão do ciclo de flexão plantar e projeta-os para o ciclo de dorsiflexão, de modo a prevenir o desgaste aquando do movimento de caminhar (Shorter et al., 2011). A Universidade de Harvard em 2011, também desenvolveu um sistema que atua de forma pneumática. O conceito deste sistema prende-se com um aparelho flexível que tem vários sistemas musculo-artificiais que imitam a morfologia e funcionalidades dos músculos para

conseguir controlar o movimento da flexão plantar-dorsiflexão e da inversão-eversão (Park, 2011).

Em Portugal também foi desenvolvido um projeto para a criação de uma estrutura de exoesqueleto para o tornozelo capaz de cumprir os requisitos para ser utilizado em operações militares. Este protótipo foi desenvolvido com recurso a tecnologias de digitalização 3D. Foi ainda realizada uma avaliação deste protótipo com 30 indivíduos e foi concluído que o exoesqueleto tem capacidade para reduzir os gastos metabólicos durante a marcha, possuindo características que possibilitam a sua utilização em ambiente operacional (Quinto et al, 2022).

1.2.3. Exoesqueletos militares

A necessidade de realizar e concluir com sucesso as suas operações é fulcral num Exército, desta forma a Infantaria está intrinsecamente ligada à sua consagração, daí a mesma necessitar de militares competentes tanto física como psicologicamente. Deste modo o militar de Infantaria caracteriza-se por ser dotado de um espírito de sacrifício extremo, de boa capacidade de perseverança, solidariedade, generosidade, camaradagem e boa capacidade física, para que assim seja capaz de suportar a fadiga inerente ao cumprimento da sua missão (Pereira, 2010). No entanto ao longo dos anos o equipamento individual dos soldados tem vindo a aumentar, como resultado do facto das missões serem cada vez mais exigentes. Assim os soldados requerem mais equipamento de forma a reunirem condições para a realização das operações (Knapik et al, 1996).

Ao adicionar mais peso ao soldado é inevitável que este se torne mais suscetível a lesões musculo esqueléticas (Department of Defense, 2000). De modo a minimizar este efeito da carga nos militares os exoesqueletos surgem para facilitar as tarefas normais da infantaria no terreno, como andar e correr.

Segundo Farris (2023), os exoesqueletos militares podem ser categorizados consoante o seu uso:

- Operacionais - São usados em casos em que o exoesqueleto é usado por um longo período, na impossibilidade de serem armazenados ou de lhe ser provido suporte, como por exemplo em patrulhas apeadas.

- Suporte - São usados em cenários em que os exoesqueletos são utilizados por curtos períodos e para tarefas específicas e com acesso a energia, e depois podem voltar a ser armazenados, normalmente usados por técnicos e mecânicos de veículos.

Um dos primeiros exoesqueletos associados aos militares a ser lançado e ter sucesso, é o LIFESUIT, desenvolvido por um Ranger americano há duas décadas, chamado Monty Reed, que sofreu uma lesão na coluna devido a uma falha de um paraquedas. Este exoesqueleto tem como finalidade permitir aos paraplégicos voltar a andar (Kopp, 2011). No entanto, outros países desenvolvidos acabaram por ao longo de vários anos investir na área dos exoesqueletos militares (Zhou Jia-Yong et al., 2020). Raut et al. (2021) desenvolveu e analisou um exoesqueleto projetado para carregar um peso de cerca de 50 kg e com uma velocidade de 1,54 m/s. Neste sentido, o exoesqueleto foi criado para ser o mais resistente e leve possível, construído com materiais leves e com elevadas propriedades mecânicas. Ainda podemos acrescentar a estas valências, o seu baixo custo, e o seu fácil manuseamento em combate.

A empresa americana Suit X também desenvolveu o MAX (Modular Agile Exoskeleton). Este exoesqueleto permite um suporte robusto para o sistema musculoesquelético do operador, permitindo-lhe executar tarefas intensas várias vezes com mais facilidade (Zhou Jia-Yong et al., 2020).

A empresa canadiana MAWASHI desenvolveu um exoesqueleto chamado UPRISE que redireciona 50 a 80% da carga transportada pelos ombros do soldado para o chão, de modo que o peso sentido pelo utilizador seja consideravelmente menor. Os militares equipados com este exoesqueleto conseguem rastejar, escalar e realizar outras ações sem que a sua capacidade de se movimentar seja prejudicada (Zhou Jia-Yong et al., 2020).

A Rússia através da empresa JSCGB desenvolveu também o exoesqueleto K2, que distribui o peso nos ombros para outras partes do corpo, podendo os militares que usam este exoesqueleto andar de uma forma mais confortável com uma mochila de 50 kg (Zhou Jia-Yong et al., 2020).

O exoesqueleto Hércules foi desenvolvido pela empresa francesa RB3D e é maioritariamente composto por pernas, braços e um suporte para as costas eletromecânico. Com este exoesqueleto o utilizador consegue transportar uma carga de 100 kg e tem uma bateria que permite andar até 20 km a uma velocidade de 4 km/h (Mengü et al., 2014).

Uma empresa turca desenvolveu também um exoesqueleto denominado ASYA, que possui os seus motores e mecanismos de transmissão afastados da cintura, diminuindo assim o peso das partes móveis e habilita o soldado a uma locomoção com menor resistência, fazendo com que este se desloque mais rápido. Com este sistema é possível melhorar o potencial de combate do soldado em 25% (Zhou Jia-Yong et al., 2020).

Dada esta vasta diversidade de dispositivos com capacidade para ajudar no manuseamento e transporte de cargas, é importante que os militares comecem a apostar na implementação destes facilitadores para diminuição do risco de lesões e aumento da produtividade (Proud, 2022). O mesmo autor, Proud (2022), conclui, também, que os requisitos para os exoesqueletos serem implementados no Exército já estão presentes na maioria dos exoesqueletos desenvolvidos na indústria, tendo em conta uma das atividades mais frequentes, o transporte de carga. No entanto para os exoesqueletos serem totalmente introduzidos no seio do Exército também terão de ter capacidade para responder a outras tarefas, tais como o peso excessivo de cargas externas, assimetria de cargas e também a integração de exoesqueletos com o equipamento do militar. Esta conclusão concorre para uma das conclusões de Santos (2021) que refere que os exoesqueletos para serem utilizados em ambiente operacional têm de se adequar a uma variedade de movimentos e posições inerentes às operações de combate, dando ênfase a transposição de obstáculos, posições de tiro e entrada e saída de viaturas.

A figura nº 2 demonstra os exoesqueletos militares abordados ao longo da investigação.



(a) MAX (b) UPRISE (c) K2 (d) HÉRCULES (e) ASYA (f) HAL

Figura n.º 2: Identificação de exoesqueletos militares

Fonte: Zhou Jia-Yong et al (2020)

Com base na figura nº 2 é possível evidenciar as características referidas anteriormente sobre cada um dos exoesqueletos, e perceber as suas valências.

1.3. Carga

Considera-se uma carga qualquer objeto suscetível de ser movido por um ou vários trabalhadores. O peso, tamanho, natureza e centro de gravidade da carga constitui um risco para a saúde do trabalhador que a manipula (Monteiro, 2014).

Desta forma e interligada com esta definição está a de movimentação manual de cargas, na qual se enquadram as atividades de transportar, agarrar, sustentar, empurrar, puxar ou deslocar uma carga, por um ou mais trabalhadores. Esta operação faz com que o próprio corpo seja o instrumento de trabalho do trabalhador, estando por isso sujeito a vários perigos e riscos inerentes a esta atividade (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2007).

Segundo Zárate (2001) se considerarmos um dia de trabalho com 8 horas, em que é executado um determinado transporte de cargas por um trabalhador, analisamos dois valores referentes à distância, superior e inferior a 10m. Quando o transporte da carga é feito numa distância superior a 10 m não devem ser carregados mais de 10000 kg (carga acumulada) passando esse valor para 6000 kg para uma distância inferiores a 10m.

Segundo Majumdar (2010) o movimento manual de carga é uma atividade universal e uma tarefa indissociável do dia a dia de um militar. Muitas vezes devido aos requisitos da missão ou aos recursos escassos e limitados, os militares dependem apenas de si e da sua capacidade para se moverem para transportar o seu equipamento individual. A sobrecarga a que os militares estão sujeitos, acaba por se tornar crítica em situações que levam o militar a um cansaço excessivo, prejudicando a capacidade de combate do soldado (Knapik et al, 2012).

1.3.1. Limites da Carga

Até ao final do século XVIII, a carga que as tropas transportavam consigo raramente ultrapassava os 15 kg, tendo em conta que o peso extra era normalmente transportado por animais, nomeadamente, pelos cavalos. Depois do século XVIII os exércitos tornaram-se mais disciplinados e exigiam que os seus militares transportassem mais carga (Lothian, 1921).

Com o aumento da carga associada aos militares, a Europa começou a fazer esforços para reverter esta situação, e em 1908 o Comité sobre Efeitos Fisiológicos, Treino e Vestuário do Soldado desenvolveu um método melhorado do sistema de transporte de carga que seria usado na Primeira Guerra Mundial. No entanto em 1920, o Conselho Consultivo

de Higiene do Exército britânico recomendou que a carga do soldado não ultrapassasse os 20 kg ou um terço do peso corporal do militar (Knapik, 1997).

Entre 1948 e 1950 foram realizados estudos pelo exército dos Estados Unidos e denotaram que os estudos anteriores ignoravam a missão do soldado como um ator individual dentro do escalão tático que operava. Com este estudo percebeu-se que as cargas dos soldados variavam de 25 kg a 50 kg para atirador normal e municionador, respectivamente. Mais tarde e em cooperação com a Surgeon General's Office, foi determinado que era necessário reduzir a carga dos soldados para o combate ser mais eficaz. Considerando os gastos metabólicos e o stress a que os soldados estão sujeitos foi recomendado que 18 kg fosse o peso transportado pelo soldado nas piores condições, sendo que 25 kg seria a carga máxima enquanto os soldados estivessem num deslocamento (Bailey & McDermott, 1952).

Mais tarde, cerca de uma década depois a U.S. Army Infantry Combat Developments Agency (ADEA) reforçou os estudos feitos em 1950 pelo Exército dos Estados Unidos, e recomendou a carga de 18 kg ou 30% do peso corporal para um militar em combate, e de 25 kg ou 45% do peso corporal para um soldado em deslocamento (USACDA, 1964).

A ADEA (1987) chamou à carga transportada pelo soldado de "carga de combate", que era definida como o equipamento essencial para a missão, de modo a dar a capacidade aos soldados de lutar, sobreviver e completar a sua missão de combate.

Assim a carga de combate foi dividida em carga para combate iminente e carga de marcha de aproximação. A carga para combate iminente era carregada quando o contato com o inimigo era esperado ou a descrição era necessária. Consistia nas roupas do soldado, equipamento individual como o capacete, a arma, as rações, baioneta e munições. A carga da marcha de aproximação era transportada em operações mais prolongadas, que inclui a mochila, e toda o material extra contemplado na mesma (Army Field Manual, 1990)

No entanto tudo isto não foi suficiente para que a carga transportada pelos militares fosse diminuindo, pelo contrário, ela aumentou substancialmente durante os anos, sendo que um militar, atualmente, transporta em média 45 kg durante as suas operações. (Seay, 2015). Em 2017 na *4th International Congress on Soldiers' Physical Performance* houve um claro consenso sobre a percepção de quais as áreas de prioridade de pesquisa que influenciam a saúde e o desempenho físico dos militares. Constatando-se que o desempenho do soldado era prejudicado pelo transporte de carga, e pelo peso do equipamento individual (Lovalekar, 2018). Nos Estados Unidos a incidência de incapacidade no Exército aumentou 6 vezes desde os anos 80, tendo como mecanismo de eclosão, o transporte de carga (Seay, 2015).

Desta forma, os estudos de Kollock et al (2018) e Orr et al (2015) vêm comprovar que o transporte de carga militar com peso excessivo, que em combate ou em treino, se constitui como uma das principais causas para a maioria das lesões apresentadas pelos militares. Este estudo indica também que estas cargas excessivas projetam nos militares lesões musculoesqueléticas, com foco para os membros inferiores e a região dorsal. Rice et al. (2017), no seu estudo concluiu que os militares depois de transporte de cargas pesadas, acabam por ter alterações significativas no seu padrão de marcha.

Na sequência dos estudos acima referidos, Knapik et al (2012) e Orr et al (2017) afirmam que as lesões mais comuns em militares, em função do excesso de carga, vão desde fraturas, a danos nos ligamentos e podem chegar até a afetar o sistema nervoso. Todas estas lesões afetam os militares, que conforme Reynolds (1999) no seu estudo, denotou que os membros inferiores eram os mais atingidos por lesões músculo-esqueléticas, sendo as articulações dos joelhos, do tornozelo e do pé as mais afetadas.

Mais tarde, Orr et al (2016) realizou um estudo a fim de comparar o efeito da carga em militares de sexos diferentes que acaba por afetar os militares de maneira similar, no entanto no caso do sexo feminino apresentam duas vezes mais lesões nos pés do que os militares no sexo masculino, no entanto os militares do sexo masculino sofrem lesões associadas aos tornozelos, sendo a região mais afetada dos membros inferiores.

Posto isto, é possível verificar que os militares durante a realização das suas operações transportam um peso excessivo que se traduz num impacto negativo no desempenho fisiológico dos mesmos, pondo em causa a sua capacidade para completar devidamente as missões atribuídas, desta forma é imperativo diminuir o peso da carga para minimizar a fadiga (Boffey et al, 2019). Este aumento do peso pode estar relacionado com o uso de equipamento de proteção individual, ou outro equipamento que é inerente às diferentes funções que os militares desempenham nas operações (Fish & Scharre 2018).

Tendo em conta a análise feita e os estudos apresentados, Crowell et al (2018) refere que os exoesqueletos se apresentam como uma solução viável para colmatar algumas das lesões. No entanto os exoesqueletos deveriam ser capazes de distribuir o peso da carga ao longo de todo o corpo do militar, conferindo-lhe conforto e potenciando a sua mobilidade.

Assim, concluiu que à luz destes resultados é inquestionável que o fator mais prejudicial para a saúde fisiológica dos militares é o transporte de carga e o peso excessivo do equipamento individual. Tendo estes aspetos impacto fisiológicos imediatos nos militares.

1.3.2. Carga do militar português e comparação com países NATO e potências mundiais

Como referido na presente investigação, o transporte de carga mantém-se ao longo dos anos como uma atividade comum para muita gente, sendo que os militares sofrem especialmente disto, uma vez que estão sujeitos a esse efeito, sendo muitas vezes necessário que transportem consigo mais de 31 kg (Department of Army Headquarters, 2022). Sabe-se, também, que as cargas que os soldados transportam não têm só impacto no soldado enquanto um indivíduo, mas também na organização Exército como um todo (Orr, 2015).

A figura nº 3 apresenta a carga da função de atirador, em ambiente operacional do EP.

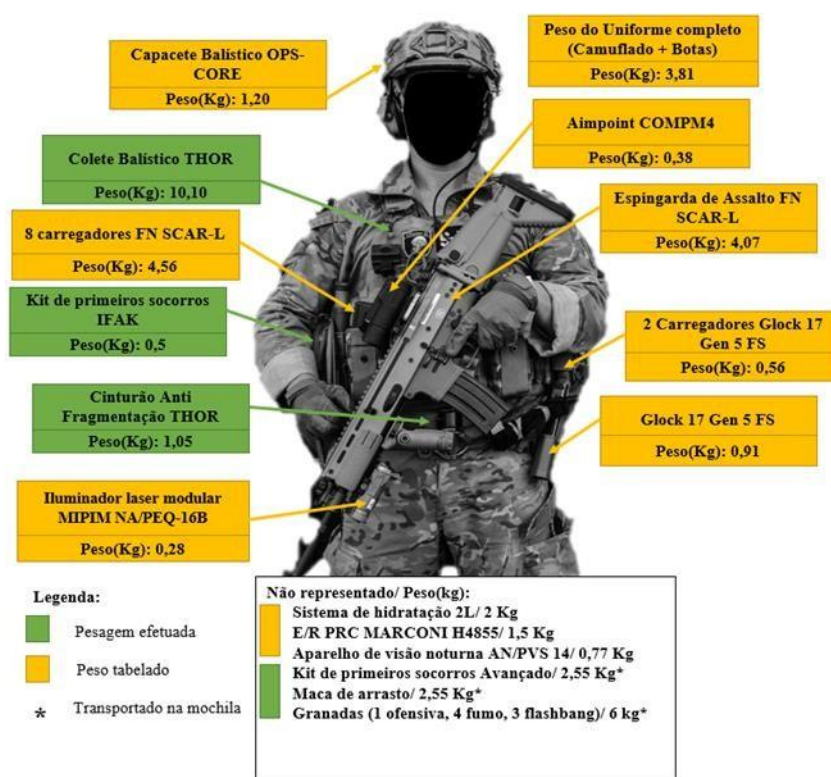


Figura n.º 3: Carga do militar do EP

Fonte: Santos (2021)

Com base na figura n.º- 3, podemos perceber que o militar em ambiente operacional para conseguir desempenhar as suas funções, necessita de equipamento específico, que lhe irá conferir mais peso. Associado a isso está o aumento da carga e do esforço a que o militar vai estar sujeito.

O peso total do sistema de combate do atirador português destacado para uma Força Nacional Destacada (FND) na RCA, conforme a figura nº 3, é de aproximadamente 40 kg.

No caso dos Estados Unidos, a carga para um militar varia de acordo com as tarefas que realiza, normalmente para um militar que realize as tarefas diárias normais a carga varia entre 10 e 25 kg, já um militar em aprontamento, equipado para realizar operações táticas o peso pode ir até 40 kg (Keeler, 2014).

Soldados australianos destacados em Timor-Leste, durante o período de 2002 a 2004, carregavam cargas a rondar os 45 kg (Paulson, 2006). Da mesma forma, nos dias de hoje os soldados britânicos, espanhóis e alemães transportam consigo cargas que variam dos 25 kg e os 45 kg, tendo em conta a tipologia de operação (Orr, 2021).

No entanto a carga de um militar não varia só consoante a especialidade, seja ela Infantaria, Artilharia ou Cavalaria, também varia dependendo da função que os militares desempenham, desde os comandantes de secção, a atiradores granadeiros, ou atiradores de metralhadoras ligeiras (Dean, 2005). Variando a carga de acordo com a função que os militares acarretam consigo, a carga transportada também irá variar de acordo com as diferentes tarefas que eles realizam na sua unidade, podendo ser-lhes solicitado transportar cargas por múltiplos períodos, e por variadas distâncias (Orr, 2012).

1.3.3. Generic Open Soldier Systems Architecture (GOSSRA)

O GOSSRA é um projeto desenvolvido no âmbito da Preparatoy Action on Defense Research incluído no tópico de Proteção da força e sistemas de combate do soldado avançados. Este projeto teve início em 2018, e tem uma duração de 23 meses, para o qual a União Europeia (EU) disponibilizou 1,5 milhões de euros. Este engloba empresas da Alemanha, Espanha, Polónia, Portugal, Itália, Suécia e Países Baixos.

Este projeto tem como objetivo desenvolver uma arquitetura de referência para sistemas de combate do soldado moderno, de modo a proceder a uma padronização. A arquitetura, destina-se a ser usada em nível da UE/NATO como referência de melhores práticas para sistemas de soldados específicos a serem adquiridos.

De modo a desenvolver esta investigação, o projeto divide-se em vários documentos com sete volumes cada um relacionado com várias diretrizes pressupostas na estrutura de arquitetura da NATO. Face ao exposto as diretrizes que este projeto alberga são:

- A vertente das Capacidades;
- A vertente Operacional;
- A vertente direcionada para Serviços;
- A vertente orientada para Sistemas;

- A vertente Técnica;
- A vertente da Segurança.

Estas diretrizes destinam-se a desenvolver sistemas de software, sistemas eletrônicos, sistemas de transmissão de dados, sensores, sistema de interface humana e sistemas de comando e controlo (NATO, 2020).

De modo a alcançar a maioria das necessidades operacionais, é importante classificar e descrever as diversas áreas que envolvem a vertente das capacidades, com a finalidade de projetar um sistema de combate do soldado holístico. Face ao exposto, prevê-se que um soldado apoiado pelo seu sistema de combate deva estar capacitado a deslocar-se e a navegar, quer montado quer apeado em qualquer ambiente ou condição meteorológica.

Assim pretende-se que o seu sistema de combate confira maior mobilidade, reduzindo ao mínimo os requisitos de tamanho, peso e potência. Em terrenos que a mobilidade seja condicionada, requerem-se exoesqueletos para ajudar neste aspeto. Este sistema apresenta-se como modular e configurável de acordo com a missão, de maneira que o tamanho, o peso e consumo de energia sejam otimizados para atingir o nível de mobilidade desejado. Em certos terrenos difíceis, um módulo adicional que fornece força adicional ao soldado por meio de exoesqueletos ou outros meios inovadores para ajudar a melhorar a mobilidade (NATO, 2020).

Os exoesqueletos podem também ser usados para melhorar a efetividade operacional do sistema de combate do soldado, usando matérias avançadas para a roupa, através de exofatos (*exosuits*), com capacidade para reduzir a assinaturas multiespectrais do soldado (NATO, 2020).

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA

O capítulo da metodologia tem como principal objetivo enfatizar os processos metodológicos adotados no decorrer da presente investigação, como demonstram Marconi & Lakatos (2003) o método científico constitui-se como uma ferramenta a partir da qual se obtém a validade e veracidade do conhecimento, tornando-se imprescindível a sua importância no decorrer da investigação, permitindo delinear um caminho e auxiliar nas decisões a tomar.

Deste modo surgem diversos métodos de investigação, no entanto, normalmente assumem a forma de método de investigação fundamental e método de investigação aplicada. “A investigação aplicada tem por objetivo encontrar uma aplicação prática para os novos conhecimentos, adquiridos no decurso da realização de trabalhos originais” (Carvalho, 2009, p. 42). Tendo em conta a definição acima referenciada podemos dizer que este TIA seguirá um método de investigação aplicada que permite que as aplicações dos conhecimentos obtidos sejam de cariz prático para futuros trabalhos neste âmbito.

Na investigação científica existem vários tipos de raciocínio entre os quais o dedutivo, o indutivo e hipotético-dedutivo que estão intrinsecamente ligados a três métodos de investigação (Sarmiento, 2013, p. 9). Segundo Rosado (2017, p. 118) o método indutivo baseia-se “em análises de dados e de resultados sobre o fenómeno particular com o intuito de alcançar a generalização teórica”. Este TIA segue este método de investigação pois são analisados dados em função de um fenómeno em particular, que neste TIA se enquadra na análise do peso transportado em função do peso médio dos militares em cada função dentro da secção em ambiente operacional.

Este projeto de investigação teve início no ano letivo 2021/2022, no primeiro semestre, na unidade curricular de Metodologia de Investigação Aplicada ao TIA onde foi definido o título, bem como a PP e as PD inerentes ao trabalho de investigação.

Desta forma, a estrutura e formatação deste trabalho de investigação reportam à norma de execução permanente (NEP) 522/1.^a/AM, Normas para a Redação de Trabalhos de Investigação. As normas *American Psychological Association* (APA) complementam esta norma de execução permanente (NEP) como suporte de referência para citações e referências bibliográficas

2.1 Definição de Objetivos

Os objetivos específicos, segundo Minayo (2010) atuam como ferramentas que permitem responder ao que é pretendido com a investigação, desta forma pretendem alcançar o objetivo geral proposto pelo autor do trabalho. Sendo assim, face ao objetivo geral (Apêndice A) da investigação, foram definidos objetivos específicos, explanados no Quadro nº1.

Quadro n.º 1: Objetivos de investigação

OE1	Compreender qual o equipamento individual e coletivo específico para cada função dentro da secção de Infantaria, em ambiente operacional.
OE2	Caracterizar a relação entre o peso transportado e o peso médio dos militares, em ambiente operacional.
OE3	Identificar a tipologia de exoesqueletos para utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria.

Fonte: Elaboração própria

2.2 Definição da Pergunta Principal e das Perguntas Derivadas

As PD surgem nesta investigação de modo a responder aos objetivos específicos definidos anteriormente. As três PD, apresentadas no Quadro nº2, têm como finalidade auxiliar na resposta à PP “Qual a influência do sistema de combate do soldado, em ambiente operacional, num militar de Infantaria?” que segundo Rosado (2017, p. 122) é “como um farol que orienta todo o estudo do investigador e que está obviamente perfilado com os objetivos gerais de investigação.”

Quadro n.º 2: Perguntas derivadas

PD1	Quais são os equipamentos individual e coletivo específico para cada função dentro da secção de Infantaria, em ambiente operacional?
PD2	Qual a relação entre o peso transportado e o peso médio dos militares de Infantaria, em ambiente operacional?
PD3	Qual a tipologia de exoesqueletos para utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria?

Fonte: Elaboração própria

2.3 Instrumentos de Recolha de Dados

O objetivo essencial de cada investigação é a obtenção de dados e o seu tratamento, desta forma a utilização de técnicas para apurar os resultados provenientes da análise feita, permite-nos estabelecer várias abordagens da natureza da investigação. As abordagens podem ser qualitativas, quantitativas ou mistas (Camayd et al, 2020).

Desta forma, o problema e a orientação que o investigador quer dar ao seu trabalho, consoante os objetivos planeados, é que vão ditar a metodologia a adotar (Fortin, 2009).

Assim, a abordagem adotada para a condução da presente investigação é quantitativa, através de um inquérito por questionário.

A abordagem quantitativa parte de um paradigma positivista, tendo como objeto de pesquisa dados e factos concretos, utilizados para descrever e explicar determinadas causas em estudo (Rivadeneira, 2017). Este tipo de abordagem caracteriza-se, essencialmente, pela sistematização e rigor dos dados obtidos, havendo um foco na análise de dados numéricos através da manipulação das próprias variáveis da pesquisa em curso. Esta análise é feita com recurso à estatística descritiva e indutiva. Este tipo de abordagem é normalmente verificado em estudos experimentais, quase experimentais e nos estudos correlacionais ou não experimentais. Nos estudos correlacionais, o investigador observa e interpreta as variáveis, mas não as manipula, tendo como objetivo que todos os dados relacionados com todas as variáveis sejam recolhidos simultaneamente, geralmente recorrendo a inquéritos por questionário (Bryman e Cramer, 2003).

Este TIA insere-se nos estudos correlacionais na medida em que os dados necessitam de ser recolhidos simultaneamente, através de questionários.

O facto de este trabalho se constituir como um estudo de caso, pressupõe que seja definida e caracterizada 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), estando estes aspetos relacionados a um determinado fenómeno que ocorre num determinado período e espaço. Posto isto, o presente estudo de caso 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, 9^a, 10^a 11^a e 12^a Forças Nacionais Destacadas (FND).

Por forma a obter uma maior validação dos resultados obtidos, esta é a opção metodológica escolhida, e a que melhor viabiliza a obtenção de resultados concretos.

Foi desenvolvido um modelo de análise (Apêndice A), de forma a operacionalizar conceitos, identificar indicadores e técnicas de recolha de dados, e analisar as dimensões em causa nesta investigação.

2.3.1 Análise Documental

Ao longo da elaboração deste trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de modo a perceber o impacto que a carga pode ter nos militares a nível operacional bem como a importância do desenvolvimento de exoesqueletos de âmbito militar para colmatar esses impactos fisiológicos. Desta forma a pesquisa ancorou-se sempre em artigos relacionados com os impactos do transporte de carga, e a aplicação de exoesqueletos em ambiente operacional.

2.3.2 Inquéritos por Questionário

Um questionário é um instrumento de recolha de dados, que na sua génese, é formado por uma sequência ordenada de perguntas feitas aos inquiridos (Reis, 2018). Nos questionários, quanto à forma, as questões podem distinguir-se entre abertas e fechadas (IUM, 2019). Segundo Reis (2018, p. 100), as perguntas abertas “são livres e permitem ao respondente construí-las com as suas próprias palavras”, em contrapartida, as perguntas fechadas, na ótica de Reis (2018, p.100), “são pré-definidas e o respondente apenas pode escolher a que mais se adequa à sua opinião”. Nesta investigação o inquérito por questionário quanto à modalidade das perguntas efetuadas, apresenta perguntas fechadas e de escolha múltipla, de modo a permitir uma análise estatística dos dados recolhidos.

2.4 Seleção e Caracterização da Amostra

A escolha e seleção da amostra para a resposta aos inquéritos por questionário, na realização deste trabalho, foi efetuada através de uma amostra não probabilística intencional, na medida em que se teve em consideração nas funções desempenhadas pelos participantes por terem sido consideradas de grande relevância para o trabalho.

O inquérito por questionário foi aplicado a militares da 9ª, 10ª, 11ª, e à 12ª FND/MINUSCA, mais especificamente à Unidade de Manobra, com recurso a um questionário online através da plataforma *Google Forms*.

2.5 Procedimentos

A revisão da literatura e os inquéritos foram os procedimentos levados a cabo na presente investigação.

O inquérito por questionário foi distribuído por via eletrónica, aos militares da 9^a, 10^a, 11^a e 12^a FND em 03 de abril de 2023. 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.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

No presente capítulo, são explanados e descritos todos os dados recolhidos através da análise documental e dos inquéritos por questionário aplicados, sendo apresentados por esta ordem. A análise feita através do questionário terá uma análise geral da amostra, e será subdividida em 6 subcapítulos, dos quais 5 serão distribuídos consoante a função que cada militar desempenha na secção, e um último para a inferência estatística feita à Análise do Esforço.

3.1 Análise Documental

A análise documental segue a mesma linha de pensamento de Santos (2021) de modo a garantir a homogeneidade na análise e no tratamento de resultados, desta forma em termos de análise do armamento e equipamento foram tidas as mesmas considerações. No que concerne às características do armamento e do equipamento contidas no Anexo A, foram recolhidas segundo a informação contida em Lopes et al (2017), bem como nas fichas individuais de formação do EP e através de pesagens feitas para obter valores que não se encontram tabelados.

Considerando o trabalho de Santos (2021), no que concerne às funções desempenhadas pelos militares no TO, de acordo com o QO de pessoal da FND/MINSCA, consideraram-se as funções: Comandantes (Pelotão/Grupo, Secção, Equipa), Sargento de Pelotão/Grupo, Atirador especial, Atirador da metralhadora ligeira (ML), Condutor, uma vez que a relação entre o peso transportado e a função de atirador já foi analisada, conforme menciona a tabela nº2.

Tabela n.º 2: Tabela de análise em função do TIA de Santos (2021)

Função	6ª FND	7ª FND	8ª FND	9ª FND	10ª FND	11ª FND	12ª FND
Atirador	Santos (2021)			Fernandes (2023)			
Atirador ML							
Atirador Especial							
Condutor							
Comando							
Socorrista							

Fonte: Elaboração Própria

Com base na tabela nº 2 podemos verificar que a extensão da amostra neste trabalho é alargada a mais FNDs do que no trabalho realizado por Santos (2021), bem como a análise dos dados, que se estende a mais funções dentro da secção de atiradores, em ambiente

operacional.

3.2. Inquéritos por Questionário

De acordo com Santos & Henriques (2021, p.10) um questionário “é por norma aplicado a um conjunto de indivíduos (inquiridos), sobre os quais se pretende recolher informações (dados) para analisar, interpretar e retirar conclusões, tendo em vista responder aos objetivos da investigação” (Santos & Henriques, 2021, p.10)

A amostra em questão foi constituída por 181 militares do EP, todos do sexo masculino, que desempenharam funções na 6^a, 7^a, 8^a, 10^a e 11^{a1} FND, que na sua maioria se constituem como Praças (84,5%), depois Sargentos (10,5%) e Oficiais (5%). Todos os inquiridos têm mais de 1 ano de serviço, estando os anos de serviço compreendidos entre os 2 e os 25. Em função da participação em FND a maioria dos inquiridos integrou a 8^a FND (64,1%). Desta forma referente ao número de participações em FND, a maioria dos inquiridos esteve presente em apenas uma FND (61,9%).

Relativamente à função desempenhada na FND, a maioria dos participantes era: Atirador (28 %); Apontador ML (18,2%); Atirador especial (18,2%); Condutor (15,5%) e; Comandantes (Companhia, Pelotão, Equipa) (13,3 %).

Os participantes deste inquérito têm idade compreendida entre os 20 e os 44 anos, à qual está associada uma média de 25,28 anos com um Desvio Padrão (Dp) de 4,19 anos, em que a maioria dos inquiridos está na faixa etária entre os 22 e 25 anos que corresponde a 64,1% de toda a amostra. No que diz respeito ao peso, está compreendido entre os 63kg e os 110 kg, associado a uma média de 80,08 kg com um Dp de 8,99, em que a maioria dos participantes apresenta um peso compreendido entre os 72 kg e os 80 kg (52,5%). No que concerne à altura dos militares, está compreendida entre os 163 e os 190 cm, com uma média de 175, 58 cm e desvio-padrão 5,53 cm, estando a maioria dos participantes na faixa entre os 175 cm e os 180 cm (38,7%). No que toca aos anos de serviço, denota-se uma amplitude amostral de 23 anos, entre os 2 e os 25 anos de serviço, a que corresponde uma média de 5,27 anos com um Dp de 4,14 anos, tendo a maioria dos participantes 4 anos de serviço (33,7%).

¹ Os militares da 9^a e da 12^a FND não entram para a amostra pois não foi obtida qualquer resposta ao inquérito por questionário por parte de militares destas forças.

3.2.1. Atirador Especial

A tabela nº 3 apresenta a caracterização da amostra referente à função de Atirador Especial.

Tabela n.º 3: Caracterização da função Atirador Especial

Género	Masculino; n= 33; 100%
Idade	Mínima = 20; Máxima = 26; Média= 22,82; Dp = 1,56
Praças	n= 33
FND (participação)	7ª FND (12,2%); 8ª FND (81,8%); 10ª FND (3%); 11ª FND (3%)
FND (nº participações)	1 FND (69,7%); 2 FND (27,3%); 3 FND (3,03%)
Peso	63-69 kg (12,1%); 70-74 kg (21,2, %); 75-79kg (24,2%); 80-84 kg (18,2%); >85 (24,2%)
Altura	163-169 cm (18,2%); 170 cm (21,2%); 171-174 cm (18,2%); 175 cm (9,1%); 176-179 cm (6,1%); 180 cm (27,3%)
Anos de serviço	2 anos (21,2%); 3 anos (45,5%); 4 anos (27,3%); 5 anos (6,1%); >5 anos (0%)

Fonte: Elaboração Própria

Com base na tabela nº 3 podemos verificar que função de Atirador Especial é constituída por Praças (100%), que compreendem idades entre os 20 e os 26 anos, com uma média de idades de 22,82 anos, com um Dp de 1,56. A maioria dos Atiradores Especiais esteve destacado na 8ª FND (81,8%), e depois na 7ª FND (12,2%) e por fim, e de igual forma na 10ª e 11ª FND (3% em cada). Em função da participação em FND a maioria só esteve presente em uma FND (69,7 %), em duas FND (27,3%) e em três FND (3,03%). Em relação ao peso, este está compreendido entre os 63 kg e os 100 kg, ao que corresponde uma média de 79,36 kg com um Dp de 10,22, apresentando a maioria dos inquiridos desta função peso compreendido entre os 75-79 kg (24,2%). Relativamente à altura, a mesma está compreendida entre os 163 cm e os 186 cm, que perfaz uma média de 174,21cm com um Dp de 6,08, a maioria tem a altura acima de 180 cm (27,3%). Ao nível dos anos de serviço estes

variavam entre 2 e 5 anos de serviço, com uma média de 3,18 anos de serviço com um Dp de 0,85 anos.

A tabela nº 14 (Apêndice D), apresenta os resultados associados à percentagem de peso percebido, que é calculado através do quociente entre o peso percebido médio e o peso médio do militar, relativo ao peso médio dos militares por função. De acordo com essa tabela o militar com a função de Atirador Especial transporta consigo um peso médio de 31 kg Dp= 10,64, que de acordo com o peso médio dessa função (79,36 kg Dp=10,22) perfaz uma percentagem de peso médio transportado de 39%.

De forma a identificar o equipamento transportado pela função de Atirador Especial, em ambiente operacional, foi elaborada a tabela n.º 16 (Apêndice F).

Relativamente ao equipamento transportado pelo Atirador Especial, a totalidade da amostra transporta consigo “Capacete balístico” (100%); “Colete balístico” (100%); “Pistola Glock 17 Gen 5 FS” (100%), e a maioria dos participantes transporta “Cinturão balístico” (90,9%); “Espingarda FN SCAR-H” (84,8%); “Equipamento de Comunicações” (84,8%); “Munições” (78,8%).

A tabela n.º 17 (Apêndice G), apresenta os resultados da associação entre número médio de carregadores/fitas e a função dos participantes. Ao Atirador Especial associou-se uma maior percentagem de carregadores SCAR-H, com média de 1 a 5 carregadores por homem (63,7%), e de 6 a 10 (33,4%). A esta função corresponde também um total de (100%) para uma média de 1 a 5 carregadores da Pistola Glock 17 Gen 5 FS.

Tendo em conta o material transportado na mochila tática dos participantes, foi elaborada a tabela n.º 18 (Apêndice H) para analisar o material mais transportado associado a cada função. Ao Atirador Especial associou-se o transporte de “Carregadores/Fitas” (45,5%); “Abraçadeiras de Eletricista” (42,4%) e “Pilhas (45,5%).

Posto isto, e para ser possível analisar qual o peso real transportado pelos participantes, foi feita uma recolha dos pesos do equipamento/ armamento conforme os Anexos A, B e C e o Apêndice E. Desta forma, foi possível criar a tabela nº 4.

Tabela n.º 4: Peso Real transportado pelo Atirador Especial

Armamento/Equipamento	Quantidade	Peso(kg)	Peso Total	Observações
Capacete Balístico OPS-CORE	1	1,2	1,2	Peso Tabelaado
Colete Balístico THOR	1	10,1	10,1	Pesagem
Cinturão Anti Fragmentação THOR	1	1,05	1,05	Pesagem
FN SCAR-H	1	3,9	3,9	Peso Tabelaado
Mira Aimpoint COMPM4	1	0,38	0,38	Peso Tabelaado

Kit de primeiros socorros	1	0,5	0,5	Pesagem
Glock 17 Gen 5 FS	1	0,63	0,63	Peso Tabelado
Aparelho de visão noturna AN/PVS 14	1	0,77	0,77	Peso Tabelado
Iluminadores lasers modulares MIPIM NA/PEQ-16B	1	0,28	0,28	Peso Tabelado
Carregadores FN SCAR-H	3	0,75	2,25	Peso Tabelado
Carregadores Glock 17	3	0,28	0,84	Peso Tabelado
Granadas Flashbang	1	0,5	0,5	Peso Tabelado
Equipamento de comunicações ²	1	1,5	1,5	Peso Tabelado
Sistema de hidratação 2L	1	2	2	Peso Tabelado
TOTAL		23,84	25,9	
Equipamento na mochila MILTEC				
	Quantidade	Peso(kg)	Peso Total	Observações
Carregadores FN SCAR-H	5	0,75	3,75	Pesagem
TOTAL		0,75	3,75	
TOTAL DE PESO TRANSPORTADO EM CAU:			29,65	

Fonte: Elaboração própria

De acordo com a tabela n.º 4, associou-se à função de Atirador Especial como equipamento principal o “Capacete balístico”, “Colete balístico”, “Cinturão balístico”, como armamento principal a “FN SCAR-H”, “Pistola Glock 17 Gen 5 FS”, com uma média de 3 carregadores para cada uma das armas; “Granadas Flashbang”. Em relação ao material da mochila destacou-se como mais relevante os “Carregadores FN SCAR-H”. Posto isto o peso real transportado pelo Atirador Especial é 29,65 kg, sendo este valor inferior ao valor do peso perçecionado que é de 31 kg. Assim de acordo com o peso médio 79,36 kg Dp 10,06, o Atirador Especial transporta um peso médio correspondente a 37% da sua massa corporal. Com uma confiança de 95%, verifica-se que o verdadeiro valor da percentagem de peso médio transportado se situa entre 0,36 e 0,40, com uma média de 0,38 e Dp de 0,05.

3.2.2. Atirador Metralhadora Ligeira

A tabela n.º 5 apresenta a caracterização da amostra referente à função de Atirador Metralhadora Ligeira.

Tabela n.º 5: Caracterização da função Atirador Metralhadora Ligeira

Género	Masculino; n= 38; 100%
--------	------------------------

² Considererei o E/R PRC MARCONI H485

Idade	Mínima = 21; Máxima = 27; Média= 22,82; Dp = 1,56
Praças	n= 38
FND (participação)	6ª FND (2,6%) ;7ª FND (23,7%); 8ª FND (63,2%); 10ª FND (0%); 11ª FND (10,5%)
FND (nº participações)	1 FND (70,3%); 2 FND (27%); 3 FND (2,7%)
Peso	63-69 kg (7,9%); 70-74 kg (7,9%); 75-79 kg (24,5%); 80-84 kg (15,8%); >85 (31,6%)
Altura	163-169 cm (7,9%); 170 cm (7,9%); 171-174 cm (7,9%); 175 cm (34%); 176-179 cm (26,4%); 180 cm (21,1%)
Anos de Serviço	2 anos (10,5%); 3 anos (36,8%); 4 anos (42,1%); 5 anos (10,5%); >5 anos (0%)

Fonte: Elaboração Própria

De acordo com a tabela nº 5, a função de Atirador de Metralhadora Ligeira é constituída por Praças, que compreendem idades entre os 21 e os 27 anos, com uma média de idades de 24,08 anos, com um Dp de 1,63. A maioria dos atiradores de metralhadora ligeira esteve destacado na 8ª FND (63,2%), e depois na 7ª FND (23,7%), na 11ª FND (20,5%), na 6ª FND (2,6%) e por fim na 10ª FND (0%). Em função da participação em FND a maioria só esteve presente em uma FND (70,3 %), em duas FND (27,0%) e em três FND (2,7%). Em relação ao peso, este está compreendido entre os 67 kg e os 96 kg, ao que corresponde uma média de 77,83 kg com um Dp de 6,18, apresentando a maioria dos inquiridos desta função peso acima dos 85 kg (31,6 %). Relativamente à altura, a mesma está compreendida entre os 165 cm e os 186 cm, que perfaz uma média de 175,55 cm com um Dp de 4,32, a maioria tem a altura na faixa dos 175 cm (34 %). Ao nível dos anos de serviço estes variam entre 2 e 5 anos de serviço, com uma média de 3,53 anos de serviço com um Dp de 0,83 anos.

Conforme a tabela n.º 14 (Apêndice D), a função de Atirador Metralhadora Ligeira transporta consigo um peso médio de 26 kg Dp= 8,76, calculado o quociente entre o peso médio dessa função (79,76 kg Dp=10,22) traduz-se numa percentagem de 33% da massa corporal da função de Atirador Metralhadora Ligeira.

De acordo com a tabela n.º 16 (Apêndice F), o equipamento transportado pelo Atirador Metralhadora Ligeira, a totalidade da amostra transporta consigo “Capacete balístico” (100%), e a maioria dos participantes transporta “Colete balístico” (94,7%); “Pistola Glock 17 Gen 5 FS” (94,7%) “Cinturão balístico” (86,8%); “Equipamento de Comunicações” (78,9%); “Granadas Ofensivas” (71,1%); “ML FN Minimi 5.56 MK3” (63,2%).

Segundo a tabela n.º 17 (Apêndice G), ao Atirador Metralhadora Ligeira associou-se uma maior percentagem de carregadores para ML FN Minimi 5,56 MK3, com média de 1 a 5 carregadores por homem (71%). A esta função corresponde também uma percentagem de 92,1% para uma média de 1 a 5 carregadores da Pistola Glock 17 Gen 5 FS.

Em conformidade com a tabela n.º 18 (Apêndice H) à função de Atirador Metralhadora Ligeira associou-se o transporte de “Carregadores/Fitas” (65,8%); “Abraçadeiras de Eletricista” (60,5%); “Pilhas (60,5%); “Granadas Ofensivas” (42,1%); “Granadas de fumo” (39,5%).

A tabela n.º 6 permite identificar o peso real transportado pela função Atirador Metralhadora Ligeira.

Tabela n.º 6: Peso Real transportado pelo Atirador Metralhadora Ligeira

Armamento/Equipamento	Quantidade	Peso(kg)	Peso Total	Observações
Capacete Balístico OPS-CORE	1	1,2	1,2	Peso Tabelaado
Colete Balístico THOR	1	10,1	10,1	Pesagem
Cinturão Anti Fragmentação THOR	1	1,05	1,05	Pesagem
FN MINIMI 5.56	1	8	8	Peso Tabelaado
Mira Aimpoint COMPM4	1	0,38	0,38	Peso Tabelaado
Kit de primeiros socorros	1	0,5	0,5	Pesagem
Glock 17 Gen 5 FS	1	0,63	0,63	Peso Tabelaado
Aparelho de visão noturna AN/PVS 14	1	0,77	0,77	Peso Tabelaado
Iluminadores lasers modulares MIPIM NA/PEQ-16B	1	0,28	0,28	Peso Tabelaado
Fitas FN MINIMI 5.56 / 100 munições	3	1,45	4,35	Pesagem
Carregadores Glock 17	3	0,56	1,68	Peso Tabelaado
Granadas Ofensivas	1	0,29	0,29	Peso Tabelaado
Equipamento de comunicações	1	1,5	1,5	Peso Tabelaado
Sistema de hidratação 2L	1	2	2	Peso Tabelaado
TOTAL		28,71	32,73	
Equipamento na mochila MILTEC	Quantidade	Peso(kg)	Peso Total	Observações
Fitas FN MINIMI 5.56 / 100 munições	5	1,45	7,25	Pesagem
Granadas de fumo	3	0,5	1,5	Peso Tabelaado
TOTAL		1,85	8,75	

TOTAL DE PESO TRANSPORTADO EM CAU	41,48
-----------------------------------	-------

Fonte: Elaboração Própria

De acordo com a tabela n.º 6, associou-se à função de Atirador Metralhadora Ligeira como equipamento principal o “Capacete balístico”, “Colete Balístico”, “Cinturão balístico”, como armamento principal a “ML FN Minimi 5.56 MK3”, “Pistola Glock 17 Gen 5 FS”, com uma média de 3 carregadores para cada uma das armas; “Granadas Ofensivas”. Em relação ao material da mochila destacou-se como mais relevante os “Fitas FN MINIMI 5.56 / 100 munições”; Granadas de fumo”. Posto isto, o peso real transportado pelo Atirador Metralhadora Ligeira é 41,48 kg, sendo este valor superior ao valor do peso percecionado que é de 26 kg. Assim de acordo com o peso médio 79,76 kg Dp 6,99, o Atirador Metralhadora Ligeira transporta um peso igual a 52% da sua massa corporal. Com uma confiança de 95%, é possível verificar que o verdadeiro valor da percentagem de peso médio transportado se situa entre 0,50 e 0,54, com uma média de 0,52 e um Dp de 0,05.

3.2.3. Condutor

A tabela nº 7 apresenta a caracterização da amostra referente à função Condutor.

Tabela n.º 7: Caracterização da função Condutor

Género	Masculino; n= 28; 100%
Idade	Minima = 21; Máxima = 29; Média= 24,57; Dp = 2,02
Praças	n= 28
FND (participação)	6ª FND (3,6%) ;7ª FND (3,6%); 8ª FND (82,1%); 10ª FND (7,1%); 11ª FND (3,6%)
FND (nº participações)	1 FND (42,3%); 2 FND (50%); 3 FND (7,7%)
Peso	63-69 kg (0%); 70-74 kg (21,4%); 75-79 kg (10,7%); 80-84 kg (28,6%); >85 (39,3%)
Altura	163-169 cm (7,1%); 170 cm (17,9%); 171-174 cm (14,3%); 175 cm (17,9%); 176-179 cm (10,7%); 180 cm (32,1%)

Anos de Serviço	2 anos (10,7%); 3 anos (17,9%); 4 anos (21,4%); 5 anos (39,3%); >5 anos (10,7%)
-----------------	---

Fonte: Elaboração Própria

Conforme a tabela nº 7, a função Condutor é constituída por Praças que compreendem idades entre os 21 e os 29 anos, com uma média de idades de 24,57 anos, com um Dp de 2,02. A maioria dos condutores desta amostra esteve destacado na 8ª FND (82,1%), e depois na 10ª FND (7,1%), na 7ª FND (3,6%), e de igual forma na 6ª e 11ª FND (3,6% em cada). Em função da participação em FND a maioria esteve presente em duas FND (50%). Em relação ao peso, este está compreendido entre os 70 kg e os 110 kg, ao que corresponde uma média de 82,68 kg com um Dp de 9,46, apresentando a maioria dos inquiridos desta função peso acima dos 85 kg (31,6 %). Relativamente à altura, a mesma está compreendida entre os 166 cm e os 190 cm, que perfaz uma média de 176,64 cm com um Dp de 6,88, a maioria tem a altura superior aos 180 cm (32,1 %). Ao nível dos anos de serviço estes variam entre 2 e 6 anos de serviço, com uma média de 4,21 anos de serviço com um Dp de 1,20 anos.

De acordo com a tabela n.º 14 (Apêndice D), o militar com a função de Condutor transporta consigo um peso médio de 27 kg Dp= 8,09 kg, que de acordo com o peso médio dessa função (82,68 kg Dp=9,46 kg) perfaz um valor de 0,33, que está associado a uma percentagem de 33%.

Conforme a tabela n.º 16 (Apêndice F), referente ao equipamento transportado, a função Condutor, transporta consigo “Capacete balístico” (100%); “Colete balístico” (100%); “Pistola Glock 17 Gen 5 FS” (92,9%), “Cinturão balístico” (89,3%); “Espingarda FN SCAR-L” (89,3%); “Munições” (85,7%); “Equipamento de Comunicações” (82,1%); “Granadas Ofensivas” (64,3%); “Granadas de Fumo” (53,6%).

De acordo com a tabela n.º 17 (Apêndice G), ao Condutor associou-se uma maior percentagem de carregadores SCAR-L, com média de 1 a 5 carregadores por homem (71,4%), e de 6 a 10 (25%). A esta função corresponde também um total de (100%) para uma média de 1 a 5 carregadores da Pistola Glock 17 Gen 5 FS.

Em concordância com a tabela n.º 18 (Apêndice H), associou-se ao Condutor o transporte de “Carregadores/Fitas” (64,3,5%); “Abraçadeiras de Eletricista” (64,3%) e “Pilhas (64,3%); “Kit Primeiros Socorros” (42,9%); “Granadas Flashbang” (42,9%)

A tabela nº 8 identifica o material associado à função de Condutor.

Tabela n.º 8: Peso real Transportado pelo Condutor

Armamento/Equipamento	Quantidade	Peso(kg)	Peso Total	Observações
Capacete Balístico OPS-CORE	1	1,2	1,2	Peso Tabelaado
Colete Balístico THOR	1	10,1	10,1	Pesagem
Cinturão Anti Fragmentação THOR	1	1,05	1,05	Pesagem
FN SCAR-L	1	3,5	3,5	Peso Tabelaado
Mira Aimpont COMPM4	1	0,38	0,38	Peso Tabelaado
Kit de primeiros socorros	1	0,5	0,5	Pesagem
Glock 17 Gen 5 FS	1	0,63	0,63	Peso Tabelaado
Aparelho de visão noturna AN/PVS 14	1	0,77	0,77	Peso Tabelaado
Iluminadores lasers modulares MIPIM NA/PEQ-16B	1	0,28	0,28	Peso Tabelaado
Carregadores FN SCAR-L	3	0,57	1,71	Peso Tabelaado
Granadas Ofensivas	1	0,29	0,29	Peso Tabelaado
Granadas de Fumo	1	0,4	0,4	
Carregadores Glock 17	3	0,28	0,84	
Equipamento de comunicações	1	1,5	1,5	
Sistema de hidratação 2L	1	2	2	Peso Tabelaado
TOTAL		23,45	25,15	
Equipamento na mochila MILTEC	Quantidade	Peso(kg)	Peso Total	Observações
Kit de primeiros socorros avançado	1	2,8	2,8	Pesagem
Munições (FN SCAR-L)	5	0,57	2,85	Pesagem
Granadas Flashbang	3	0,5	1,5	Peso Tabelaado
TOTAL		3,87	7,15	
TOTAL DE PESO TRANSPORTADO EM CAU:			32,3	

Fonte: Elaboração Própria

De acordo com a tabela nº 8, associou-se à função de Condutor como equipamento principal o “Capacete balístico”, “Colete Balístico”, “Cinturão balístico”, como armamento principal a “FN SCAR-L”, “Pistola Glock 17 Gen 5 FS”, com uma média de 3 carregadores para cada uma das armas. Em relação ao material da mochila destacou-se como mais relevante os “Munições (FN SCAR-L)”; “Kit Primeiros Socorros”; Granadas Flashbang”.

Posto isto, o peso real transportado pelo Condutor é 32,30 kg, sendo este valor superior ao valor do peso percecionado que é de 27 kg. Assim de acordo com o peso médio 82,68 kg Dp 9,46 kg, o Condutor transporta um peso igual a 39% da sua massa corporal. Com uma confiança de 95%, é possível verificar que o verdadeiro valor da percentagem de peso médio transportado se situa entre 0,38 e 0,44, com uma média de 0,40 e um Dp de 0,04.

3.2.4. Comandantes (Companhia/Pelotão/Equipa)

A tabela nº 9 apresenta a caracterização da amostra referente à função de Comandantes (Companhia/Pelotão/ Equipa).

Tabela n.º 9: Caracterização da função Comandantes (Companhia/Pelotão/ Equipa)

Género	Masculino; n= 28; 100%
Idade	Minima = 28; Máxima = 44; Média= 33,21; Dp = 4,82
Sargentos	n= 19
Oficiais	n= 9
FND (participação)	6ª FND (3,6%) ;7ª FND (3,6%); 8ª FND (78,6%); 10ª FND (14,3%); 11ª FND (0%)
FND (nº participações)	1 FND (32,1%); 2 FND (17,9%); 3 FND (28,6%); 4 FND (7,1%); 5 FND (10,7%); 6 FND (3,6%)
Peso	63-69 kg (3,6%); 70-74 kg (14,3%); 75-79 kg (21,4%); 80-84 kg (21,4%); >85 (39,3%)
Altura	163-169 cm (10,7%); 170 cm (10,7%); 171-174 cm (21,4%); 175 cm (0%); 176-179 cm (21,4%); 180 cm (35,7%)
Anos de Serviço	2 anos (0%); 3 anos (0%); 4 anos (0%); 5 anos (0%); >5 anos (100%)

Fonte: Elaboração Própria

Com base na tabela nº 9 a função Comandantes, integra em si, as funções de comandante de companhia, comandante de pelotão e comandante de equipa, e é constituída por sargentos (67,9%) e por oficiais (32,1%). A idade dos mesmos está compreendida entre os 28 e os 44 anos, com uma média de idades de 33,21 anos, com um Dp de 4,82. A maioria dos comandantes desta amostra esteve destacado na 8ª FND (78,6%), e depois na 10ª FND (14,3%), e de igual forma na 6ª e 7ª FND (3,6% em cada). Em função da participação em FND a maioria esteve presente em apenas uma FND (32,1%). Em relação ao peso, este está compreendido entre os 68 kg e os 102 kg, ao que corresponde uma média de 82,29 kg com um Dp de 8,85, apresentando a maioria dos inquiridos desta função peso acima dos 85 kg (39,3 %). Relativamente à altura, a mesma está compreendida entre os 164 cm e os 188 cm, que perfaz uma média de 176,61 cm com um Dp de 6,94, a maioria tem a altura superior aos

180 cm (35,7%). Ao nível dos anos de serviço todos possuem mais de 5 anos de com uma média de 13,89 anos de serviço com um Dp de 4,25 anos.

Em função da tabela n.º 14 (Apêndice D), a função de Comandantes (Companhia/Pelotão/ Equipa) transporta consigo um peso médio de 27 kg Dp= 8,64, que de acordo com o peso médio associado a essa função (82,29 kg Dp=8,85) perfaz um valor de 33% do peso corporal.

De acordo com a tabela n.º 16 (Apêndice F), a função de Comandante (Companhia/Pelotão/ Equipa) na totalidade da amostra transporta consigo “Capacete balístico” (100%); e a maioria transporta “Colete balístico” (96,4%); “Pistola Glock 17 Gen 5 FS” (96,4%), “Cinturão balístico” (92,9%); “Espingarda FN SCAR-L” (92,9%); “Equipamento de Comunicações” (82,1%); “Granadas de Fumo” (82,1%);” Granadas Flashbang” (78,6%); “Munições” (71,4%); “Granadas Ofensivas” (57,1%).

Conforme a tabela n.º 17 (Apêndice G), associou-se à função Comandante (Companhia/Pelotão/ Equipa) uma maior percentagem de carregadores SCAR-L, com média de 1 a 5 carregadores por homem (67,8%), e de 6 a 10 (32,1%). A esta função corresponde também um total de (100%) para uma média de 1 a 5 carregadores da Pistola Glock 17 Gen 5 FS.

A tabela n.º 18 (Apêndice H), analisa o material mais transportado na mochila associado a cada função, e à função Comandante (Companhia/Pelotão/ Equipa) associou-se o transporte de “Carregadores/Fitas” (71,4%); “Abraçadeiras de Eletricista” (67,9%) e “Pilhas (67,9%).

A tabela n.º 10 identifica o material associado à função de Comandante (Companhia/Pelotão/ Equipa).

Tabela n.º 10: Peso real transportado pela função Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)

Armamento/Equipamento	Quantidade	Peso(kg)	Peso Total	Observações
Capacete Balístico OPS-CORE	1	1,2	1,2	Peso Tabelaado
Colete Balístico THOR	1	10,1	10,1	Pesagem
Cinturão Anti Fragmentação THOR	1	1,05	1,05	Pesagem
FN SCAR-L	1	3,5	3,5	Peso Tabelaado
Mira Aimpoint COMPM4	1	0,38	0,38	Peso Tabelaado
Kit de primeiros socorros	1	0,5	0,5	Pesagem
Glock 17 Gen 5 FS	1	0,63	0,63	Peso Tabelaado
Aparelho de visão noturna AN/PVS 14	1	0,77	0,77	Peso Tabelaado
Iluminadores lasers modulares MIPIM NA/PEQ-16B	1	0,28	0,28	Peso Tabelaado
Carregadores FN SCAR-L	8	0,57	4,56	Peso Tabelaado

Carregadores Glock 17	2	0,28	0,56	Peso Tabelaado
Granadas Ofensivas	1	0,29	0,29	Peso Tabelaado
Granadas de fumo	1	0,4	0,4	Peso Tabelaado
Granadas Flashbang	1	0,3	0,3	Peso Tabelaado
Equipamento de comunicações	1	1,5	1,5	Peso Tabelaado
Sistema de hidratação 2L	1	2	2	Peso Tabelaado
TOTAL		23,75	28,02	
Equipamento na mochila MILTEC	Quantidade	Peso(kg)	Peso Total	
Munições (SCAR-L)	5	0,57	2,85	Pesagem
TOTAL		0,57	2,85	
TOTAL DE PESO TRANSPORTADO EM CAU:			30,87	

Fonte: Elaboração Própria

De acordo com a tabela n.º 10, associou-se à função de Comandante (Companhia/Pelotão/ Equipa) como equipamento principal o “Capacete balístico”, “Colete Balístico”, “Cinturão balístico”, como armamento principal a “FN SCAR-L”, “Pistola Glock 17 Gen 5 FS”, com uma média de 3 carregadores para cada uma das armas. Em relação ao material da mochila destacou-se como mais relevante os “Munições (FN SCAR-L)”. Posto isto o peso real transportado pelo Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa) é 30,87 kg, sendo este valor superior ao valor do peso percecionado que é de 27 kg. Assim, de acordo com o peso médio 82,29 kg, o Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa) transporta um peso de 38% da sua massa corporal. Com uma confiança de 95%, foi possível constatar que o verdadeiro valor da percentagem de peso médio transportado se situa entre 0,36 e 0,40, com valor médio de 0,38 e um Dp de 0,04.

3.2.5. Socorrista

A função de Socorrista é constituída por uma Praça, em que a idade é 24 anos. O Socorrista desta amostra esteve destacado na 8ª FND, e presente em apenas uma FND. Em relação ao peso, tem 87 kg, relativamente à altura tem 177 cm, e tem no total 4 anos de serviço.

Em função da tabela nº 14 (Apêndice D), a função de Socorrista transporta consigo um peso médio de 25 kg que de acordo com o peso dessa função (87 kg) perfaz uma percentagem de 28% do peso corporal.

De acordo com a tabela n.º 16 (Apêndice F), a função de Socorrista transporta consigo “Capacete balístico”; “Colete balístico”; “Cinturão balístico”; “Pistola Glock 17

Gen 5 FS”; “Espingarda FN SCAR-L”; “Equipamento de Comunicações”; “Granadas de Fumo”; “Granadas Flashbang”; “Munições”; “Granadas Ofensivas”.

Conforme a tabela n.º 17 (Apêndice G), associou-se à função de Socorrista carregadores SCAR-L, com média de 1 a 5 carregadores e A esta função corresponde também um total de (100%) para uma média de 1 a 5 carregadores da Pistola Glock 17 Gen 5 FS.

A tabela n.º 18 (Apêndice H), analisa o material mais transportado na mochila associado a cada função, e à função Socorrista (Companhia/Pelotão/Equipa) associou-se o transporte de “Carregadores/Fitas”; “Abraçadeiras de Eletricista” e “Pilhas”.

A tabela n.º 11 abaixo apresentada identifica o material associado à função de Socorrista.

Tabela n.º 11: Peso real transportado pelo Socorrista

Armamento/Equipamento	Quantidade	Peso(kg)	Peso Total	Observações
Capacete Balístico OPS-CORE	1	1,2	1,2	Peso Tabelaado
Colete Balístico THOR	1	10,1	10,1	Pesagem
Cinturão Anti Fragmentação THOR	1	1,05	1,05	Pesagem
FN SCAR-L	1	3,5	3,5	Peso Tabelaado
Mira Aimpoint COMPM4	1	0,38	0,38	Peso Tabelaado
Kit de primeiros socorros	1	0,5	0,5	Pesagem
Glock 17 Gen 5 FS	1	0,63	0,63	Peso Tabelaado
Aparelho de visão noturna AN/PVS 14	1	0,77	0,77	Peso Tabelaado
Iluminadores lasers modulares MIPIM NA/PEQ-16B	1	0,28	0,28	Peso Tabelaado
Carregadores FN SCAR-L	3	0,57	1,71	Peso Tabelaado
Carregadores Glock 17	3	0,28	0,84	Peso Tabelaado
Granadas Ofensivas	1	0,29	0,29	Peso Tabelaado
Granadas de fumo	1	0,4	0,4	Peso Tabelaado
Granadas Flashbang	1	0,3	0,3	Peso Tabelaado
Equipamento de comunicações	1	1,5	1,5	Peso Tabelaado
Sistema de hidratação 2L	1	2	2	Peso Tabelaado
TOTAL		23,75	25,45	
Equipamento na mochila MILTEC	Quantidade	Peso(kg)	Peso Total	Observações
Munições (FN SCAR-L)	5	0,57	2,85	Pesagem
TOTAL		0,57	2,85	Pesagem
TOTAL DE PESO TRANSPORTADO EM CAU:			28,3	

Fonte: Elaboração Própria

De acordo com a tabela n.º 11, associou-se à função de Socorrista como equipamento principal o “Capacete balístico”, “Colete Balístico”, “Cinturão balístico”, como armamento principal a “FN SCAR-L”, “Pistola Glock 17 Gen 5 FS”, “Granadas Ofensivas”, “Granadas de fumo”; “Granadas Flashbang”, com uma média de 3 carregadores para cada uma das armas. Em relação ao material da mochila destacou-se como mais relevante os “Munições (FN SCAR-L)”. Posto isto, o peso real transportado pelo Socorrista é 28,30 kg, sendo este valor superior ao valor do peso perçecionado que é de 25 kg. Assim, de acordo com o peso médio 82,29 kg, o Socorrista transporta um peso igual a 32% da sua massa corporal. Dada a dimensão da amostra, não foi possível verificar os intervalos de confiança.

3.2.6. Inferência Estatística à Análise do Esforço

Com o objetivo de comprovar as diferentes funções acima analisadas, foram realizados testes de hipóteses às diferenças de médias, com recurso ao software de análise IBM SPSS *Statistics* 26. Deste modo, foram realizados dois testes, o *One Way ANOVA* e o teste *T-Student*, no âmbito das técnicas de inferência estatística, mais concretamente o recurso a testes de hipóteses paramétricos. Para a realização destes testes descartou-se a função de Socorrista pois não dispunha de amostra suficiente para ser estudada.

O teste *One Way ANOVA* tem como objetivo averiguar as diferenças do peso médio transportado (PesoMedTrans) para as diferentes funções em análise. Uma vez rejeitada a hipótese nula de igualdade do peso médio transportado entre funções, considerando um nível de significância de 5%, ($p\text{-value} < 0,01$, logo $< 0,05$), procede-se à realização de comparações múltiplas com recurso ao teste de *Scheffé* (Apêndice J). Registaram-se diferenças significativas no PesoMedTrans entre as funções de Atirador Metralhadora Ligeira com a função de Comandantes (Companhia/Pelotão/Equipa), de Atirador Especial e Condutor ($p\text{-value} < 0,01$ sendo este valor $< 0,05$). Tendo em conta a análise anterior recorre-se ao teste *T-Student* no sentido de verificar se existe evidência estatística para afirmar que o peso médio transportado pelos militares em cada uma das diferentes funções se pode considerar superior a 30% do seu peso corporal.

Consideradas as Hipóteses (H), H_0 : “O PesoMedTrans na função de Comandantes (Companhia/Pelotão/Equipa é 30% do seu peso corporal” e H_1 : “O PesoMedTrans na função Comandantes (Companhia/Pelotão/Equipa é superior a 30% do seu peso corporal.” Rejeita-se H_0 ($p\text{-value} < 0,01$, logo $< 0,05$), sendo de considerar que existe evidência estatística para

afirmar que o PesoMedTrans é superior a 30% para a função de Comandantes (Companhia/Pelotão/Equipa).

Para a função de Atirador Especial consideradas as Hipóteses (H), H0:” O PesoMedTrans na função de Atirador Especial é 30% do seu peso corporal” e H1:” O PesoMedTrans na função de Atirador Especial é superior a 30% do seu peso corporal.” Rejeita-se H0 ($p\text{-value} < 0,01$, logo $< 0,05$), sendo de considerar que existe evidência estatística para afirmar que o peso médio transportado (PesoMedTrans) é superior a 30% para a função de Atirador Especial

De acordo com a função de Atirador Metralhadora Ligeira consideradas as Hipóteses (H), H0:” O PesoMedTrans na função de Atirador Metralhadora Ligeira é 30% do seu peso corporal” e H1:” O PesoMedTrans na função de Atirador Metralhadora Ligeira é superior a 30% do seu peso corporal.” Rejeita-se H0 ($p\text{-value} < 0,01$, logo $< 0,05$), sendo de considerar que existe evidência estatística para afirmar que o peso médio transportado (PesoMedTrans) é superior a 30% para a função de Atirador Metralhadora Ligeira.

Por último, foi feito o teste para a função Condutor e foram consideradas as Hipóteses (H), H0:” O PesoMedTrans na função de Condutor é 30% do seu peso corporal” e H1:” O PesoMedTrans na função de Condutor é superior a 30% do seu peso corporal.” Rejeita-se H0 ($p\text{-value} < 0,01$, logo $< 0,05$), sendo de considerar que existe evidência estatística para afirmar que o peso médio transportado (PesoMedTrans) é superior a 30% para a função de Condutor.

Desta forma, e com base nestes testes, podemos afirmar que todas as funções transportam consigo um peso médio superior a 30% da sua massa corporal, e assim concluir que todas as funções analisadas estão em esforço de acordo com a revisão da literatura referenciada.

CAPÍTULO 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Aos militares de Infantaria, por vezes é-lhes exigido transportar cargas em terrenos complexos que não são favoráveis à locomoção, e dessa forma, como resposta à carga adicionada, os militares atingem a fadiga muito mais rápido, e a propensão para lesões aumenta. Desta forma os militares de Infantaria têm um impacto direto no conflito armado, pois estão na frente do combate (Mudie et al., 2018).

A Infantaria, em função do ambiente operacional em que desenrola as suas operações, tem necessidade de realizar operações apeadas, que implicam a execução de vários movimentos e posições, bem como transportar equipamento e armamento sem o qual não é possível cumprir a missão atribuída (Santos, 2021).

O transporte deste equipamento significa um aumento do peso, que segundo Fish & Scharre (2018), está relacionado com o uso de equipamento de proteção individual, ou outro equipamento que seja inerente às diferentes funções que os militares desempenham nas operações.

Desta forma, em relação ao equipamento associado a cada função da secção de atiradores em ambiente operacional, os resultados apontam que para todas as funções da secção se usa na maioria o “Capacete balístico”; “Colete balístico”; “Cinturão balístico”; “Pistola Glock 17 Gen 5 FS”; “Equipamento de Comunicações”, variando apenas o armamento específico para cada função. Neste campo, foi possível verificar que se associa ao Atirador especial a “Espingarda FN SCAR-H”, ao Atirador de Metralhadora Ligeiras a “ML FN Minimi 5,56 MK3” e às funções de Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa), Condutor e Socorrista associa-se a “Espingarda FN SCAR-L”. Em relação ao equipamento transportado na mochila, é possível perceber que é transversal a todas as funções da secção o transporte de “Munições”, em função do armamento específico de cada função, bem como, as “Abraçadeiras de Eletricista” e “Pilhas”.

Em função do transporte do número de Carregadores/Fitas, evidenciou-se que todas as funções consoante o armamento que utilizam, seja “Espingarda FN SCAR-H”, “ML FN Minimi 5,56 MK3”, “Espingarda FN SCAR-L” transportam em média 1 a 5 Carregadores/Fitas, sendo este valor igual para a “Pistola Glock 17 Gen 5 FS”. Com base na informação apresentada, considera-se respondida a PD nº 1.

Em relação à variação entre o peso percecionado pelo militar e o peso real transportado foi possível verificar que apenas na função de Atirador Especial o peso

percecionado foi maior que o peso real, sendo o peso percecionado 31 kg e o peso real 29,65 kg. Foi também possível analisar que todas as funções transportam um peso superior a 30% , conforme o Apêndice I. De acordo com, Reese (2010) e Fox (2020), o peso ótimo transportado face ao peso corporal do militar deverá ser 30%. Desta forma, o excesso de peso do equipamento individual e o transporte de carga vão condicionar o desempenho dos militares (Lovalekar, 2018). Com base na informação analisada, é possível responder à PD nº2.

De modo a reduzir os efeitos da carga excessiva nos militares, a NATO (2020), através do projeto GOSSRA, visa a desenvolver uma arquitetura de referência para sistemas de combate do soldado moderno, de modo a proceder a uma padronização. Para tal pretende-se que o sistema de combate confira uma maior mobilidade ao soldado, reduzindo ao mínimo os requisitos de tamanho, peso e potência. O sistema deve ser modular e configurável de acordo com a missão. Com o objetivo de auxiliar no aumento da mobilidade, surgem os exoesqueletos como um módulo adicional para ajudar neste sentido.

Assim Proud (2022), concluiu que os requisitos para os exoesqueletos serem implementados já estão presentes na maioria dos exoesqueletos desenvolvidos na indústria militar, tendo em conta uma das atividades mais frequentes, o transporte de carga. No entanto, para os exoesqueletos serem totalmente introduzidos no seio dos Exércitos também terão de ter capacidade para responder a outras tarefas, tais como o peso excessivo de cargas externas, assimetria de cargas e também a integração de exoesqueletos com o equipamento do militar.

Desta forma, é importante realçar que no âmbito da Infantaria, os militares realizam a maioria das atividades em terreno aberto, pelo que é requerido que estes militares tenham uma força e desembaraço superior no trem inferior, já que os músculos que são mais recrutados são os dos membros inferiores, para a realização de atividades como caminhar, correr, ajoelhar e até rastejar (Yu et al, 2014). Tendo em conta a análise feita, considera-se respondida a PD nº 3.

Conforme o exposto ao longo da discussão de resultados, na medida da análise feita para identificação do equipamento individual e coletivo dos militares, em que se concluiu que em todas as funções da secção se usa na maioria o “Capacete balístico”; “Colete balístico”; “Cinturão balístico”; “Pistola Glock 17 Gen 5 FS”; “Equipamento de Comunicações”, variando apenas o armamento específico para cada função. Posto isto, foi possível chegar ao peso médio que cada uma das funções transporta, o Atirador Especial

transporta um peso de 38% da sua massa corporal, o Atirador Metralhadora Ligeira 52%, o condutor 39%, os Comandantes 37% e o Socorrista 32%. Neste âmbito, foi possível analisar a variação do PesoMedTrans nas diferentes funções dentro da secção de atiradores, em ambiente operacional, percebendo com esta análise, quais aquelas que estão em maior esforço. Com esta análise torna-se possível evidenciar os requisitos necessários para identificação da tipologia de exoesqueletos para serem aplicados em ambiente operacional. Consequentemente, os exoesqueletos terão de ter capacidade para responder ao peso excessivo de cargas externas, assimetria de cargas e também à integração de exoesqueletos com o equipamento do militar.

Posto isto, e com base na discussão de resultados apresentada torna-se possível responder à PP.

CONCLUSÕES

Os militares do EP, bem como os militares dos restantes países, quando em ambiente operacional estão sujeitos ao cumprimento de missões complexas e em ambientes hostis. No entanto, enquanto lhes é designado o cumprimento de uma missão, também lhes é exigido o transporte de carga durante um longo período, carga essa que se traduz no equipamento individual de cada militar, bem como algum equipamento coletivo. Associado a este excesso de peso surgem lesões, principalmente lesões músculo-esqueléticas. De modo a colmatar esta situação, os exoesqueletos surgem como um equipamento capaz de mitigar essas mesmas lesões, e por vezes, aliviar a carga transportada pelo militar, sendo pertinente o investimento e interesse nesta área que pode ser capaz de ter efeito imediato no ativo mais valioso do EP, o militar.

Neste sentido, para a elaboração desta investigação, foram definidos como objeto de estudo, os militares da Unidade de manobra das 6^a, 7^a, 8^a, 10^a, 11^a e 12^a FND na RCA, sendo o objetivo da investigação a “análise da influência do Sistema de Combate do soldado, em ambiente operacional, num militar de infantaria”. De modo a obter a informação para a realização deste trabalho foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica, complementada com a realização de inquéritos por questionário. O inquérito por questionário foi aplicado a militares integrados na Unidade de Manobra das referidas FND.

Assim, no que concerne à PD n. °1 **“Quais são os equipamentos individual e coletivo específico para cada função dentro da secção de Infantaria, em ambiente operacional?”**, os equipamentos individuais são semelhantes para todas as funções da secção de Infantaria, sendo transversal a todas as funções o uso de Capacete balístico, Colete balístico, Cinturão balístico, Pistola Glock Gen 5 FS e Equipamento de Comunicações. O equipamento apenas varia na questão do armamento, que varia da Espingarda FN SCAR-L nas funções de Atirador Especial e Atirador Metralhadora Ligeira, que estão equipados com a Espingarda FN SCAR-H e a ML Minimi Mk3 5,56 respetivamente.

Em relação à PD n.º2 **“Qual a relação entre o peso transportado e o peso médio dos militares de Infantaria, em ambiente operacional?”**, o peso transportado em função do peso médio varia de função para função, em que o Atirador Especial transporta um peso de 38% da sua massa corporal, o Atirador Metralhadora Ligeira 52%, o Condutor 39% , os Comandantes 37% e o Socorrista 32%, sendo que os militares que têm a função de Atirador

Metralhadora Ligeira são os que estão em maior esforço, seguidos dos que desempenham a função de Condutor, Atirador Especial, Comandantes e Socorrista.

Quanto à PD nº3 **“Qual a tipologia de exoesqueletos para utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria?”**, os exoesqueletos têm de ser capazes de realizar várias tarefas, tais como o transporte excessivo de cargas externas, atuar em situações que a carga seja assimétrica, e terem capacidade para ser integrados com o equipamento do militar. No âmbito do Exército, e em particular na Infantaria, os militares realizam a maioria das atividades em terreno aberto, sendo requerido a estes militares que tenham uma força e desembaraço superior no trem inferior, desta forma os músculos que são mais recrutados são os dos membros inferiores, para a realização de atividades como caminhar, correr, ajoelhar e até rastejar. Em certos terrenos difíceis, deve até ser fornecido um módulo adicional em forma de exoesqueleto que forneça força adicional ao soldado. Deste modo é evidente que os exoesqueletos para membros inferiores são aqueles que maior aplicabilidade tem para a utilização em ambiente operacional, no âmbito da Infantaria.

Agora é possível responder à PP desta investigação **“Qual a influência do sistema de combate do soldado, em ambiente operacional, num militar de Infantaria?”**. Assim a principal influência que o sistema de combate do soldado vai ter, é na mobilidade do militar. De destacar que o sistema de combate do soldado nos militares de Infantaria varia com a função dentro da secção de Infantaria, uma vez que o equipamento individual é diferente, bem como as missões designadas a cada militar. O Atirador Metralhador Ligeira é aquele que está sujeito ao transporte de maior peso em função do seu peso corporal que é 52%. Deste modo, torna-se evidente o desenvolvimento de exoesqueletos para membro inferiores que sejam capazes de minimizar estes efeitos, de modo a potenciar as capacidades dos militares para que assim seja possível alcançar todas as necessidades operacionais.

Como principais contributos, destaco a possibilidade de se identificar e quantificar o equipamento inerente a cada função num TO, em ambiente operacional, bem como identificação do peso associado à função que cada militar do EP desempenha nas missões para as quais é destacado. De outra forma, este trabalho contribui para a necessidade de investir no desenvolvimento de exoesqueletos capazes de colmatar e mitigar riscos associados ao transporte excessivo de carga.

Em relação às limitações durante o processo de investigação, destaco a alteração do projeto de investigação definido anteriormente, que previa a utilização de um protótipo de

exoesqueleto desenvolvido pelo EP para a realização de testes em laboratório, conduzindo à alteração do caminho a seguir na investigação, limitando o trabalho em termos temporais.

Uma vez que já se realizou o estudo alargado a todas as funções da secção de Infantaria na RCA, recomenda-se a realização deste estudo para outras FND, destacando as forças projetadas na Roménia, pois a tipologia de missões e o ambiente operacional é diferente, podendo ser possível chegar a novas conclusões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEA (1987) Report on the ADEA soldier's load initiative. Ft Lewis, WA: Army Development and Employment Agency.
- Agência europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2007). "Perigos e riscos associados à movimentação manual de cargas no local de trabalho." ("Perigos e riscos associados à movimentação manual de cargas no local de ...") Acedido em: 15, fevereiro, 2013, em: <https://osha.europa.eu/pt/publications/factsheets/73>;
- Asbeck, A. T., Schmidt, K., & Walsh, C. J. (2015). Soft exosuit for hip assistance. *Robotics and Autonomous Systems*, 73, 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2014.09.025>
- Bai, Y., Gao, X., Zhao, J., Jin, F., Dai, F., Lv, Y. (2015) *A Portable Ankle-Foot Rehabilitation Orthosis Powered by Electric Motor*. 9(1), 982–991.
- Bailey, T.L., & McDermott, W.M. (1952) Review of research on load carrying. NatickMA: United States Army Quartermaster Research and Development Center, Tentage and Equipage Series, Report 9
- Baldovino, R. G., & Jamisola Jr, R. S. (2011). A survey in the different designs and control systems of powered-exoskeleton for lower extremities. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 32, 77-84.
- Bryman, A. e Cramer. D., 2003. *Análise de dados em Ciências Sociais, Introdução às Técnicas Utilizando o SPSS para Windows*. Oeiras: Celta Editora.
- 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
- Camayd, R. Y., Freire, E., Enrique, E. (2020). Estratégias metodológica de investigação nas ciências sociais. *Conrado*, 16(77), 65-73. Recuperado em 03 de abril de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199086442020000600065&lng=es&tlng=pt.
- Carvalho, J. E., 2009. *Metodologia do Trabalho Científico. «Saber Fazer» da investigação para dissertações e teses*. 2.^a ed. Lisboa: Escolar Editora.
- Chen, B. (2016)., Recent developments and challenges of lower extremity exoskeletons. *J. Orthop Transl.* 5, 26–37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jot.2015.09.007>
- Crowell, H. P., Kanagaki, G. B., O'donovan, M. P., Haynes, C. A., Park, J.-H., Neugebauer, J. M., ... 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*. Obtido de <https://www.arl.army.mil/arlreports/2018/ARL-TR-8444.pdf>
- Dean, C. (2005). *The Modern Warrior's Combat Load—Dismounted Combat Operations in Afghanistan*. In *Proceedings of the International Congress on Soldier's Performance*, Jyväskylä, Finland. 18(8), 4010. doi: 10.3390/ijerph18084010
- Department of Defence (2000). Australian Defence Force Health Status Report. *Canberra Defence Publishing Service*.
- Dollar, A. M., & Herr, H. (2008). *Lower extremity exoskeletons and active orthoses: challenges and state-of-the-art*. IEEE Transactions on robotics, 24(1), 144-158. doi: 10.1109/TRO.2008.915453.
- Donelan, J. M., Kram R., Kuo A. D. (2002), Mechanical work for step-to-step transitions is a major determinant of the metabolic cost of human walking. *Experimental Biology* .205, 3717–3727. doi: 10.1242/jeb.205.23.3717
- 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
- Encyclopædia Britannica (2023). Encyclopædia Britannica. Acedido a 15 de março de 2023 em <https://www.britannica.com/place/Central-African-Republic>.
- Farris, R. J., Quintero, H. A., Spencer A., Murray, S. A., Ha, K. H., Hartigan, C., Goldfarb, M. (2014) *A preliminary assessment of legged mobility provided by a lower limb exoskeleton for persons with paraplegia*, *IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation Engineering*. 482-490. doi: 10.1109/TNSRE.2013.2268320
- Ferris, D. P., & Schlink, B. R. (2017). Robotic devices to enhance human movement performance. *Kinesiology Review*, 6(1), 70–77. <https://doi.org/10.1123/kr.20160040>
- Fish, L., & Scharre, P. (2018). The Soldier's Heavy Load. *Center for a New American Security*, 0–20.
- Fortin, M. F. (2009). O Processo de Investigação: da concepção à realização (5.ªed.). Lusociência.
- Fox, B. D., Judge, L. W., Dickin, D. C., Wang H. (2020) Biomechanics of Military Load Carriage and Resulting Musculoskeletal Injury: A Review. *J Orthopedics & Orthopedic Surg*.1(1), 6-11.

- Gui, L., Yang, Z., Yang, X., Gu, W., Zhang, Y. (2007) *Design and control technique research of exoskeleton suit*, *International Conference on Automation and Logistics*. 541-546. doi: 10.1109/ICAL.2007.4338624
- Hamill, T. R. D. J., & Knutzen, K. M., (2015). *Biomechanical basis of human movement*, 4th edition, Philadelphia Wolters Kluwer Health.
- Headquarters Department of Army (1990). Washington DC.
- Herr, H. (2009). *Exoskeletons and orthoses: classification, design challenges and future directions*”, *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*. doi: 10.1186/1743-0003-6-21
- Jia-Yong, Z., Ye, L. I. U., Xin-Min, M. O., Chong-Wei, H. A. N., Xiao-Jing, M. E. N. G., Qiang, L. I., ... & Ang, Z. H. A. N. G. (2020). *A preliminary study of the military applications and future of individual exoskeletons*. In *Journal of Physics: Conference Series*.1507 (10), 102044. DOI 10.1088/1742-6596/1507/10/102044
- Karlin, S. (2011) *Raiding iron man’s closet*, *IEEE Spectrum*.
- Kawamoto, H., Hayashi, T., Sakurai, T., Eguchi, K., Sankai, Y., (2009). *Development of single leg version of HAL for hemiplegia 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS Minneapolis, Minnesota, USA*. 2-6. doi: 10.1109/IEMBS.2009.5333698
- Keeler, J. (2014) *The Effect of Tactical Tasks and gear on Muscle Activation of SWAT Officers*. Master’s Thesis, University of Kentucky, Lexington Kentucky.
- Knapik, J., Harman E., Reynolds E. (1997). Load carriage using packs: A review of physiological, biomechanical and medical aspects, *Applied ergonomics*. 27, 207–216.
- Knapik, J. J., Harman, E. A., Steelman, R. A., & Graham, B. S. (2012). A systematic review of the effects of physical training on load carriage performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 585-597. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182429853
- 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 4 de março 2023 em <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC6033495>
- Kopp, C. (2011) Exoskeleton for warriors of the future. *Defence Focus*, 38-40.

- Lothian, N.V. (1921) *The load carried by the soldier. Journal of the Royal Army Medical Corps.* 37, 241-263.
- Lovalekar, M., Sharp, M.A., Billing, D.C., Drain, J. R., Nindl, B. C., Zambraski, E.J. (2018) International consensus on military research priorities and gaps — Survey results from the 4th International Congress on Soldiers' Physical Performance 21(11), 1125–30.
- Li, N., Yan, L., Qian, H., Wu, H., Wu, J., Men, S. (2015) *Review on Lower Extremity Exoskeleton Robot, Open Autom. Control Syst. J.* 7, 441-453.
- Mackinson, B.J. (1971). *Research and Development Prototype for Machine Augmentation of Human Strength and Endurance.* Hardiman I Project.
- Marconi, M. D., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos da Metodologia Científica* (5.^a ed.). Editora Atlas
- Mengüç, Y., Park, Y. L., Pei, H. (2014). Wearable soft sensing suit for human gait measurement. *The International Journal of Robotics Research.* 33(14), 1748-1764.
- Minayo, M. C. S. (2010) *Pesquisa social: teoria, método e criatividade.* 29. ed. Petrópolis: Vozes
- Mohammed, S., & Amirat, Y. (2009) Towards intelligent lower limb wearable robots: challenges and perspectives - state of the art, *Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics.* 312-317.
- Monteiro, I. (2014). *Movimentação Manual de Cargas Impacto nos Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais em Portugal.* Mestrado em Segurança e Higiene no trabalho. Escola Superior de Ciências Empresariais, Setúbal.
- Mooney, L. M., Rouse, E. J., Herr, H. M. (2014) *Autonomous exoskeleton reduces metabolic cost of human walking, J. Neuroeng. Rehabil.* 11(1), 1-5.
- Mosher, R. S. (1967) *Handyman to Hardiman*, SAE Technical Report 670088
- Organização Tratado Atlântico Norte [OTAN] (2020). GOSSRA Architecture for Standardisation - Vol. 2 Capability (View NCV), in *GOSSRAnet*. Acedido a 15 de março de 20223 em <https://gossranet.files.wordpress.com/2021/02/gossra-architecture-vol-2-ncv.pdf>
- Organização Tratado Atlântico Norte [OTAN] (2020) GOSSRA Architecture for Standardisation - Vol. 3 Operational View (NOV).), in *GOSSRAnet*. Acedido a 15 de março de 20223 em <https://gossranet.files.wordpress.com/2021/02/gossra-architecture-vol-3-nov.pdf>

- Orr, R.M. (2012) *Load carriage for the tactical operator: Impacts and conditioning—A review*. J. Aust. Strength Cond. 20, 23-29.
- Orr, R. M., Pope, R., Coyle, J., Johnston, V. (2015) *Occupational loads carried by Australian soldiers on military operations*. 18.
- Orr, R.; Pope, R. (2016). *Gender differences in load carriage injuries of Australian army soldiers*. BMC Musculoskelet. Disord. 17, 488. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1340-0>
- Orr, R.; Coyle, J.; Johnston, V.; Pope, R. (2017). *Self-reported load carriage injuries of military soldiers*. Int. J. Inj. Contr. Saf. Promot. 24, 189–197. <https://doi.org/10.1080/17457300.2015.1132731>
- Orr, R.; Pope, R.; Lopes, T.J.A.; Leyk, D.; Blacker, S.; Bustillo-Aguirre, B.S.; Knapik, J.J. (2021) *Soldier Load Carriage, Injuries, Rehabilitation and Physical Conditioning: An International Approach*. Int. J. Environ. Res. Public Health. 18, 4010. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084010>
- 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
- Park, Y. L. (2011) *Bio-inspired active soft orthotic device for ankle foot pathologies*, in IEEE Int. Conf. Intell. Robot. Syst. 4488–4495. doi: 10.1109/IROS.2011.6048620
- Paulson, L.O. (2006) *Light Infantry? A perspective on load carrying and the soldier, from past to present*. Australian Army Journal. 3, 81-87.
- Proud, J. K., Lai, D. T., Mudie, K. L., Carstairs, G. L., Billing, D. C., Garofolini, A., & Begg, R. K. (2022). *Exoskeleton application to military manual handling tasks*. Human Factors, 64(3), 527-554. doi: 10.1177/0018720820957467
- Quinto, L., Gonçalves, S. B., Silva, T. M. (2017) *Exoesqueletos para Membros Inferiores: Estado da Arte*. In 7º Congresso Nacional de Biomecânica. Guimarães.
- Quinto, L., Gonçalves, S. B., & Silva, M. T. (2017). *Revisão sistemática de exoesqueletos para membros inferiores*. 73(7555), 7555.
- Quinto, L. F., Pinheiro, P., Gonçalves, S., Ferreira, R., Roura, I., & Tavares da Silva, M. (2022). *Development and Functional Evaluation of a Passive Ankle Exoskeleton to Support Military Locomotion*. Advances in Military Technology, 17(1), 79–95. <https://doi.org/10.3849/aimt.01536>
- Raut, S., Hase, V., Kotgire, S., Dalvi, S., Maske, Y. (2021) *Design and Analysis of Lightweight Lower Limb Exoskeleton for Military Usage*. International Journal for

- Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 9, 896-907. doi: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.38090>
- 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 2023 em <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a536757.pdf>
- Reis, F. L. (2018). *Investigação Científica e Trabalhos Académicos - Guia Prático*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Reynolds, K.; White, J.; Knapik, J.; Witt, C.; Amoroso, P. (1999) *Injuries and risk factors in a 100-mile (161-km) infantry road march*. *Prev.Med.* 28, 167–173. <https://doi.org/10.1006/pmed.1998.0396>
- 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
- Rivadeneira, R. E. (2017). Lineamientos teóricos y metodológicos de la investigación cuantitativa en ciencias sociales. *Crescendo. Institucional*, 8(1), 115-121. doi: 10.21895/incres.2017.v8n1.11
- Rosado, D. P. (2017). *Elementos Essenciais de Sociologia Geral*. Gradiva.
- Santos, J. (2021). *Identificação de Requisitos para Desenvolvimento de Exoesqueletos*. Trabalho de investigação aplicada, Mestrado em Ciências Militares na Especialidade de Infantaria, Academia Militar, Lisboa
- Santos, J. & Henriques, S. (2021) Inquérito por questionário: contributos de conceção e utilização em contextos educativos. Lisboa: Universidade Aberta. p. 37. doi: <https://doi.org/10.34627/3s9s-k971>
- Sarmiento, M. (2013). *Metodologia Científica para Elaboração, Escrita e Apresentação de Teses*, Lisboa, Universidade Lusíada Editora.
- Seay, J. F. (2015). *Biomechanics of Load Carriage—Historical Perspectives and Recent Insights*. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29, 129-133. doi: 10.1519/JSC.0000000000001031
- Shorter, K. A., Kogler, G. F., Loth, E., Durfee, W. K., Hsiao-Wecksler, E. T. (2011) *A portable powered ankle-foot orthosis for rehabilitation* *J. Rehabil. Res. Dev.* 48(4) 4594–472. doi: 10.1682/jrrd.2010.04.0054

- Skeehan, C. D., Tribble, D. R., Sanders, J. W., Putnam, S. D., Armstrong, A. W., Riddle, M. S. (2009). "Nonbattle Injury among Deployed Troops: An Epidemiologic Study. *Military Medicine* 174 (12), 1256–1262.
- Talat, M., Esquenazi, A., Briceño, J. E. (2013) *Differentiating ability in users of the ReWalk powered exoskeleton IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics*.
- Tejera, J. A., Bustamante-Bello, R., Ramirez-Mendoza, R. A., & Izquierdo-Reyes, J. (2021). Systematic review of exoskeletons towards a general categorization model proposal. *Applied Sciences*, 11(1), 76.
- USACDA. (1964). A study to conserve the energy of the combat infantryman. Ft Belvoir, VA: U.S. Army Combat Developments Command; FootMarches. Army FieldManual (FM) 21-18.
- Van Dijk, W., Meijneke, C., Van Der Kooij, H. (2017) *Evaluation of the achilles ankle exoskeleton IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 25(2), 151-160.
- Varino, A. (2018). A instabilidade na RCA em 2017/2018 [Entrevista] (15 maio 2018).
- Viteckova, S., Kutilek, P., Jirina M. (2013) *Wearable lower limb robotics: A review, Biocybernetics and biomedical engineering*, 96-105.
- Weerasingha, A. H., Withanage, W. P. K., Praganathikala, A. D. K. H., R. K. P. S. Ranaweera, R. K. P. S., Gopura. R. A. R. C. (2018). *Powered Ankle Exoskeletons: Existent Designs and Control Systems. In The 2018 International Conference on Artificial Life and Robotics*. doi: 10.5954/ICAROB.2018.GS2-6
- Witte, K. A., Zhang, J, Jackson, R. W., Collins, S. H. (2015) *Design of two lightweight, high-bandwidth torquecontrolled ankle exoskeletons, in IEEE Int. Conf. Robot. Autom.* 1223–1228. doi: 10.1109/ICRA.2015.7139347
- Yagn, N. (1890). *Apparatus for Facilitating Walking, Running, and Jumping*. U.S. Patent. 420,179.
- Yan T., Cempini M., Oddo, C. M., Vitiello, N. (2015) *Review of assistive strategies inpowered lower-limb orthoses and exoskeletons Robotics and Autonomous Systems*. 64, 120–136. doi: 10.1016/j.robot.2014.09.032
- Yang, C. J., Zhang, J. F., Chen, Y., Dong, Y. M., & Zhang, Y. (2008). A review of exoskeleton-type systems and their key technologies. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 222(8), 1599-1612.

- 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. <https://doi.org/10.3233/ABB-140099>
- Zárate, J. (2001). Ergonomia – Capítulo VIII: Análisis de Tareas de Movimiento Manual de Cargas. 1 a Edição. Madrid: Editorial MAPFRE.
- Zoss, A. B., Kazerooni, H., Chu, A. (2006) *Biomechanical design of the Berkeley lower extremity exoskeleton (BLEEX)*, *IEEE Transactions on Mechatronics*. 11 128–138.

APÊNDICES

APÊNDICE A- MODELO DE ANÁLISE

Tabela n. °12: Modelo de Análise

Objetivo Geral	Caracterização do esforço associado ao transporte de carga, aplicado aos militares de Infantaria em ambiente operacional				
Objetivos Específicos	Pergunta de Partida	Qual a influência do sistema de combate do soldado, em ambiente opercacional, num militar de Infantaria?			
	Perguntas Derivadas	Conceitos	Dimensões	Indicadores	Técnicas de recolha de dados
OE1 Compreender qual o equipamento individuale coletivo específico para cada função dentro da secção de Infantaria, em ambiente operacional	PD1 Quais são os equipamentos individuale coletivo específico para cada função dentro da secção de Infantaria, em ambiente operacional?	Peso transportado	Tipologia de missão	Qual o peso transportado	Inquérito por questionário
		Peso médio		Qual o peso médio; Qual o peso médio por função	
OE2 Caracterizar a relação entre o peso transportado e o peso médio dos militares, em ambiente operacional operacional	PD2 Qual a relação entre o peso transportado e o peso médio dos militares de Infantaria, em ambiente operacional	Individual		Equipameto transportado por cada função	
		Coletivo			

OE3 Identificar a tipologia de exoesqueletos para utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria	PD3 Qual a tipologia de exoesqueletos para utilização em ambiente operacional no âmbito da Infantaria?	Ambiente Operacional	Teatro de Operações da República Centro Africana	Ambiente fisico	Inquérito por questionário; Análise Bibliográfica
---	---	----------------------	--	-----------------	--

APÊNDICE B – INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO

Questionário

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

Ao preencher o questionário tenha por favor em atenção que:

O tempo de resposta a este questionário é de 3 a 5 minutos.

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 fernandes.pjl@exercito.pt

Investigadores responsáveis pelo estudo: Paulo José Lousada Fernandes (Academia Militar), Luís Filipe Pratas Quinto (Academia Militar/CINAMIL, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa) Professora Paula Cristina Pires Simões (Academia Militar/CINAMIL e Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa)

paulinhoulousada6@gmail.com [Mudar de conta](#)

 Não partilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

Categoria *

Selecionar

Força Nacional Destacada (FND) *

Selecionar

Anos de serviço *

A sua resposta

Idade *

A sua resposta

Peso *

Escreva o seu peso em kg.

A sua resposta

Altura *

Escreva a sua altura em centímetros.

A sua resposta

Número total de participações em FND *

A sua resposta

Teatro de operações

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

Qual a sua função? *

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

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!

	1	2	3	4	5
Caminhar	☐	☐	☐	☐	☐
Correr	☐	☐	☐	☐	☐
Subir e descer da viatura	☐	☐	☐	☐	☐
Marcha fletida	☐	☐	☐	☐	☐
Gatinhar	☐	☐	☐	☐	☐
Instalar no terreno	☐	☐	☐	☐	☐
Rastejar	☐	☐	☐	☐	☐
Saltar obstáculos (ex. Transposição de Muros)	☐	☐	☐	☐	☐

Movimento de arrombamento de porta (ex. Com pontapé)	☐	☐	☐	☐	☐
--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

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!

	1	2	3	4	5
Pé	☐	☐	☐	☐	☐
Modificadas-combinadas pé (ex. pé com inclinação do corpo)	☐	☐	☐	☐	☐
Joelhos	☐	☐	☐	☐	☐

Modificadas-combinadas joelhos (ex. joelho em terra com perna afastada)	☐	☐	☐	☐	☐
Sentado	☐	☐	☐	☐	☐
Modificadas-combinadas sentado (ex. cócoras)	☐	☐	☐	☐	☐
Deitado	☐	☐	☐	☐	☐
Modificadas-combinadas deitado (ex. deitado de costas)	☐	☐	☐	☐	☐

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.

- ☐ Capacete balístico
- ☐ Colete tático
- ☐ Colete balístico
- ☐ Cinturão balístico
- ☐ Cotoveleiras
- ☐ Joelheiras
- ☐ Espingarda FN SCAR-L
- ☐ Espingarda FN SCAR-H
- ☐ ML FN Minimi 5.56 MK3
- ☐ MM FN Minimi 7.62 MK3
- ☐ Pistola Glock 17 Gen 5 FS
- ☐ Lança granadas FN40GL-S MK2
- ☐ Lança granadas M/GL6-40MM
- ☐ Morteirete 60mm
- ☐ 84mm CARL GUSTAV

- ☐ Pistola Glock 17 Gen 5 FS
- ☐ Lança granadas FN40GL-S MK2
- ☐ Lança granadas M/GL6-40MM
- ☐ 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: _____

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

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

Selecione
▼

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.

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!

	1	2	3	4	5
Caminhar	☐	☐	☐	☐	☐
Correr	☐	☐	☐	☐	☐

Subir e descer da viatura	☐	☐	☐	☐	☐
Saltar obstáculos (ex. Transposição de Muros)	☐	☐	☐	☐	☐
Movimento de arrombamento de porta (ex. Com pontapé)	☐	☐	☐	☐	☐

Considere as seguintes posições de tiro:



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

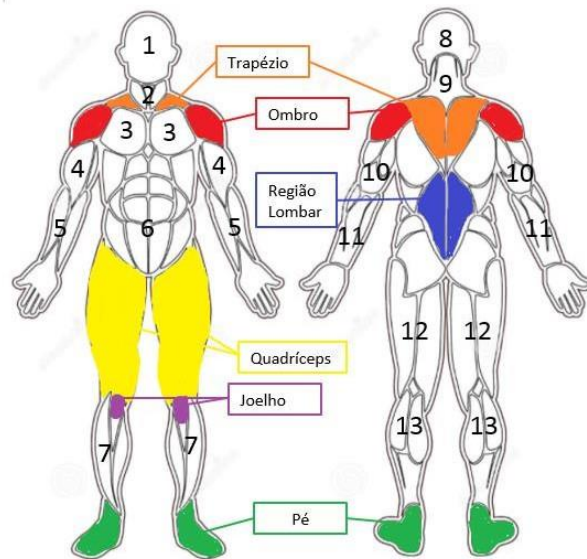
Organize as posições de 1 a 3, assumindo que 1 será a posição menos exigente e 3 será a posição mais exigente. Ex. Se classificar "Pé fletido" com "3" não poderá usar mais o "3" ou seja apenas um número por coluna. ATENÇÃO: No telemóvel arraste para o lado para ver todas as colunas!

	1	2	3
Pé fletido (Imagem 1)	☐	☐	☐
Pé de flanco apoiado (Imagem 2)	☐	☐	☐
Pé com inclinação do tronco (Imagem 3)	☐	☐	☐

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

- ☐ Sim
- ☐ Não

Considere as seguintes zonas pintadas e numeradas:



Onde costuma sentir dores? *

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

☐ Trapézio

☐ Ombro

☐ Região Lombar

☐ Quadríceps

☐ Joelho

☐ Pé

☐ Outra:

Como considera ser o tipo de dor? *

☐ 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.

FN SCAR-L *

Selecione

FN SCAR- H *

Selecione

Glock 17 Gen 5 FS *

Selecione

ML Minimi 5.56 MK3 *

Selecionar ▼

MM Minimi 7.62 MK3 *

Selecionar ▼

Equipamento Extra

Usa frequentemente mochila tática durante as operações apeadas? *

Mochila tática (ex. MILTEC)

☐ Sim

☐ Não

O que costuma transportar na mochila? *

Assinale todo o equipamento que transporta.

☐ Carregadores/Fitas

☐ Braçadeiras de eletricista

☐ Kit de primeiros socorros

☐ Granadas ofensivas

☐ Granadas de fumo

☐ Granadas flashbang

☐ Macas

☐ Material de planeamento

☐ Pilhas

☐ Outra: _____

Qual o peso da mochila tática? *

Estimativa do peso total do equipamento transportado na mochila tática.

Selecionar ▼

Ambiente Operacional

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!

	1	2	3	4	5
Calor	☐	☐	☐	☐	☐
Frio	☐	☐	☐	☐	☐
Poeira	☐	☐	☐	☐	☐
Humidade	☐	☐	☐	☐	☐

APÊNDICE C – PESO MÉDIO POR FUNÇÃO

Tabela n. ° 13: Peso Médio por função

	Média	Dp
Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)	82,29	8,85
Atirador especial	79,36	10,06
Apontador metralhadora ligeira	79,76	6,99
Condutor	82,68	9,46
Socorrista	87,00	

APÊNDICE D – PERCENTAGEM DE PESO PERCECIONADO POR FUNÇÃO

Tabela n.º 14: Percentagem de Peso Percecionado por Função

	Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)	Atirador especial	Apontador metralhadora ligeira	Condutor	Socorrista
Peso Percecionado Médio	27	31	26	27	25
Dp	8,64	10,64	8,76	8,09	
Peso Médio	82,29	79,36	79,76	82,68	87,00
Dp	8,85	10,06	6,99	9,46	
Percentagem de Peso Percecionado	0,33 (33%)	0,39 (39%)	0,33 (33%)	0,33 (33%)	0,28 (28%)
Dp	0,12	0,16	0,12	0,11	

APÊNDICE E - GRANADAS

Tabela n.º 15: Peso Granadas

Designação do Equipamento	Peso da Granada
Granada de Mão Ofensiva M321 – M/962	0,30kg
Granada de Fumos	0,40kg
Granada Flashbang	0,50kg

APÊNDICE F - ASSOCIAÇÃO DO EQUIPAMENTO TRANSPORTADO COM A FUNÇÃO DO MILITAR

Tabela n.º 16: Associação do Equipamento transportado com a função do militar

	Comandante (Companhia/Pelotão/ Equipa) n=28	Atirador Especial n= 33	Atirador Metralhadora Ligeira n= 38	Condutor n= 28	Socorrista n= 1
Capacete balístico	28 (100%)	33 (100%)	38 (100%)	28 (100%)	1 (100%)
Colete tático	5 (17,9%)	5 (15,2%)	4 (10,5%)	5 (17,9%)	0 (0%)
Colete balístico	27 (96,4%)	33(100%)	36 (94,7%)	28 (100%)	1 (100%)
Cinturão balístico	26 (92,9%)	30 (90,9%)	33 (86,8%)	25 (89,3%)	1 (100%)
Cotoveleiras	0 (0%)	0 (0%)	2 (5,3%)	1 (3,6%)	0 (0%)
Joelheiras	8 (28,6%)	3 (9,1%)	4 (10,5%)	3 (10,7%)	0 (0%)
Espingarda FN SCAR-L	26 (92,9%)	6(18,2%)	10 (26,3%)	25 (89,3%)	1 (100%)
Espingarda FN SCAR-H	1 (3,6%)	28 (84,8%)	3 (7,9 %)	1 (3,6 %)	0 (0%)
Espingarda G3	1 (3,6%)	0(0%)	0(0%)	1 (3,6%)	0 (0%)
ML FN Minimi 5.56 MK3	0(0%)	1(3%)	24 (63,2%)	2 (7,1%)	0 (0%)
ML FN Minimi 7.62 MK3	0 (0%)	1 (3%)	4 (10,5%)	0 (0%)	0 (0%)
Metralhadora HK 21	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,6%)	0 (0%)
Metralhadora HK MG4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Pistola Glock 17 Gen 5 FS	27 (96,4%)	33 (100%)	36 (94,7%)	36 (92,9%)	1 (100%)
Lança granadas M/GL6- 40MM	1 (3,6%)	2 (6,1%)	1 (6,1%)	1 (3,6%)	0 (0%)
Lança granadas HK 79	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

Morteirete 60mm	1 (3,6%)	1 (3%)	0 (0%)	2 (7,1%)	0 (0%)
84mm CARL GUSTAV	1 (3,6%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (7,1%)	0 (0%)
Light Anti-Tank Weapon (LAW)	2 (7,1%)	2 (6,1%)	3 (7,9%)	2 (7,1%)	0 (0%)
Caçadeira Benelli	3 (10,7%)	7 (21,2%)	3 (7,9%)	6 (21,4%)	0 (0%)
Caçadeira SPAS	2 (7,1%)	0 (0%)	2 (5,3%)	3 (10,7%)	0 (0%)
MP5 SD6	1 (3,6%)	1 (3%)	1 (2,6%)	1 (3,6%)	0 (0%)
Munições	20 (71,4%)	26 (78,8%)	19 (50%)	24 (85,7%)	1 (100%)
Granadas ofensivas	16 (57,1%)	14 (42,4%)	27 (71,1%)	18 (64,3%)	1 (100%)
Granadas de fumo	23 (82,1%)	13 (39,4%)	16 (42,1%)	15 (53,6%)	1 (100%)
Granadas flashbang	22 (78,6%)	18 (54,5%)	14 (36,8%)	14 (50%)	1 (100%)
Equipamento de comunicações	23 (82,1%)	28 (84,8%)	30 (78,9%)	23 (82,1%)	1 (100%)
Mochila tática (ex. ASSAUL T MIL-TEC)	3 (10,7%)	4 (12,1%)	2 (5,3%)	2 (7,1%)	0 (0%)

APÊNDICE G - ASSOCIAÇÃO DO NÚMERO DE CARREGADORES/FITAS COM A FUNÇÃO DO MILITAR

Tabela n.º 17: Associação do número de carregadores/fitas com a função do militar

	Comandante (Equipa/ Pelotão/ Equipa n=28	Atirador Especial n=33	Atirador Metralhadora Ligeira n=38	Condutor n= 28	Socorrista n= 1
SCAR L					
0	0 (0%)	12 (36,4%)	4 (10,5%)	0 (0%)	0 (0%)
1 a 5	19 (67,8%)	12 (36,4%)	30 (78,9%)	20 (71,4%)	0 (0%)
6 a 10	9 (32,1%)	9 (27,4%)	4 (10,6%)	7 (25%)	1 (100%)
>10	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (3,6%)	0 (0%)
SCAR H					
0	13 (46,4%)	1(3%)	23(60,5%)	14(50%)	1 (100%)
1 a 5	11 (39,2%)	21 (63,6%)	10 (26,3%)	9 (32,1%)	0 (0%)
6 a 10	4 (14,4%)	11 (33,4%)	4 (10,6%)	5 (17,9%)	0 (0%)
>10	0 (0%)	0 (0%)	1 (2,6%)	0 (0%)	0 (0%)
Glock 17					
0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
1 a 5	28 (100%)	33 (100%)	35 (92,1%)	28 (100%)	1 (100%)
6 a 10	0 (0%)	0 (0%)	4 (10,6%)	0 (0%)	0 (0%)
>10	0 (0%)	0 (0%)	1 (2,6%)	0 (0%)	0 (0%)
ML 5.56					
0	14 (50%)	13 (39,4%)	7 (18,4%)	13 (46,4%)	1 (100%)
1 a 5	12 (46,5%)	16 (48,5%)	27 (71%)	11 (39,2%)	0 (0%)
6 a 10	0 (0%)	2 (6%)	3 (7,9%)	4 (14,3%)	0 (0%)
>10	1 (3,6%)	2 (6,1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

ML 7.62					
0	15 (53,6%)	12 (36,4%)	26 (68,4%)	16 (57,1%)	1 (100%)
1 a 5	12 (42,8%)	16 (48,5%)	6 (15,7%)	9 (32,2%)	0 (0%)
6 a 10	0 (0%)	3 (9%)	5 (13,2%)	2 (7,1%)	0 (0%)
>10	1 (3,6%)	2 (6,1%)	2 (2,6%)	1 (3,6%)	0 (0%)

APÊNDICE H - ASSOCIAÇÃO DO MATERIAL TRANSPORTADO NA MOCHILA RELATIVO À FUNÇÃO DO MILITAR

Tabela n.º 18: Associação do material transportado na mochila relativo à função do militar

	Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa) n= 28	Atirador Especial n= 33	Atirador Metralhadora Ligeira n= 38	Condutor n= 28	Socorrista n= 1
Carregadores/Fitas	20 (71,4%)	15 (45,5%)	25 (65,8%)	18 (64,3%)	1 (100%)
Abraçadeiras de Eletricista	19 (67,9%)	14 (42,4%)	23 (60,5%)	18 (64,3%)	1 (100%)
Kit Primeiros Socorros	9 (32,1%)	9 (27,3%)	8 (21,1%)	12 (42,9%)	0 (0%)
Granadas ofensivas	8 (28,6%)	8 (22,4%)	16 (42,1%)	9 (32,1%)	0 (0%)
Granadas de fumo	7 (25%)	6 (18,2%)	15 (39,5%)	8 (28,6%)	0 (0%)
Granadas flashbang	6 (21,4%)	9 (27,3%)	5 (13,2%)	12 (42,9%)	0 (0%)
Macas	3 (10,7%)	2 (6,1%)	1 (2,6%)	2 (7,1%)	0 (0%)
Material Planeamento	13 (46,4%)	1 (6,1%)	5 (13,2%)	7 (25%)	0 (0%)
Pilhas	19 (67,9%)	15 (45,5%)	23 (60,5%)	18 (64,3%)	1 (100%)

APÊNDICE I – PERCENTAGEM DE PESO REAL POR FUNÇÃO

Tabela 19: Percentagem de peso real por função

	Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)	Atirador especial	Apontador metralhadora ligeira	Condutor	Socorrista
Peso Percecioando Médio	30,87	29,65	41,48	32,3	28,3
Peso Médio	82,29	79,36	79,76	82,68	87,00
Dp	8,85	10,06	6,99	9,46	
Percentagem de Peso Percecionado	0,38 (38%)	0,37 (37%)	0,52 (52%)	0,39 (39%)	0,32 (32%)

APÊNDICE J– PESOMEDTRANS E TESTE DE HIPÓTESES T-STUDENT

Tabela 20: Tabela do teste T-Student em função do peso médio transportado

Teste da amostra	Valor de Teste = 0.30					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferença média	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
					Inferior	Superior
Condutor	11,919	27	0,000	0,09529	0,0789	0,1117
Atirador ML	26,857	37	0,000	0,22104	0,2044	0,2377
Comandantes	10,718	27	0,000	0,07982	0,0645	0,0951
Atirador Especial	9,870	32	0,000	0,07921	0,0629	0,0956

APÊNDICE K– PESOMEDTRANS E TESTE ONE WAY ANOVA

Tabela 21: Teste One Way ANOVA para cada uma das funções relativo ao PesoMedTrans

Funções	Função do participante	Diferença de Média	Desvio padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Lower Bound	Upper Bound
Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)	Atirador especial	0,00061	0,01142	1	-0,035	0,0362
	Apontador metralhadora ligeira	-,14122*	0,01107	<,001	-0,1757	-0,1067
	Atirador	-,04949*	0,01039	<,001	-0,0818	-0,0171
	Condutor	-0,01547	0,01188	0,792	-0,0525	0,0215
Atirador especial	Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)	-0,00061	0,01142	1	-0,0362	0,035
	Apontador metralhadora ligeira	-,14183*	0,01058	<,001	-0,1748	-0,1089
	Atirador	-,05010*	0,00986	<,001	-0,0808	-0,0194
	Condutor	-0,01608	0,01142	0,739	-0,0516	0,0195
Apontador metralhadora ligeira	Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)	,14122*	0,01107	<,001	0,1067	0,1757
	Atirador especial	,14183*	0,01058	<,001	0,1089	0,1748
	Atirador	,09173*	0,00945	<,001	0,0623	0,1212
	Condutor	,12575*	0,01107	<,001	0,0913	0,1602
Atirador	Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)	,04949*	0,01039	<,001	0,0171	0,0818
	Atirador especial	,05010*	0,00986	<,001	0,0194	0,0808
	Apontador metralhadora ligeira	-,09173*	0,00945	<,001	-0,1212	-0,0623
	Condutor	,03402*	0,01039	0,033	0,0017	0,0664
Condutor	Comandante (Companhia/Pelotão/Equipa)	0,01547	0,01188	0,792	-0,0215	0,0525

	Atirador especial	0,01608	0,01142	0,739	-0,0195	0,0516
	Apontador metralhadora ligeira	-,12575*	0,01107	<,001	-0,1602	-0,0913
	Atirador	-,03402*	0,01039	0,033	-0,0664	-0,0017

ANEXOS

ANEXO A – PESO DO ARMAMENTO

Tabela 22: Peso Armamento Individual/coletivo

Designação do Armamento	Representação do Armamento	Peso do Armamento
Espingarda de Assalto FN SCAR-L		3,50 kg
Espingarda de Atirador especial FN SCAR- H		3,90 kg
Pistola Glock 17 Gen 5 FS		0,63 kg

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

Fonte: Santos (2021)

ANEXO B – PESO DOS CARREGADORES/FITAS

Tabela 23: 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)	1,45kg

Fonte: Santos (2021)

ANEXO C – PESO DO EQUIPAMAMENTO

Tabela 24: 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

Fonte: Santos (2021)