

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE ESTADO-MAIOR CONJUNTO**

2021/2022



TII

HUMAN ENHANCEMENT NAS FUTURAS FORÇAS TERRESTRES

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DOS
SEUS AUTORES, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**José Manuel Grilo Taveira Pinto
MAJOR, MATERIAL**



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

***HUMAN ENHANCEMENT* NAS FUTURAS FORÇAS**
TERRESTRES

MAJOR, MATERIAL José Manuel Grilo Taveira Pinto

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 2021/2022

Pedrouços 2022



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

HUMAN ENHANCEMENT NAS FUTURAS FORÇAS
TERRESTRES

MAJOR, MATERIAL José Manuel Grilo Taveira Pinto

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 2021/2022

Orientador: MAJOR, ENGENHEIRO

João Reis Bento

Pedrouços 2022



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **José Manuel Grilo Taveira Pinto**, declaro por minha honra que o documento intitulado **“HUMAN ENHANCEMENT NAS FUTURAS FORÇAS TERRESTRES”** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Estado-Maior Conjunto 2021/2022** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **04 de maio de 2022**

José Manuel Grilo Taveira Pinto



Agradecimentos

Ao Major João Reis Bento, meu orientador, pela permanente disponibilidade, pela partilha de conhecimentos, pelo sensato espírito crítico construtivo, as sugestões de contactos e de bibliografia, bem como a valiosa revisão do trabalho. A sua orientação permitiu a condução do trabalho num caminho constante e sem desvios.

Aos entrevistados, Tenente-Coronel Gabriel Gomes, Tenente-Coronel Rui Lucena, Tenente-Coronel Paulo Cordeiro, Tenente-Coronel Mário Martinho, Tenente-Coronel Pedro Costa, Tenente-Coronel Simão Sousa, Major Araújo e Silva, *Project Officer* Ali Shahzad e Doutor Miguel Pinto pela disponibilidade apresentada ao acederem prontamente à partilha dos seus sustentados conhecimentos. Sem este valioso contributo não teria sido possível validar a investigação.

Ao Major Luís Quinto, pela amizade e apoio incondicional. Pelo contributo do conhecimento cedido nas entrevistas, que concorreram para a validação do estudo, mas também na consecução do projeto de investigação. A sua astúcia e pertinácia em bem me apoiar, levaram a que nesta investigação estivesse sempre presente um raciocínio crítico e um pensamento criativo, demonstrando sempre de forma profissional e rigorosa uma permanente disponibilidade.

Ao Tenente-Coronel Bruno Ribeiro e ao Major Júlio Carilho da Repartição de Planeamento Estratégico da Divisão de Planeamento de Forças do Estado-Maior do Exército, que prescindiram do seu valioso tempo, para me ajudar a definir o modelo de análise, bem como possíveis estratégias a seguir. Ao Major Júlio Carilho, agradeço ainda, pela amizade e pela forma incansável de desbloquear e garantir o acesso a entrevistados no Estado-Maior do Exército.

Ao TCor João Abreu, pela ajuda na fase exploratória e pela disponibilidade em providenciar contactos na EDA.

A todos os elementos do Curso de Estado-Maior Conjunto 2021-2022, e em especial, ao seu Diretor, Capitão de Mar e Guerra Luís Jimenez, pelo acompanhamento e preocupação demonstrada na consecução da investigação, disponibilizando-se para estabelecer contactos iniciais com entrevistados.

Por último, mas não menos importante, dedico um agradecimento à minha família, em especial à minha mulher Teresa e à minha filha Laura, que se constituíram no meu porto de abrigo e na minha muleta, capazes de suportar todos os meus momentos de *stress* e as minhas muitas horas de ausência. Uma gratidão infinita pelo apoio e compreensão incondicional.



Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico e percurso metodológico	6
2.1 Base conceptual	6
2.2 Estado da Arte.....	7
2.3 Metodologia e método	9
2.3.1 Modelo de análise e metodologia	9
2.3.2 Método	10
3. As tendências tecnológicas do <i>Human Enhancement</i>	12
3.1 União Europeia	12
3.2 <i>North Atlantic Treaty Organization</i>	14
3.3 Estados Unidos da América.....	15
3.4 Rússia.....	18
3.5 Portugal.....	19
3.6 Síntese Conclusiva.....	21
4. A organização dos Sistemas de Combate do Soldado	22
4.1 Estados Unidos da América.....	22
4.2 Rússia.....	23
4.3 Portugal.....	24
4.4 Síntese Conclusiva.....	25
5. As tecnologias do <i>Human Enhancement</i> nos Sistemas de Combate do Soldado	27
5.1 Domínio de atuação das tecnologias do <i>Human Enhancement</i> presentes na arquitetura dos Sistemas de Combate do Soldado	27
5.2 Síntese Conclusiva.....	32
6. O <i>Human Enhancement</i> no futuro Sistema de Combate do Soldado no Exército Português	33
6.1 Critérios de Escolha	33
6.2 Propostas.....	34
6.3 Considerações	35
7. Conclusões	37
Referências bibliográficas	44



Índice de Apêndices

Apêndice A - Modelo de análise	Apd A-1
Apêndice B - Indicadores do Modelo de Análise.....	Apd B-1
Apêndice C - Guião da entrevista à idD Portugal <i>Defence</i> e respostas	Apd C-1
Apêndice D - Guião geral da entrevista e correlação dos entrevistados com as questões	Apd D-1
Apêndice E - Análise de Conteúdo das Entrevistas Semiestruturadas	Apd E-1
Apêndice F - Tecnologias emergentes e disruptivas - Tendência constante e presente de uma forma combinada, nas tecnologias do HE.	Apd F-1
Apêndice G - Tendências tecnológicas do HE - Conceitos e impacto previsto no campo de batalha	Apd G-1

Índice de Figuras

Figura 1 - Inadaptação das Forças face ao ambiente	2
Figura 2 - Evolução dos domínios físico e cognitivo, associada à evolução tecnológica do HE	3
Figura 3 - Objetivos da investigação	4
Figura 4 - Questões da investigação	4
Figura 5 - Soldado americano a utilizar o protótipo IVAS.....	16
Figura 6 - Imagem e utilização do protótipo ENVG-B	17
Figura 7 - Protótipo <i>BAE/ITL power and data SPIRIT vest</i>	17
Figura 8 - Protótipo de sistema de gestão de energia com baterias leves e ajustáveis ao corpo	17
Figura 9 - Protótipo de armadura e capacete de proteção russo	19
Figura 10 - <i>Aimpoint CompM4</i>	27
Figura 11 - Câmara de capacete <i>Mohoc</i>	28
Figura 12 - <i>Jenoptik Nyxus Bird LR</i>	29
Figura 13 - Sistema de informação nível secção	30
Figura 14 - <i>Integrated Head Protection System, Transition Combat Eye Protection e Vital Torso Protection</i>	31
Figura 15 - Sistema WS-I	32



Índice de Quadros

Quadro 1 - Entrevistas exploratórias realizadas	7
Quadro 2 - Entrevistas semiestruturadas	10
Quadro 3 - Tendências tecnológicas do HE na EU	13
Quadro 4 - Tendências tecnológicas do HE na NATO	14
Quadro 5 - Tendências tecnológicas do HE nos EUA.....	16
Quadro 6 - Tendências tecnológicas do HE na Rússia.....	18
Quadro 7 - Tendências tecnológicas do HE em Portugal.....	21
Quadro 8 - Domínios de atuação das tecnologias do HE presentes na arquitetura dos SCS...	32
Quadro 9 - Modelo de análise.....	Apd A-1
Quadro 10 - Questões e respostas do Diretor de Valorização de Conhecimento da idD Portugal <i>Defence</i>	Apd C-1
Quadro 11 - Codificação da lista de entrevistados	Apd D-1
Quadro 12 - Questões e correlação com entrevistados.....	Apd D-1
Quadro 13 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 1.1.....	Apd E-1
Quadro 14 - Análise de conteúdo da questão 1.1	Apd E-1
Quadro 15 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 1.2.....	Apd E-1
Quadro 16 - Análise de conteúdo da questão 1.2	Apd E-4
Quadro 17 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 2.1.....	Apd E-4
Quadro 18 - Análise de conteúdo da questão 2.1	Apd E-4
Quadro 19 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 2.2.....	Apd E-5
Quadro 20 - Análise de conteúdo da questão 2.2	Apd E-5
Quadro 21 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 3.1.....	Apd E-5
Quadro 22 - Análise de conteúdo da questão 3.1	Apd E-6
Quadro 23 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 3.2.....	Apd E-6
Quadro 24 - Análise de conteúdo da questão 3.2	Apd E-6
Quadro 25 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 3.3.....	Apd E-6
Quadro 26 - Análise de conteúdo da questão 3.3	Apd E-7
Quadro 27 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 4.1.....	Apd E-7
Quadro 28 - Análise de conteúdo da questão 4.1	Apd E-9
Quadro 29 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 4.2.1.....	Apd E-10
Quadro 30 - Análise de conteúdo da questão 4.2.1	Apd E-10



Quadro 31 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 4.2.2.....	Apd E-10
Quadro 32 - Análise de conteúdo da questão 4.2.2	Apd E-11
Quadro 33 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 4.2.3.....	Apd E-11
Quadro 34 - Análise de conteúdo da questão 4.2.3	Apd E-11
Quadro 35 - Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 4.2.4.....	Apd E-12
Quadro 36 - Análise de conteúdo da questão 4.2.4	Apd E-12



Resumo

O sucesso em conflitos futuros pode depender da capacidade de adotar e implementar rapidamente novas tecnologias. É necessário assim, antecipar as mudanças tecnológicas, para que se consiga, em tempo, planejar e priorizar os investimentos, permitindo modernizar o Exército de forma eficiente.

É neste contexto que o objeto de estudo se materializa no *Human Enhancement* nas futuras Forças Terrestres, e o objetivo geral consiste em propor as tecnologias adicionais no âmbito do *Human Enhancement* que devem ser integradas no futuro Sistema de Combate do Soldado no Exército Português. Para cumprir este desiderato é efetuado um estudo de caso, utilizando raciocínio indutivo, numa estratégia qualitativa, complementado com a realização de entrevistas semiestruturadas a especialistas na área, de modo a validar as tecnologias propostas.

Conclui-se que as tecnologias associadas ao *Human Enhancement* terão um maior impacto no domínio cognitivo e nessa linha de pensamento, e em consideração à arquitetura do Sistema de Combate do Soldado, são propostas duas modalidades. A primeira com foco em três tecnologias já em uso nos Sistema de Combate do Soldado e que caso não sejam implementadas rapidamente, poderá à *posteriori* não fazer sentido. A segunda modalidade apresenta cinco tecnologias, que ainda se encontram em fase de projeto/protótipo.

Palavras-chave: *Human Enhancement*, Tecnologias, Sistema de Combate do Soldado, domínio cognitivo e físico.



Abstract

Success in future conflicts may depend on the capacity to quickly adopt and implement new technologies. It is thus necessary to anticipate technological changes, so that investments can be planned and prioritized in time, allowing the Army to modernize in an efficient manner.

It is in this context that the study object is Human Enhancement in the future Land Forces, and the general objective is to propose the additional technologies within the scope of Human Enhancement that must be integrated in the future Soldier Combat System of the Portuguese Army. In order to fulfil this desideratum a case study is carried out, using inductive research, with a qualitative strategy, complemented with semi-structured interviews with experts in the area, in order to validate the proposed technologies.

It is concluded that the technologies associated with Human Enhancement will have a greater impact on the cognitive domain and in this line of thought, and in consideration of the architecture of the Soldier Combat System, two modalities are proposed. The first focuses on three technologies already in use in the Soldier Combat System and that if they are not implemented quickly, may later not make sense. The second modality presents five technologies, which are still in project/prototype phase.

Keywords: *Human Enhancement, Technologies, Soldier Combat System, cognitive and physical domain.*



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

ACG-C *Army Combat Glove-Capacitive*

B

BMS *Battlefield Management System*

BTID Base Tecnológica e Industrial de Defesa

C

CapTech *Capability Technology Area*

C2 Comando e Controlo

C3T *Command Control and Communications – Tactical*

C4 Comando, Controlo, Comunicações, Computadores

C4I Comando, Controlo, Comunicações, Computadores e Informação

C4ISR Comando, Controlo, Comunicações, Computadores e *Intelligence, Surveillance, Reconnaissance*

CINAMIL Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar

D

DARPA *Defense Advanced Research Projects Agency*

DCSI Direção de Comunicações e Sistemas de Informação

DPF Divisão de Planeamento de Forças

E

EDA *European Defence Agency*

EME Estado-Maior do Exército

EMGFA Estado-Maior-General das Forças Armadas

ENVG-B *Enhanced Night Vision Goggle Binocular*

EP Exército Português

EUA Estados Unidos da América

F

FFW *Future Force Warrior*

FLTS *Foreign Language Translation System*

FT Forças Terrestres

G

GDT *Global Defence Technology*

GEDSI Grupo de Estudos de Defesa e Segurança Internacional



H

HA *Human Augmentation*

HE *Human Enhancement*

HF *Human Factors*

HO *Human Optimisation*

I

IA *Inteligência Artificial*

IEWS *Intelligence, Electronic Warfare and Sensors*

IHPS *Integrated Head Protection System*

ISAF *International Security Assistance Force*

IS *Innovating Solutions*

IVAS *Integrated Visual Augmentation System*

L

LPM *Lei de Programação Militar*

LW *Land Warrior*

N

NATO *North Atlantic Treaty Organization*

NRC *National Research Council*

NW *Nett Warrior*

O

OE *Objetivo Específico*

OG *Objetivo Geral*

P

PEO *Program Executive Officer*

PM *Project Manager*

PM IVAS *Project Manager Integrated Visual Augmentation System*

Q

QD *Questão Derivada*

QC *Questão Central*

R

RNA *Russian News Agency*

S

SICC *Sistema de Informação para o Comando e Controlo*

SCS *Sistema de Combate do Soldado*



STO	<i>Science & Technology Organization</i>
T	
TA	Tecnologias Adicionais
TCEP	<i>Transition Combat Eye Protection</i>
TED	Tecnologias Emergentes e Disruptivas
TII	Trabalho de Investigação Individual
U	
UC	Uniforme de Combate
EU/EU	União Europeia/ <i>European Union</i>
USAASC	<i>United States Army Acquisition Support Center</i>
USATDC	<i>United States Army Training and Doctrine Command</i>
USANSC	<i>United States Army Natick Soldier Center</i>
UKMD	<i>United Kingdom Ministry of Defence</i>
V	
VTP	<i>Vital Torso Protection</i>
W	
WS-I	<i>Weapon Sights – Individual</i>



1. Introdução

Ao longo da história, a tecnologia causou profundas mudanças na doutrina, na organização, na tática e estratégia militar (Frater & Ryan, 2001).

Os rápidos avanços e convergência em campos como a robótica, tecnologias da informação e inteligência artificial (IA) continuarão a ter um impacto revolucionário no campo de batalha (Billing, Fordy, Friedl & Hasselstrøm, 2021). A disrupção associada a essas tecnologias será experimentada de forma mais acutilante pelo militar, ao nível tático, com progressos cognitivos e físicos crescentes, associados ao emprego e uso de novas capacidades (Billing et al., 2021). Unidades de combate mais avançadas, inteligentes e flexíveis, com equipamentos interligados em rede estarão no centro da futura guerra. O soldado contará com tecnologias como sistemas autónomos, IA, eletrónica e materiais leves, melhorando o nível de proteção e percepção situacional (*European Commission, Center for Defence, & Space and Security*, 2021).

O estudo "*The Future of the Command Post*", publicado pelo Centro de Excelência de Comando e Controlo da *North Atlantic Treaty Organization* (NATO), afirma que estamos à beira de uma revolução tecnológica que irá alterar fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. A dimensão, finalidade e complexidade dessa transformação, será diferente de tudo o que a humanidade já experimentou (Clemente, Streefkerk & Scherrenburg, 2019).

O ambiente operacional 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. (Estado-Maior do Exército [EME], 2012, p. 1-1)

No entanto o General Stanley McChrystal, ex-Comandante da *International Security Assistance Force*, refere que as Forças Especiais dos Estados Unidos no Afeganistão perceberam que o sistema de Comando e Controlo (C2) que fornecia vantagem às forças ocidentais já não estava adaptado ao ambiente atual (Figura 1) (Millet, 2020).

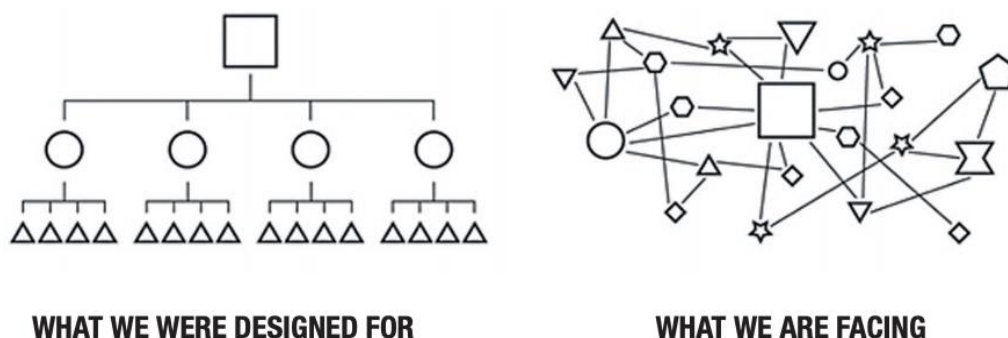


Figura 1 - Inadaptação das Forças face ao ambiente

Fonte: Disponível em Millet (2020).

O moderno campo de batalha caracteriza-se por: ameaças multi-domínio, operações em terrenos complexos (incluindo áreas urbanas densas), ameaças híbridas, armas de destruição maciça, instalações sofisticadas de difícil acesso, novas armas (aproveitando os avanços tecnológicos) e ainda a informação como arma decisiva (*United States Army Training and Doctrine Command [USATDC], 2019*).

Já o documento Exército 2030 e o seu mote “Uma Organização de Alto Desempenho”, refere que:

A velocidade com que as dinâmicas internacionais se desenrolam tende a ser cada vez maior, impulsionadas pela tecnologia e pelas comunicações globais. Vivemos assim em transição permanente [...]. As ameaças serão assim caracterizadas de forma abstrata, entre as tradicionais, irregulares, disruptivas, catastróficas e híbridas. (EME, 2016, p. 29)

Neste contexto, o sucesso em conflitos futuros pode depender da capacidade de adotar e implementar rapidamente novas tecnologias (*United States Joint Chiefs of Staff, 2019*). Desta forma o estudo assume uma importância indelével, pois é necessário antecipar as mudanças tecnológicas e prever possíveis tecnologias emergentes e disruptivas, de modo que a comunidade militar consiga, em tempo, planejar e priorizar os investimentos, permitindo assim “Modernizar o Exército de forma eficiente [...] para garantir a sua transformação numa Organização de alto desempenho” (EME, 2016, p. v).

Este trabalho apresenta um evidente interesse, pois com o *Human Enhancement* (HE), advirão possíveis efeitos no futuro campo de batalha. Embora não seja plausível prever o futuro, é provável que os requisitos de desempenho físico e cognitivo se alterem de forma geral, levando a que se transformem parte das funções e tarefas no campo de batalha. Novas tarefas serão criadas e antigas eliminadas ou, pelo menos, realizadas com menor frequência,

o que alterará os requisitos de desempenho militar humano em todos os níveis, tal como mostra a Figura 2 (Billing et al., 2021).

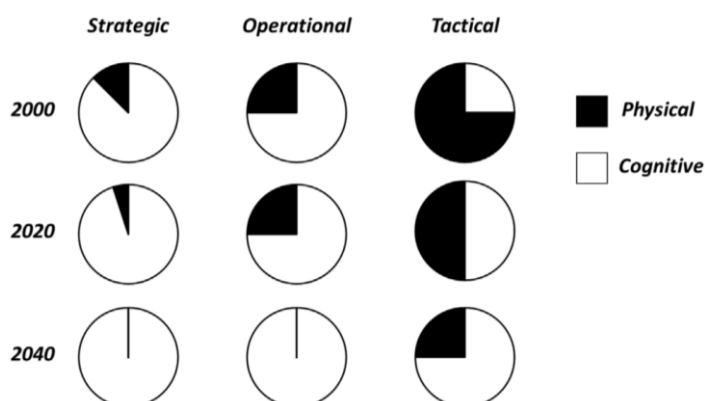


Figura 2 – Evolução dos domínios físico e cognitivo, associada à evolução tecnológica do HE

Fonte: Disponível em Billing et al. (2020).

Não é difícil, portanto, imaginar um futuro campo de batalha onde os robustos atributos físicos do atual soldado se tornem menos críticos em favor dos cognitivos (Billing et al., 2020).

Como impacto resultante da aplicação do HE, destaca-se ainda a maior probabilidade de sucesso da missão, com menor risco de lesões e efeitos de *stress* pós-operação, muito devido ao facto de termos militares com mais força, agilidade, resistência e capacidades cognitivas. O HE trará também desafios, pois será fundamental garantir a interoperabilidade entre nações aliadas e respeitar questões éticas e morais (*Multinational Capability Development Campaign*, 2021).

Assim, o objeto de investigação é o HE nas futuras Forças Terrestres (FT), encontrando-se delimitada nos domínios conceptual, temporal e espacial.

No que respeita à delimitação conceptual esta tem o seu foco na subárea do HE – Tecnologias Adicionais (TA), centrando-se a investigação no Sistema de Combate do Soldado (SCS). Esta delimitação justifica-se, pois nos conflitos, o nível tático é aquele que mais exige e onde o homem continua a ser o elemento crítico para o sucesso e conclusão da missão no campo de batalha (Billing et al., 2020). Além do exposto, a investigação segue em linha com um dos imperativos nucleares do Exército 2030, onde estabelece o “primado do Homem, enquanto elemento central deste Exército. [...] deve constituir a ideia chave do esforço de desenvolvimento [...] para enfrentar os desafios do século XXI” (EME, 2016, p. v).

No domínio temporal, a investigação delimita-se desde 2014, ano em que o Exército Português (EP) inicia a revisão da Lei de Programação Militar (LPM), contemplando verba

para o projeto do SCS, até 08 de abril de 2022, correspondente à data limite para a recolha de dados.

Por fim espacialmente, é delimitada à Componente Terrestre, na União Europeia (UE), NATO, Estados Unidos da América (EUA), Rússia e Portugal, de modo a que se esteja em linha com um dos Objetivos Estratégicos do EP, que estabelece que se “deverá edificar capacidades de qualidade idêntica às dos Exércitos de referência...” (EME, 2016, p. 46).

O Objetivo Geral (OG) da investigação, bem como os Objetivos Específicos (OE) necessários para o atingir, estão definidos na Figura 3.

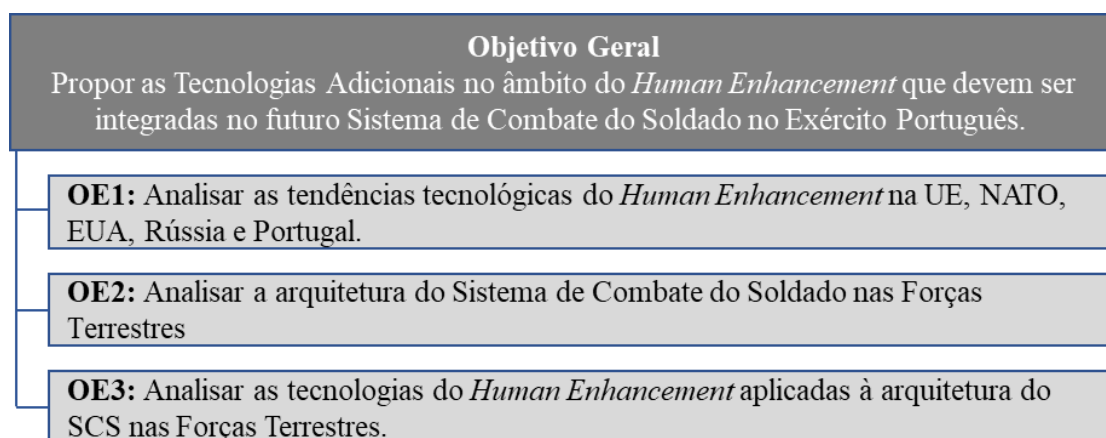


Figura 3 - Objetivos da investigação

A problemática de investigação é formulada pela Questão Central (QC) e pelas Questões Derivadas (QD), definidas na Figura 4. As QD concorrem diretamente para um OE correspondente, constituindo-se como elementos orientadores da investigação.

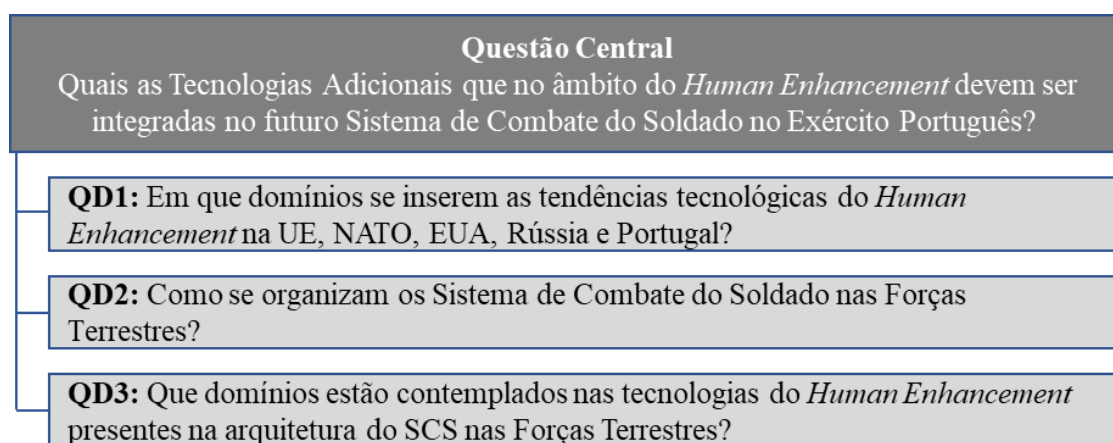


Figura 4 - Questões da investigação

Incluindo a presente introdução, este estudo está organizado em sete capítulos. O segundo capítulo apresenta a revisão da literatura, a metodologia e o método. O terceiro capítulo analisa as tendências tecnológicas do HE e os domínios em que se inserem, respondendo à QD1. O quarto capítulo responde à QD2, onde se analisa a organização dos



SCS dos Exércitos em estudo. O quinto capítulo pretende analisar os domínios contemplados nas tecnologias do HE presentes nas capacidades da arquitetura dos SCS nas FT, respondendo à QD3. O sexto e sétimo capítulo apresentam a resposta à QC e conclusões respetivamente.



2. Enquadramento teórico e percurso metodológico

Este trabalho insere-se no ramo do conhecimento das Ciências Militares, reguladas pelo Art.º 5º do Decreto-Lei n.º 249/2015 de 28 de outubro de 2015 (p. 9300), na área da Investigação das Técnicas e Tecnologias Militares e subárea Sistemas de Combate.

Neste capítulo apresentam-se os conceitos essenciais relativos à presente temática, o estado de arte e descreve-se a metodologia adotada.

2.1 Base conceptual

Importa definir o que são tecnologias emergentes, disruptivas e convergentes, o conceito de HE, bem como o SCS.

As tecnologias são consideradas emergentes, quando se perspetiva que estas alcancem a sua maturidade num horizonte temporal futuro (2020-2040). Por outro lado, tecnologias consideram-se disruptivas, quando os seus efeitos são desconhecidos sendo expectável que atinjam efeitos revolucionários. Consideram-se tecnologias convergentes, aquelas que, combinadas de determinada forma, alcançam determinados efeitos disruptivos, impactando e intersectando outras tecnologias em desenvolvimento, aumentando assim a velocidade dos avanços ou inibindo o desenvolvimento de outras tecnologias (NATO *Science & Technology Organization* [NATO STO], 2020).

A designação de HE em determinada literatura é confundida com *Human Augmentation* (HA). Segundo o documento “*Human Augmentation – The Dawn of a New Paradigm*” do *United Kingdom Ministry of Defence* (2020), este considera que o HA é o “aumento” humano, e inclui o aumento químico, físico e biológico e a modificação do humano, incluindo a aplicação de conhecimentos científicos a áreas de gestão personalizada de sono e nutrição, para melhorar o desempenho. O HA divide-se em *Human Optimisation* (HO) e em HE. O HO é o uso de ciência e tecnologias que melhoram o desempenho humano até ao limite do seu potencial biológico, sem adicionar novas capacidades. Já o HE é o uso de ciência e tecnologias para melhorar a performance humana, além do limite da potencialidade biológica e pode incluir capacidades além das inatas aos humanos. Já no que respeita ao HE, a publicação apresenta uma divisão em duas subáreas: Engenharia Genética (incluindo a parte biológica e farmacológica) e as TA¹ (*United Kingdom Ministry of Defence* [UKMD], 2020).

¹ Tecnologias de aplicação exterior ao humano (UKMD, 2020)



Importa também definir o conceito de SCS, segundo a NATO é um sistema integrado composto por subsistemas modulares para melhorar as capacidades do soldado nas áreas de: Sobrevivência; Sustentabilidade; Mobilidade; Letalidade; Energia e Comando, Controlo, Comunicações, Computadores e Informação (C4I) (NATO STO, 2018).

O *European Defence Agency* [EDA] & *European Union* [EU] (2020), além do exposto anteriormente, define ainda para a arquitetura do SCS as seguintes capacidades: o C4ISR (*Intelligence, Surveillance, Reconnaissance*); Proteção (associado à sobrevivência); e Interoperabilidade. Estas capacidades têm guiado o desenvolvimento do SCS entre as nações aliadas, sendo atualmente o soldado visto, como o centro de um sistema complexo e integrado de sistemas tecnológicos avançados (EDA & UE, 2020). O SCS incorpora tudo o que se relaciona com a vida e tarefas de um combatente terrestre, incluindo a integração com outras plataformas (por exemplo, viaturas) (EDA & UE, 2020).

2.2 Estado da Arte

Em Portugal a investigação na área do HE é recente, pelo que ainda não existem estudos científicos e consolidados que abordem esta questão, tendo sido necessário na fase exploratória, efetuar um conjunto de entrevistas exploratórias (Quadro 1) a especialistas nacionais e internacionais da área, para melhor identificar a problemática em estudo.

Quadro 1 – Entrevistas exploratórias realizadas

Posto	Nome	Função/Experiência	Data da Entrevista
Major	Luís Quinto	CapTech <i>Governmental Expert</i> na EDA para a área do <i>Human Factors</i> (HF); Docente na Academia Militar e Investigador na Área do HE (Exosqueletos); Investigador do Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar (CINAMIL)	05NOV21
Tenente-Coronel	Rui Lucena	CapTech <i>Governmental Expert</i> na EDA para a área do HF; Investigador do CINAMIL e Diretor do <i>Military Readiness Laboratory</i> da Academia Militar	10NOV21
Tenente-Coronel	Paulo Cordeiro	Chefe da Repartição de Planeamento Estratégico do EME	11NOV21
Tenente-Coronel	Gabriel Gomes	Chefe da Repartição de Capacidades do EME	12NOV21
Major	Araújo e Silva	Ponto de Ligação do EME ao Gestor de Projeto do SCS	19NOV21
Tenente-Coronel	João Abreu	EDA - <i>Project Officer Ammunition Technology</i>	19NOV21

Já em termos internacionais existe um conjunto de estudos e relatórios da EU/EDA e da NATO, todos eles recentes, dos quais se destacam:

- O EDA (2020a), que apresenta a agenda tecnológica de pesquisa estratégica no domínio dos Fatores Humanos, estabelecendo os desafios transversais das Forças Armadas, os rumos de pesquisa e prioridades para os próximos dez anos. Por fim apresenta ainda uma



série de estudos comparativos de entidades e Países de referência (*e.g.*, NATO, EUA, Rússia, China);

- O NATO *Industrial Advisory Group* [NIAG] (2021) apresenta um estudo sobre as tendências tecnológicas do HE com o respetivo estado de arte, bem como as implicações e o impacto esperado.

Em termos de prospeção tecnológica destacam-se ainda os documentos *European Commission, Center for Defence, & Space and Security* (2021), NATO STO (2021a), NATO STO (2020) e o USATDC (2019).

Importa ainda referir que, as questões relacionadas com inovação tecnológica estão em grande parte associadas a secretismo, no sentido de conferir vantagem a quem as apresenta. Aliás no caso da Rússia, tal como referido em EDA (2020a), as informações disponíveis sobre projetos e tecnologias estão limitados e portanto, os resultados não são tão exaustivos.

Em relação aos EUA, existe mais documentação disponível em fonte aberta, onde se destaca o *United States Army* [US Army] (2020), o US Army (2015) e o *United States Army Natick Soldier Center* [USANSC] (2009). Os dois primeiros documentos apresentam um conjunto de tendências tecnológicas e projetos em curso, e o último está relacionado com o SCS.

No que concerne à temática SCS, importa desde logo esclarecer que a EU/EDA e a NATO, não têm um SCS, estes estabelecem as linhas orientadoras, ou seja, a arquitetura desejável para os SCS. Tal, encontra-se no EDA & EU (2020) e no NATO STO (2018). Face ao exposto, na QD2 e QD3 apenas se analisam os Exércitos em estudo. Referir ainda que, no NATO STO (2018) e no EDA (2021) é apresentado um estudo dos vários SCS dos Países em análise neste trabalho. Em termos de documentação nacional, no âmbito do SCS, a mesma assenta em documentos oficiais (Notas, Relatórios e/ou Informações) das várias entidades intervenientes no processo.

Importa ainda destacar dois estudos aprofundados no âmbito do HE: o UKMD (2020), que dispõe de uma revisão conceptual vasta e apresenta implicações futuras para o setor da defesa, e; o estudo científico, publicado no *Journal of Science and Medicine in Sport* de Billing et al. (2020), que apresenta uma previsão integrada das prioridades de pesquisa e necessidades com base nas tendências atuais, descrevendo as principais recomendações para auxiliar na pesquisa.



Por fim, referir que o HE tem sido muito explorado e apresentado em diversa literatura, trabalhos de entidades oficiais e académicos, mas segundo outra vertente da temática, ou seja focando-se em considerações morais, legais e éticas da engenharia genética.

2.3 Metodologia e método

2.3.1 Modelo de análise e metodologia

O HE e o SCS foram os conceitos de partida, analisados à luz de três dimensões: as TA, o SCS nas FT e as TA no SCS nas FT. Para cada dimensão analisaram-se variáveis. No caso das TA, corresponde à forma do emprego da tecnologia, que pode afetar o domínio cognitivo e/ou o domínio físico (materializando-se nos indicadores desta dimensão). Já para o SCS nas forças terrestres, analisou-se a variável das diferentes possibilidades de organização do sistema, tendo como indicador as capacidades do mesmo (C4ISR, sustentabilidade, mobilidade, sobrevivência e proteção, letalidade, energia e interoperabilidade). Por fim a dimensão das TA no SCS nas forças terrestres, visa a conjugação das variáveis e indicadores anteriormente apresentados.

O modelo de análise (*cfr.* Apêndice A) foi assim explanado em dimensões, variáveis e indicadores, e concebido de acordo com os objetivos e questões que a investigação procura responder, de acordo com os conceitos apresentados no presente capítulo (Santos & Lima, 2019). No Apêndice B, encontra-se uma explicação dos indicadores considerados no modelo de análise.

Para atingir o OG, ontologicamente assume-se um posicionamento construtivista, uma vez que “defende que os fenómenos sociais e os seus significados estão constantemente a ser executados pelos atores sociais” (Santos & Lima, 2019, p. 16). Adota-se ainda uma abordagem epistemológica interpretativista, uma vez que competirá ao investigador a compreensão dos significados subjetivos dos fenómenos, sem recurso a técnicas das ciências naturais (Santos & Lima, 2019, pp. 17–18). Segue um raciocínio indutivo, pois pretende-se efetuar uma observação pontual de casos de aplicação do HE e do SCS, para de uma forma geral, apresentar possíveis aplicabilidades do HE no SCS (Santos & Lima, 2019).

A estratégia de investigação é qualitativa, vertida num estudo descritivo, interpretando os fenómenos “a partir de padrões encontrados nos dados” (Vilelas, 2009, cit. por Santos & Lima, 2019, p. 27). No desenho de pesquisa utiliza-se o estudo de caso, num horizonte temporal transversal, visto que para alcançar o OG, estudam-se diversos casos em diferentes contextos da aplicabilidade do HE ao SCS (Santos & Lima, 2019, pp. 37–38).



2.3.2 Método

Na 1.^a fase estabeleceu-se o objeto de estudo, delimitou-se o tema, enunciou-se o problema de investigação, definiram-se os objetivos, questões de investigação e ainda o procedimento metodológico. Conforme apresentado no Quadro 1, foram ainda realizadas um conjunto de entrevistas exploratórias junto de especialistas, permitindo delinear o modelo de análise.

Na 2.^a fase alcançaram-se as respostas às QD e QC mediante revisão de literatura, análise documental e entrevistas semiestruturadas realizadas a dez sumidades do tema em estudo, conforme se apresenta no Quadro 2. Os entrevistados agregam profundos conhecimentos na temática, dada a função que ocupam/ocuparam, as habilitações académicas e/ou estudos de investigação desenvolvidos. Devido à especificidade do tema, entende-se que a amostra é representativa. O esforço de pesquisa, centrou-se na análise de TA que possam ser incluídas no futuro SCS do EP.

Quadro 2 – Entrevistas semiestruturadas

Posto/Categoria	Nome	Função/Experiência	Data da Entrevista
Major	Araújo e Silva	Coordenador de área da Repartição de Capacidades da Divisão de Planeamento de Forças (DPF) do EME; Ponto de Ligação do EME com Gestor de Projeto do SCS	18FEV22
Tenente-Coronel	Gabriel Gomes	Chefe da Repartição de Capacidades da DPF do EME	25FEV22
Doutor	Miguel Pinto	Diretor de Valorização de Conhecimento na idD Portugal <i>Defence</i>	02MAR22
Major	Luís Quinto	CapTech <i>Governmental Expert</i> na EDA para a área do HF; Docente na Academia Militar e Investigador na Área do HE (Exosqueletos); Investigador do Centro de Investigação – Academia Militar (CINAMIL)	02MAR22
Tenente-Coronel	Rui Lucena	CapTech <i>Governmental Expert</i> na EDA para a área do HF; Investigador do CINAMIL e Diretor do <i>Military Readiness Laboratory</i> da Academia Militar	03MAR22
<i>Project Officer</i>	Ali Shahzad	<i>Project Officer</i> HF EDA	17MAR22
Tenente-Coronel	Paulo Cordeiro	Chefe da Repartição de Planeamento Estratégico da DPF do EME	19MAR22
Tenente-Coronel/ <i>Project Officer</i>	Mário Martinho	<i>Project Officer Land Systems Technologies</i> EDA	21MAR22
Tenente-Coronel	Pedro Costa	Gestor de Projeto do SCS	24MAR22
Tenente-Coronel	Simão Sousa	Ex-Gestor de Projeto do SCS	04ABR22

As entrevistas semiestruturadas foram realizadas por videoconferência, presencialmente e correio eletrónico. Dada a especificidade da Indústria de Defesa, houve a necessidade de realizar um guião de entrevista próprio (*cfr.* Apêndice C) e neste caso não se



determinam as unidades de registo, através de padrões de contexto, conforme Sarmiento (2013, p. 56). Para os restantes entrevistados, procedeu-se de acordo com o guião geral (*cfr.* Apêndice D), sendo que se apresenta a correlação dos entrevistados com as questões, pois dada a especificidade técnica do tema, existem perguntas que foram apenas respondidas por parte dos entrevistados. Às respostas, foi feita análise de conteúdo, de acordo com o apresentado em Sarmiento (2013, p. 29-63) (*cfr.* Apêndice E). Para este desidrato utilizou-se o *software* para análise de dados MAXQDA e os programas *Microsoft Excel* e *Word*, com vista à organização das unidades de contexto, definição e quantificação das unidades de registo.



3. As tendências tecnológicas do *Human Enhancement*

Procura-se neste capítulo, analisar as tendências tecnológicas do HE, nas entidades e Exércitos definidos, e responder à QD1. Numa primeira fase da investigação, identifica-se que existe um conjunto análogo de tecnologias emergentes e disruptivas (TED), que serão uma tendência constante e presente de uma forma combinada, nas tecnologias do HE. Identificou-se assim a: Nanotecnologia; IA; *Big Data*; Quântica; *Internet of Things*; *Future advanced materials*; 5G e Robótica (NATO STO, 2020) (EDA, 2017) (*National Intelligence Council*, 2021) (USATDC, 2019) (White, 2016). No Apêndice F, estas encontram-se explicadas, bem como o previsível impacto das mesmas. É então na área das tecnologias convergentes que existem diferenças nas tendências tecnológicas do HE e, nesse sentido, os pontos seguintes apresentam essas tendências, bem como o domínio de atuação de cada uma. No Apêndice G explica-se cada uma delas e o impacto previsto no campo de batalha.

3.1 União Europeia

A UE, através da EDA, no *Capability Development Priorities 2018* e no *Coordinated Annual Review on Defence 2020*, estabelece como um dos focos, o HE na defesa (EDA, 2018) (EDA, 2020b).

Dos vários *Capability Technology Area* (CapTech) existentes na EDA, segundo A. Shahzad (entrevista por videoconferência, 17 de março de 2022) “*the CapTech Human Factors has the most projects related to HE*”. Este intenta compreender o desempenho e eficácia do elemento central das Forças Armadas - o humano (EDA, 2020a). Os programas de pesquisa no CapTech HF consideram o aumento da capacidade humana, através do desempenho cognitivo e físico (EDA, 2020a). Segundo A. Shahzad (*op. Cit.*) “*both domains are present in the projects, but the trend will be the cognitive domain*”. A atividade deste CapTech agrupa as tecnologias segundo *Technology Building Blocks* (TBB): “TBB1 – *Human Autonomy Teaming*; TBB2 – *Human Performance Enhancement and Monitoring*; TBB3 – *Customized Training*; TBB4 – *Integration of human’s clothing and equipment in platforms*; TBB5 – *Human Resources and Social Sciences*” (EDA, 2020a, p. 20).

No Quadro 3 apresentam-se as tendências tecnológicas do HE, bem como o domínio de atuação previsto.



Quadro 3 – Tendências tecnológicas do HE na UE

Tendências Tecnológicas do HE	Domínio de atuação	
	Cognitivo	Físico
<i>Advanced Combat Identification</i> (TBB1)	•	
<i>Cognitive ergonomics</i> (TBB1)	•	
Dispositivos Exteriores Controlados pelo Cérebro (TBB1)	•	
Exosqueletos (TBB2)		•
<i>Hyperspectral Imaging Systems</i> (TBB4)	•	•
<i>Human Machine interface and manned-unmanned teaming</i> (TBB1)	•	•
<i>Intelligent mission planning support</i> (TBB1)	•	
<i>Modelling of systems operations - human error</i> (TBB1)	•	
Realidade Virtual e Realidade Aumentada (TBB3)	•	
<i>Reactive Personal Protection</i> (TBB4)		•
Sistemas de captação de energia e proteção e mitigação de carga térmica (TBB4)	•	•
<i>Wearable integrated biometrics</i> (TBB4)	•	

Fonte: Adaptado a partir de EDA (2020a, p. 63-114).

No que respeita à tecnologia presente no TBB4 – Sistemas de captação de energia e proteção e mitigação de carga térmica, a EDA em 2019 apresentou o projeto “*Smart TextILES in Defence*” (STILE), que conta com a participação de Portugal. O STILE além de permitir a regulação da temperatura (arrefecimento e aquecimento) e ser capaz de controlar a temperatura corporal através da monitorização da temperatura ambiente, consegue também: detetar ameaças químicas, biológicas e radiológicas; retardar o fogo e repelir a água e; controlar a medição da frequência cardíaca (EDA, 2020c). Todos os parâmetros são fornecidos ao soldado por meio de um *smartphone*, introduzido no sistema (EDA, 2020c).

Já os exosqueletos presentes no TBB2, segundo M. Martinho (entrevista por videoconferência, 21 de março de 2022) “atuarão no domínio físico e é um dos projetos importantes da EDA, em que o CapTech *Land* trabalha de forma conjunta com o *HF*”.

Segundo M. Martinho (*op. Cit.*), na parte cognitiva a “melhoria e expansão da percepção situacional do soldado é uma área fulcral, concorrendo para tal tecnologias de realidade aumentada, combinadas com a IA, *big data* e a ligação/interação *human-machine*, através da utilização de pequenos sistemas autónomos para o soldado”. Concorrendo para o desidrado do aumento da percepção situacional, “outro dos projetos que o CapTech *Land* pretende lançar em conjunto com o CapTech *HF* é o *Intelligent Management and Display of Data for Platform Crew's Increased Situational Awareness* (INDIANA), que afetará o domínio cognitivo do militar” (M. Martinho, *op. Cit.*).



3.2 North Atlantic Treaty Organization

A NATO atribui uma grande importância ao HE, inserindo-o num dos seis *Technical Panels - Human Factors and Medicine*, considerando quatro áreas de desenvolvimento tecnológico: “*Cognitive, Social, Performance and Human-Machine Symbiosis*” (NATO STO, 2021a, p. 2-35).

A NATO STO baseia o desenvolvimento tecnológico em dois objetivos. O primeiro é ter melhores soldados, controlando o seu estado físico com diagnósticos prévios e monitorização das suas condições, através por exemplo, de nanotecnologia aplicada ao desenvolvimento de sensores biométricos, sejam eletroquímicos, óticos, mecânicos, elétricos, magnéticos ou térmicos. O segundo é a melhoria dos equipamentos individuais e o conhecimento do meio ambiente. Tal passa por reduzir o peso do equipamento e, ao mesmo tempo, melhorar a proteção, utilizando, por exemplo, novos materiais, como grafeno ou têxteis inteligentes. Estes têxteis são divididos em três grupos: passivos (trabalham independentemente de mudanças no ambiente, como equipamentos de proteção tradicionais), ativos (carregam atuadores que se adaptam ao ambiente, como fibras que mudam de cor de acordo com a situação ambiental) e inteligentes (interagem com outros sistemas, como dispositivos de controle biométrico) (NATO STO, 2021a) (NIAG, 2021).

No Quadro 4, apresentam-se as tendências tecnológicas, consideradas pela NATO e o domínio de atuação previsto:

Quadro 4 - Tendências tecnológicas do HE na NATO

Tendências Tecnológicas do HE	Domínio de atuação	
	Cognitivo	Físico
<i>Advanced Combat Identification</i>	•	
<i>Cognitive ergonomics</i>	•	
Dispositivos Exteriores Controlados pelo Cérebro	•	
Exosqueletos		•
<i>Human Machine interface and manned-unmanned teaming</i>	•	•
<i>Modelling of systems operations - human error</i>	•	
Realidade Virtual e Realidade Aumentada	•	
<i>Reactive Personal Protection</i>		•
Sistemas de captação de energia e proteção e mitigação de carga térmica	•	•
<i>Wearable integrated biometrics</i>	•	

Fonte: Adaptado a partir de NIAG (2021, p. I54-I85); NATO STO (2021a); NATO STO (2021b, p. 5-1 – 5-28).

Segundo o estudo *Emerging and Disruptive Technologies, in the context of Emerging Powers*, todos os projetos existentes nestas áreas têm data prevista de término até ao ano de 2025 (NIAG, 2021, p. I-2-2 – I-2-5).



3.3 Estados Unidos da América

O Exército dos EUA, em 1990 desenvolveu o *Soldier Enhancement Program*, que intenta acompanhar o desenvolvimento da indústria, avaliando, testando e classificando protótipos ou artigos existentes e comercialmente disponíveis, para aumentar a capacidade dos soldados no combate (US Army, 2019a). Aliás em 1999, referiam que: “*Soldiers having no physical, or cognitive limitation will be key to survival and operational dominance in the future*” (Jacobsen, 2015, p. 236).

O elemento essencial no processo de aquisição militar é o *Program Executive Offices* (PEO) (*United States Army Acquisition Support Center* [USAASC], 2022a). Existem onze PEO e após análise das várias tecnologias em desenvolvimento em cada, identificou-se que o PEO *Command Control and Communications – Tactical* (C3T), PEO *Intelligence, Electronic Warfare and Sensors* (IEWs) e o PEO *Soldier* apresentam tendências tecnológicas do HE, sendo este último aquele que mais concorre para o desidrato (USAASC, 2022a).

Este Exército tem ainda no seu documento “*The Army Human Dimension Strategy*” os requisitos emergentes para a otimização humana, onde se destacam duas linhas de esforço e objetivos: Domínio cognitivo: otimização do desempenho humano de forma cognitiva para obter vantagem sobre uma situação ou adversário e; Treino realista: colocação das Unidades em ambientes complexos e realistas (US Army, 2015).

O financiamento é alocado com base no exposto e a *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) também tem um papel importante. Sendo que “identifica-se que a esmagadora maioria dos projetos e propostas de pesquisa da DARPA estão direta ou indiretamente relacionados com o cérebro e a neurociência” (Taraska, 2017, p. 153), nomeadamente com dispositivos de controlo cerebral (EDA, 2020a).

Destacar ainda que em 2018, o Exército americano anunciou a criação de um novo instituto (*Soldier Squad Performance Research Institute*), com a finalidade de medir e otimizar cientificamente o desempenho dos soldados (South, 2018).

No Quadro 5 apresentam-se as tendências tecnológicas do HE nos EUA.



Quadro 5 - Tendências tecnológicas do HE nos EUA

Tendências Tecnológicas do HE	Domínio de atuação	
	Cognitivo	Físico
<i>Advanced Combat Identification (Fixed Site Sniper Detection System - PEO IEWS)</i>	•	
<i>Boomerang Generation III (PEO IEWS)</i>	•	
<i>Cognitive ergonomics (PEO Soldier)</i>	•	
Dispositivos Exteriores Controlados pelo Cérebro	•	
Exosqueletos		•
<i>Hyperspectral Imaging Systems (Weapon Sights – Individual - PEO Soldier)</i>	•	•
<i>Human Machine interface and manned-unmanned teaming (Soldier Borne Sensor - PEO Soldier)</i>	•	•
<i>Infrared Sensor (Third Generation Forward Looking Infrared - PEO IEWS)</i>	•	
<i>Intelligent mission planning support (Project Manager Mission Command - PEO C3T)</i>	•	
Realidade Virtual e Realidade Aumentada (<i>Integrated Visual Augmentation System - PEO Soldier</i>)	•	
Sistemas de captação de energia e proteção e mitigação de carga térmica (PEO Soldier)	•	•
<i>The Enhanced Night Vision Goggle Binocular (PEO Soldier)</i>	•	•
<i>The Non-Intrusive Inspection Systems (PEO IEWS)</i>	•	
<i>Wearable integrated biometrics</i>	•	

Fonte: Adaptado a partir de NIAG (2021, p. I-2-8 – I-2-9); NATO STO (2021b, p. 5-1 – 5-28); DARPA (2021); U.S. Army Combat Capabilities Development Command (2020); *Forbes Technology Council* (2020); USAASC (2022a); US Army (2021); US Army (2020); US Army (2019b); EDA (2021, p. 57-59).

É expectável que as tendências apresentadas no Quadro 5 sejam aplicadas entre 2022 e 2032 (US Army, 2020). No que respeita ao *Integrated Visual Augmentation System* (IVAS), já existe um protótipo em fase de teste, em que uma das suas possibilidades é projetar mapas holográficos em três dimensões em tempo real, permitindo aos soldados conhecer e ver o terreno em qualquer condição, pois tem integrada a visão infravermelho, térmica e noturna (Saunders & Murray, 2021) (FINABEL, 2021).



Figura 5 – Utilização do protótipo IVAS

Fonte: Disponível em US Army (2019a).

O projeto *Enhanced Night Vision Goggle Binocular* (ENVG-B) também se encontra em fase de testes operacionais (US Army, 2020). Esta tecnologia oferece uma grande melhoria na imagem, uma vez que mostra claramente pessoas e objetos delineados em luz brilhante branca, oferecendo melhor contraste (Wetsman, 2021). É projetado como um conjunto de binóculos para melhorar a percepção de profundidade e integra um sistema de realidade aumentada (Wetsman, 2021).



Figura 6 – Imagem e utilização do protótipo ENVG-B
Fonte: Disponível em US Army (2019a); Wetsman (2021).

Também os sistemas de energia tem sido um dos focos principais de pesquisa e desenvolvimento, onde, através de novos materiais, se pretende obter a capacidade de captação (protótipo *BAE/ITL power and data SPIRIT vest* - Figura 7) e melhor gestão energética, enquanto se reduz o peso (Figura 8) (NATO STO, 2018).

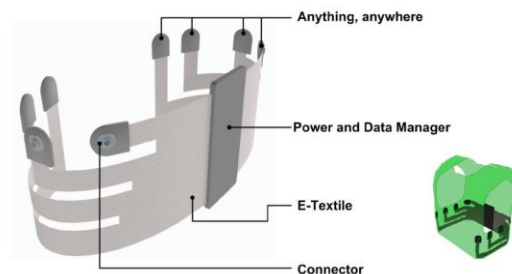


Figura 7 – Protótipo BAE/ITL power and data SPIRIT vest
Fonte: Disponível em NATO STO (2018, p. 2-38).



Figura 8 – Protótipo de sistema de gestão de energia com baterias leves e ajustáveis ao corpo
Fonte: Disponível em NATO STO (2018, p. 2-37).



Os EUA têm ainda outros dois protótipos destinados à captação de energia, o *PowerWalk™ Kinetic Energy Harvester* e o *Energy Harvesting Backpack/Rucksack* (NATO STO, 2021b).

3.4 Rússia

A Rússia desde 2012 que procura acompanhar os progressos do HE, com iniciativas tecnológicas semelhantes aos EUA, embora com foco mais restrito e em escala menor, tendo criado a *Advanced Research Foundation*, análoga à DARPA (Jankowski, 2021). Em 2018 apresentou um exosqueleto de combate inovador (*Shturmovik*), em que os especialistas ocidentais referiram que era um grande avanço comparativamente ao já existente, sendo que é um protótipo em aperfeiçoamento e estudo (Keller, 2020). No Quadro 6 apresentam-se as tendências tecnológicas do HE na Rússia.

Quadro 6 - Tendências tecnológicas do HE na Rússia

Tendências Tecnológicas do HE	Domínio de atuação	
	Cognitivo	Físico
<i>Cognitive ergonomics</i>	•	
Dispositivos Exteriores Controlados pelo Cérebro	•	
Exosqueletos		•
<i>Human Machine interface and manned-unmanned teaming</i>	•	•
Realidade Virtual e Realidade Aumentada	•	
<i>Reactive Personal Protection</i> (Capacete e Armadura Corporal)	•	•
Sistemas de captação de energia e proteção e mitigação de carga térmica	•	•
Têxteis anti sensores infravermelhos	•	
<i>Wearable integrated biometrics</i>	•	

Fonte: Adaptado a partir de EDA (2021, p. 53-54); EDA (2020a, p. 121); NIAG (2021, p. I-131 – I-132); *Advanced Studies Foundation* (2017); *Russia Business Today* (2019); Konstantin (2021); Blumentahal, Hottes, Foran, & Lee (2021).

Dos programas/projetos identificados, percebe-se que têm uma importância particular, a realidade virtual e aumentada, as roupas inteligentes, a *wearable integrated biometrics* e a IA (EDA, 2020a) (Zakvasin, 2019).

No que respeita à armadura de proteção e capacete já existe um protótipo, mas não se espera que equipe o Exército russo antes de 2025-2030 (Politrussia, 2016).



Figura 9 – Protótipo de armadura e capacete de proteção russo

Fonte: Disponível em *Russian News Agency* [RNA] (2019).

O capacete terá proteção balística integral, e um monitor ocular especial com um sistema de mira a laser, onde na viseira serão exibidas informações de reconhecimento do alvo, imagens térmicas e dados biológicos (Ritsick, 2020), e terá um sistema de designação de alvos (EDA, 2021). Dentro do capacete haverá também um aparelho de auxílio à respiração em caso de necessidade (RNA, 2019).

No caso da armadura é uma das tecnologias mais promissoras, onde o objetivo é proteger o militar na sua totalidade, com um sistema microclimático incorporado (onde o soldado pode ajustar a temperatura interna) e um sistema de monitorização do estado de saúde (Ritsick, 2020). Será à prova de fogo e resistente à água, executará a função de camuflagem (ou seja, a camuflagem adapta-se conforme as necessidades) e terá embutida uma antena e fonte de energia (Grishchenko, 2017).

3.5 Portugal

O Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMGFA), na Diretiva Estratégica para a Inovação nas Forças Armadas 2022-2032, estabelece como Objetivo Estratégico, “Incrementar o contributo da inovação para a prontidão operacional”, com a “qualidade e acessibilidade das tecnologias de realidade virtual, aumentada e mista, assentes em IA [...] mais centrado no pessoal militar” (Divisão de Inovação e Transformação, 2022, p. 21). Conforme dados fornecidos pela Área de Capacidades, da Divisão de Inovação e Transformação do EMGFA (email, 25 de fevereiro de 2022) na área do HE existe a pretensão de desenvolver o projeto *Sana Smart Googles* que visa induzir o transe, para conseguir adormecer um soldado durante duas a três horas, tendo como efeito o equivalente a dormir a noite inteira, atuando no domínio cognitivo.



O Exército no Plano de Investigação, Desenvolvimento e Inovação 2021-2022, identifica o HE como uma área tecnológica de interesse prioritário (EME, 2021). Conforme referido por G. Gomes (entrevista presencial, 25 de fevereiro de 2022) “atualmente temos a decorrer um projeto no âmbito dos exosqueletos, cuja atuação será no domínio físico”. O projeto ELITE2 pretende o desenvolvimento de um exosqueleto para apoio ao movimento humano, encontra-se em fase de protótipo e decorre no CINAMIL (Academia Militar, 2020). O ELITE2, segundo L. Quinto (entrevista por videoconferência, 03 de março de 2022), “deu lugar ao desenvolvimento de várias provas de conceito, sendo a última versão semi-passiva [...]. Espera-se que seja ensaiada em laboratório até final de 2022 [...] e afetará o domínio físico, procurando reduzir as necessidades metabólicas durante a marcha”. Segundo G. Gomes (*op. Cit.*) “para 2022/2023 temos um projeto relacionado com HE, no domínio cognitivo, que está associado à realidade aumentada, com a finalidade de garantir maior perceção situacional ao combatente”. Também R. Cordeiro (entrevista por email, 19 de março de 2022) refere o “projeto nacional liderado pelo Exército *Automated Modelling, Identification and Damage Assessment of Urban Terrain* (AMIDA-UT) [...] adotado em 16 de novembro de 2021”. Este visa desenvolver um sistema automatizado para mapeamento rápido (em três dimensões) e identificar alvos infraestruturais, que possam ser usados no apoio ao planeamento de operações, na análise de dados e simulação, na avaliação de danos de combate e no apoio ao processo de decisão tático, com recurso a soluções de *intel fusion* de várias fontes - geoespacial, imagem aérea, sensores instalados em viaturas e em soldados apeados, contribuindo para o aumento da perceção situacional (R. Cordeiro, *op. Cit.*).

O Exército em parceria com a empresa EID, encontra-se ainda a desenvolver e implementar o Sistema de Informação para o Comando e Controlo (SICC), em que segundo o *Chief Executive Officer* da EID, Frederico Lemos, “o desafio é, como usar a informação para ajudar nos processos de decisão, como priorizar, selecionar e apresentá-la com valor para que tenham melhor consciência do que se passa, [...] a IA e *machine learning* têm sido valiosos aliados” (Petiz, 2022).

No âmbito exclusivo do CINAMIL, existe um projeto que segundo R. Lucena (*op. Cit.*) “visa aumentar a capacidade, de modo que o militar não entre em fadiga, em hipertermia ou em *stress*, isto através de sensores biométricos e fisiológicos, e através de sistemas que permitam o arrefecimento automático do militar”. No que respeita à parte de sistemas de proteção e mitigação de carga térmica do soldado, segundo R. Lucena (*op. Cit.*) “aumenta o domínio físico e cognitivo”, e no âmbito da gestão de *stress* e de padrões fisiológicos “afeta

o domínio cognitivo” (R. Lucena, *op. Cit.*). Outro projeto que se pretende desenvolver “em parceria com a empresa PLUX [...] é um equipamento [...] que permitirá por exemplo perceber o nível de saturação de oxigénio e de atenção do militar. Será um dispositivo controlado pelo cérebro e atuará no domínio cognitivo” (R. Lucena, *op. Cit.*). Em 2022, o CINAMIL pretende ainda “posicionar-se em termos internacionais para entrar como parceiro da EDA, na segunda fase do projeto STILE” (R. Lucena, *op. Cit.*). O STILE, apresentado no ponto 3.1, na primeira fase teve a participação do CITEVE (CITEVE, 2022).

O CITEVE tem vários projetos na EDA, onde se destacam o VESTLIFE (para desenvolver uma solução integral de proteção balística, modular e ultraleve) (CITEVE, 2019) e o ACAMS II (que intenta desenvolver uma camuflagem adaptativa para a proteção do soldado) (CITEVE, 2018), onde conta em parte com o CINAMIL “como prestador de serviços” (R. Lucena, *op. Cit.*).

Por fim, referir a idD Portugal *Defence*, que segundo M. Pinto (entrevista por email, 02 de março de 2022), “não tem trabalho desenvolvido neste âmbito”. Sendo que no *Defence4Tech Hub*, “poderão decorrer projetos relacionados com HE” (M. Pinto, *op. Cit.*).

No Quadro 7 apresentam-se as tendências tecnológicas do HE em Portugal.

Quadro 7 - Tendências tecnológicas do HE em Portugal

Tendências Tecnológicas do HE	Domínio de atuação	
	Cognitivo	Físico
Dispositivos Exteriores Controlados pelo Cérebro	•	
Exosqueletos		•
<i>Intelligent mission planning support</i>	•	
Realidade Aumentada	•	
<i>Reactive Personal Protection</i>		•
Sistemas de captação de energia e proteção e mitigação de carga térmica	•	•
<i>Wearable integrated biometrics</i>	•	

3.6 Síntese Conclusiva

Em resposta à QD1, face à análise realizada, é possível concluir que 65% das tecnologias identificadas terão um impacto no domínio cognitivo do militar, o que mostra que a tendência das instituições e Exércitos em estudo está alinhada com o apresentado na Figura 2 e com a análise de conteúdo das entrevistas (*cfr.* Apêndice E). Conclui-se ainda que, em geral, todo o espectro analisado considera em parte as mesmas tendências tecnológicas.



4. A organização dos Sistemas de Combate do Soldado

Este capítulo visa analisar a forma como se encontram organizados os SCS, ou seja, quais as capacidades das arquiteturas, de acordo com os indicadores estabelecidos no modelo de análise.

4.1 Estados Unidos da América

O SCS americano iniciou-se em 1989 com o programa *Land Warrior* (LW) e previa um sistema de combate integrado (EDA, 2021). O objetivo seria dar ao soldado maior consciência tática, letalidade e capacidade de sobrevivência (*Army Technology*, 2006). Em 2001, surge o programa *Future Force Warrior* (FFW) (que substituiria o LW em 2007) com previsão de término em 2032 (*National Research Council [NRC]*, 2004a). Um dos objetivos do FFW é o desenvolvimento de tecnologias de C4ISR (NRC, 2004b). O FFW “representa um sistema-de-sistemas [...] adotando uma abordagem holística para o desenvolvimento de recursos, para melhorar todos os aspetos do soldado (físico/cognitivo)” (NATO STO, 2005, p. KN-5). Desta forma concorrem em paralelo projetos que o alimentam, como por exemplo:

- *Future Soldier 2030 Initiative*, desenvolvido com o objetivo de investigar e identificar tecnologias futuristas, tendo definido sete áreas: “*Human Performance & Training; Soldier Protection; Lethality; Mobility and Logistics; Soldier Network; Soldier Sensors; Soldier Power & Energy*” (USANSC, 2009, p. 2). A ênfase da pesquisa e desenvolvimento tecnológico é o desempenho cognitivo, para melhorar a eficácia do soldado e um aumento do ritmo operacional (USANSC, 2009);

- *POE Soldier* que se encontra dividido em quatro projetos: “*Project Manager (PM) Soldier Survivability; PM Soldier Maneuver and Precision Targeting; PM Soldier Lethality; PM IVAS*” (US Army, 2019b). Segundo o Gestor de Projeto do *POE Soldier*, “muitas das tecnologias incorporadas foram para ajudar na mobilidade e letalidade dos soldados” (*Global Defence Technology [GDT]*, 2019). Já no que respeita a um dos objetivos primordiais do FFW (o C4ISR) importa mencionar o subprojecto *Nett Warrior [NW]*, que se insere no PM IVAS (US Army, 2019b). O NW tem um dos primordiais objetivos, a preocupação com a gestão da energia e a redução do peso associado a esta temática. Aliás, um dos motivos para o LW ter sido substituído pelo FFW, foi a questão de ser demasiado pesado para usar no combate e em parte devido aos dispositivos de energia, necessários para alimentar todos os sistemas (NATO STO, 2018). O NW é responsável pelos protótipos apresentados anteriormente nas Figuras 7 e 8;



- US Army Natick Soldier Research, Development and Engineering Center, que se dedica a projetos de alta tecnologia no domínio dos exosqueletos com Universidades e setor empresarial (Husseini, 2019). A título de exemplo, destacam-se as parcerias: com a Lockheed Martin (sistema desenvolvido desde 2010 – *Human Universal Load Carrier* e em fase de desenvolvimento desde 2018, o ONYX) (Army Technology, 2020a), e; com a Raytheon/Sarcos que apresentou o protótipo de segunda geração XOS2 (Army Technology, 2020b);

- *Tactical Assault Light Operator Suit* apesar de ter sido suspenso em 2019, foi um projeto lançado em 2013, que contribuiu para o SCS (Keller, 2021). Além de estar associado ao desenvolvimento de um exosqueleto (na área da mobilidade), contemplava também o desenvolvimento tecnológico nas seguintes áreas: proteção, percepção situacional, C4, energia, e médica (Hoarn, 2013).

Assim, após análise das matérias presentes nos referenciais anteriores e tendo em consideração os indicadores presentes no modelo de análise, conclui-se que o SCS americano se organiza segundo a seguinte arquitetura: C4ISR, sustentabilidade, sobrevivência e proteção, mobilidade, letalidade, energia e interoperabilidade.

4.2 Rússia

O projeto do SCS começou na Rússia em meados de 2000 e em 2011 materializou-se no programa *Ratnik*, encontrando-se dividido em três etapas: *Ratnik-1*, *Ratnik-2* e *Ratnik-3* (Lenta, 2015). As duas primeiras etapas focam-se na sobrevivência e proteção do soldado e foram concluídas em 2015 (Grupo de Estudos de Defesa e Segurança Internacional [GEDSI], 2019), “aumentando significativamente a eficiência em combate e a capacidade de sobrevivência do soldado” (Sputnik, 2021).

Já a terceira fase encontra-se em desenvolvimento, com muitos dos protótipos previstos, concluídos (RNA, 2019). O *Ratnik-3* é composto por equipamentos que apostam na proteção, capacidades de combate, suporte de vida, C4ISR, controlo e fornecimento de energia (RNA, 2019).

O *Ratnik* é um sistema modular composto por dez subsistemas diferentes, que podem variar dependendo da situação de combate, condições climáticas, entre outros. Inclui mais de 59 equipamentos (*e.g.*, armas, sistemas de mira, proteção individual balística, comunicações, designação de alvos e equipamentos de navegação) (RIA Novosti, 2015). O Exército russo pretende equipar as suas forças até 2027, com um sistema que foi projetado para melhorar a conectividade e a eficácia de combate (GEDSI, 2019). Combinará num



único e complexo sistema todos os equipamentos do militar: dispositivos de visão, comunicações, fornecimento de energia e proteção individual (armadura) (Grishchenko, 2017).

Face ao exposto, com base nos indicadores definidos no modelo de análise, chega-se à conclusão que a organização do *Ratnik* assenta na seguinte arquitetura: C4ISR, sobrevivência e proteção, mobilidade, sustentabilidade, letalidade e energia. No que respeita à interoperabilidade, à luz do conceito apresentado no Apêndice B, não é considerado, pois o Exército russo não se apresenta numa lógica de aliança com outros Países.

4.3 Portugal

A primeira vez que a LPM contemplou verba para o SCS, foi em 2015, onde existiam uma série de projetos com ligação direta ao SCS, salientando-se: “Equipamento Individual; Armamento Ligeiro; Armamento Anticarro Ligeiro; e Sistema de Informação e Comunicações Tático” (Divisão de Planeamento de Forças [DPF], 2016, p. 5).

O projeto do SCS no EP, visa planear todos os equipamentos utilizados pelo soldado de forma integrada, incremental e aberta, garantindo assim a interoperabilidade dos sistemas e permitindo possíveis evoluções por etapas bem definidas e mensuráveis, possibilitando a integração das capacidades futuras no sistema base, sem comprometer a prontidão atual (Direção de Comunicações e Sistemas de Informação [DCSI], 2017). É um projeto estruturante para a componente operacional, dotando-o dos equipamentos mais modernos e sofisticados atualmente no mercado. Permitindo assim, aumentar o ritmo das operações, expandir o espaço de batalha e melhorar a perceção situacional aos vários níveis de comando (DCSI, 2017).

Face à análise da documentação, numa primeira instância, identifica-se que o SCS do EP prevê as seguintes capacidades: Letalidade; Sobrevivência; e C4I (DPF, 2020) (DCSI, 2017).

No caso da Letalidade, esta capacidade inclui um conjunto de subprojectos relacionados com sistemas de armas ligeiras, designadores laser, aparelhos de pontaria e sensores que aumentam a capacidade de visão e letalidade do soldado. No que respeita à capacidade Sobrevivência, esta inclui os seguintes subprojectos: Equipamento de proteção (capacete, colete balístico, etc.); Fardamento e equipamento individual. Já a capacidade C4I, inclui os equipamentos de comunicações (*e.g.*, rádios, *tablets* ou *Smart Devices*), o sistema de energia e o sistema de informação que permitem obter e atualizar a perceção da situação



operacional dos comandantes dos baixos escalões, e melhorar o planeamento colaborativo da missão (DPF, 2020) (DCSI, 2017).

Apesar do exposto, G. Gomes (*op. Cit.*) refere que “o Exército prevê na organização do SCS todas as capacidades, apenas se juntou tudo em três [...], porque [...] não tínhamos matéria suficiente para independentizar como uma área específica”. Segundo A. Silva (entrevista por videoconferência, 12 de fevereiro de 2022), “o Exército adotou estas três como forma de organização interna, para nos dar alguma flexibilidade e para materializar depois em projetos que pudessem ser financiáveis, ou seja, para conseguir fazer uma relação com verbas da LPM”. Suprimiu-se a Mobilidade (transferindo os seus atributos para a Sobrevivência e para o C4I), a Sustentabilidade (transferindo os atributos relativos ao combatente para a Sobrevivência e os relativos a equipamentos para o C4I) e “a vertente do SR, encontra-se englobada na letalidade” (A. Silva, *op. Cit.*).

No que respeita à energia, importa referir que, apesar de considerada, não existe verba específica em LPM para projetos deste âmbito. “A forma com que se olhava para a questão da energia, estava relacionada por exemplo com o aspeto de autonomia [...] mas no futuro, poderá fazer sentido ter uma área específica para a parte da energia” (G. Gomes, *op. Cit.*). Segundo a DCSI (2017, p.51), “estima-se que esta área possa ter desenvolvimentos significativos num futuro próximo contribuindo para a diminuição do peso dos carregadores ou dos sistemas de geração de energia elétrica e, conseqüentemente, para a redução do peso global a transportar pelo soldado”.

Já no que respeita à interoperabilidade, após análise da documentação, também se identifica que é uma preocupação, sendo considerada. A DCSI (2017) refere que deve ser considerada e que “a NATO, através da sua Diretiva de Interoperabilidade, considera que [...] é um fator essencial na condução das operações, razão pela qual a interoperabilidade foi [...] apresentada como um fator crítico de sucesso” (DCSI, 2017, p.57). Outro exemplo desta preocupação está relacionado com o C4I, onde se prevê a necessidade que “esteja orientado para a normalização (NATO e UE), permitindo uma arquitetura operacional...” e que promova “a interoperabilidade e a permutabilidade entre os programas” (DCSI, 2017, p.18).

4.4 Síntese Conclusiva

Em resposta à QD2, conclui-se que os Exércitos em estudo contemplam todas as capacidades na organização do SCS. No Exército russo, conceptualmente a interoperabilidade não se aplica.



Importa ainda destacar que no programa do SCS dos EUA é notória a importância dada à capacidade Energia, considerada como nuclear e fundamental nos atuais e futuros sistemas cada vez mais tecnológicos. No caso do EP, apesar da questão ser considerada, apenas se preocupa com as especificações/autonomias e não no que respeita ao desenvolvimento e/ou até à investigação de novas soluções, onde a LPM não contempla verba para esta temática.

5. As tecnologias do *Human Enhancement* nos Sistemas de Combate do Soldado

Considerando o SCS em vigor nos Exércitos em estudo, numa primeira fase identificam-se de modo holístico as tecnologias que contribuem para o HE, para que depois se consiga através da sua análise, de acordo com os indicadores definidos no modelo de análise, responder à QD3.

Referir que se irão destacar as tecnologias mais recentes, ou seja, se existirem Exércitos que detenham tecnologia semelhante, apresentar-se-á a mais evoluída, sendo que para se conseguir à *posteriori* responder à QC, obrigatoriamente terá que, em paralelo, se mostrar o que existe no EP. O critério de apresentar a tecnologia mais atual, prende-se com o facto de os tempos de edificação de capacidades serem por vezes extensos (DPF, 2016).

5.1 Domínio de atuação das tecnologias do *Human Enhancement* presentes na arquitetura dos Sistemas de Combate do Soldado

Com o estudo dos vários SCS, identificam-se as seguintes tecnologias que contribuem para o HE:

- Aparelhos de pontaria, permitem que o soldado detete alvos, de dia ou noite, em todas as condições meteorológicas e de visibilidade, utilizando a tecnologia infravermelha (Aimpoint, 2022). O EP adquiriu recentemente o modelo *Aimpoint CompM4*, encontrando-se bem equipado (DPF, 2020).



Figura 10 – *Aimpoint CompM4*

Fonte: Disponível em *Aimpoint* (2022).

- Auxiliares de pontaria, possibilitam ao militar apontar ao alvo mais facilmente, através da emissão de um laser visível (Rheinmetall, 2017). O EP encontra-se em fase de aquisição do modelo *Rheinmetall VARIO-RAY LowProfile*, ficando equipado com uma tecnologia recente e evoluída (DPF, 2020) (Rheinmetall, 2017).

- *Army Combat Glove-Capacitive* (ACG-C), é um modelo americano que protege as mãos do soldado durante a condução de operações de combate. Oferece destreza, tato,



flexibilidade, resistência ao fogo e proteção contra cortes (US Army, 2019b). “O EP não tem um modelo definido, nem verba na LPM para esta situação, compra consoante a necessidade e respeitando as características técnicas. Os militares em missão são sempre detentores deste equipamento” (A. Silva, *op. Cit.*).

- Câmara de capacete, é um dispositivo atualmente utilizado no Exército americano e funciona por ligação *wireless*, contribuindo para melhorar a percepção da situação operacional (Army Recognition, 2018). O modelo *Mohoc* é considerado revolucionário e totalmente adaptado ao operador tático, sendo a primeira câmara de capacete no mundo, otimizada para militares (Mohoc, 2022). “O EP não dispõe deste sistema, [...], quando a situação estiver consolidada, poderemos avançar. Irá contribuir para o aumento da percepção situacional” (A. Silva, *op. Cit.*).



Figura 11 – Câmara de capacete Mohoc

Fonte: Disponível em Mohoc (2022).

- *Enhanced Night Vision Goggle* (ENVG), o modelo ENVG III utilizado pelo Exército americano é a terceira geração de dispositivos de visão noturna. É um dispositivo individual instalado no capacete, permite observar e operar em todas as condições climáticas, com visibilidade limitada e sob todas as condições de iluminação. Possibilita ainda, através dos sensores de intensificação de imagem e infravermelho (térmicos), uma rápida detecção dos lasers da mira instalada na arma (USAASC, 2022b). O EP, encontra-se em fase de aquisição do modelo SENOP VVLITE, com características semelhantes às apresentadas anteriormente (DPF, 2020) (SENOP, 2020).

- *Foreign Language Translation System* (FLTS), em uso no Exército americano permite a tradução de fala e texto em tempo real, garantindo uma comunicação mais rápida e eficaz (Homeland Security, 2019). O EP, não tem este tipo de sistemas, sendo que G. Gomes (*op. Cit.*) refere que no futuro “pode ter sentido, pensado que as nossas operações serão maioritariamente fora do País”.

- Módulo de Localização de Alvos, possibilitam um grande alcance da visão, garantindo aos militares a capacidade de conduzir vigilância e avaliação de danos, sem risco (US Army, 2019b). Esta tecnologia permite por exemplo a visualização em missões noturnas, marcar alvos e estabelecer azimutes, garantindo o aumento da capacidade de ISR ao nível da secção (Jenoptik, 2017). O EP encontra-se em fase de aquisição do modelo *Jenoptik Nyxus Bird LR*, dotando-se assim com tecnologia de vanguarda, onde se prevê num futuro próximo que possa ser conectado ao SICC (nomeadamente ao *Battlefield Management System [BMS]*²) (DCSI, 2017) (DPF, 2020) (Jenoptik, 2017).

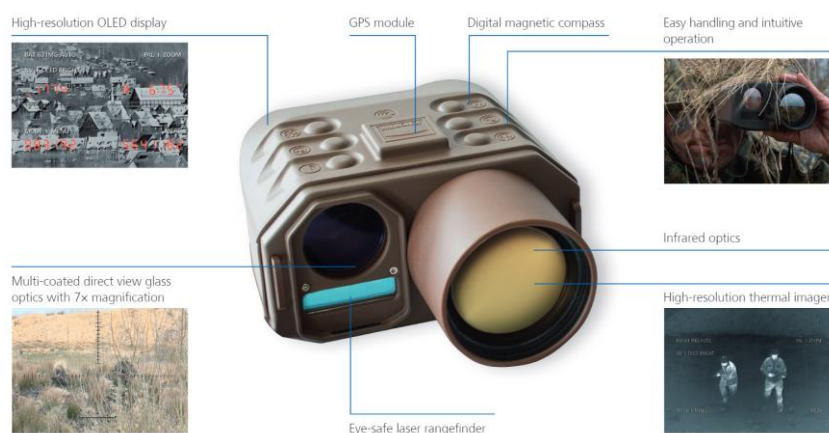


Figura 12 – Jenoptik Nyxus Bird LR

Fonte: Disponível Jenoptik (2017).

- SICC, é um sistema que visa melhorar a percepção situacional e o C2, integrando a aquisição e processamento de informação (DPF, 2016). “É considerado, por muitos, o elemento-chave de qualquer projeto de modernização do soldado” (DPF, 2016, p. 32). Ao nível de Secção, o Exército americano atualmente dispõe de um *tablet* robustecido com capacidade suficiente de processamento e de armazenagem de dados, providenciando um aumento da percepção situacional aos comandantes (NATO STO, 2018).

² O BMS, interliga o Batalhão aos escalões Companhia e Pelotão, ou seja, interliga-se ao SICC e ao *Dismounted Soldier System-C2 (DSS-C2)*, permitindo troca de informação para implementar a *Common Operational Picture* e assim melhorar a percepção da situação operacional (DCSI, 2017).

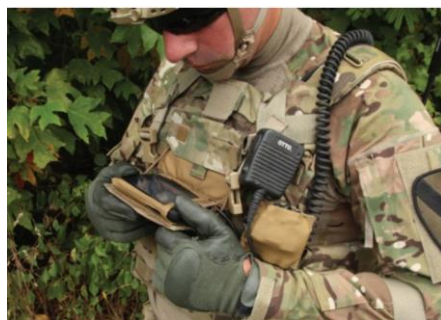


Figura 13 – Sistema de informação nível seção

Fonte: Disponível em *US Army* (2013).

O EP encontra-se a adquirir o designado DSS-C2, para o C2 dos baixos escalões apeados (DPF, 2020). Pretende-se assim assegurar algumas possibilidades, como: garantir aos Comandantes identificar as forças amigas e adversárias; receber planos e ordens; transferir dados de modo a permitir a partilha de informação vital; partilhar imagens atualizadas automaticamente; e disponibilizar mapas detalhados (DCSI, 2017).

- Uniforme de Combate (UC), específico para climas frios, com um sistema de isolamento versátil e multicamadas. Este permite que o soldado se adapte a vários requisitos de missão e condições operacionais e ambientais. O uniforme russo é semelhante ao americano, mas tem maior capacidade de proteção (temperaturas até -30°C) (GEDSI, 2019). O EP não tem um UC específico para climas frios, “foi equacionado, [...] e houve requisitos que fomos deixando cair, nomeadamente por causa do preço e probabilidade de emprego das nossas Forças. Neste caso a probabilidade de emprego em regiões com temperaturas dessa ordem é baixa” (G. Gomes, *op. Cit.*).

- *Transition Combat Eye Protection* (TCEP), é um modelo americano de óculos de proteção balística que se adaptam rapidamente a cenários claros e escuros. Protege contra fragmentação, luz ultravioleta, laser e outros riscos potenciais para os olhos (Figura 14) (GDT, 2019). “O EP não tem um modelo definido, nem verba na LPM. A situação é idêntica à das luvas de combate” (A. Silva, *op. Cit.*).

- *Integrated Head Protection System* (IHPS), é um capacete de combate americano que utiliza avanços recentes em tecnologias balísticas. Fabricado com polietileno de ultra alto peso molecular, substituindo as fibras de aramida, fornece proteção melhorada contra fragmentação, balística e impacto, reduzindo o peso e melhorando o ajuste à cabeça (US Army, 2019b). Possui um suporte para o dispositivo de visão noturna, um sistema de proteção auditiva e uma proteção de mandíbula opcional para proteção da face inferior (Figura 14) (GDT, 2019). O EP encontra-se em processo de aquisição do capacete de proteção modular,

que apesar de não contemplar a proteção da face inferior, está preparado para tal. Segundo A. Silva (*op. Cit.*), será “equipado com um conjunto de calhas (*side rail system helmet*) que lhe permite colocar [...] por exemplo lanterna, óculos, proteção de mandíbula e/ou proteção de orelha, ou ainda supressores de ruído/auriculares de comunicações”.

- *Vital Torso Protection (VTP)*, é um sistema americano de proteção modular composto por um colete externo, placas balísticas e componentes auxiliares que aumentam a área de cobertura (*e.g.*, *ballistic combat shirt* e *pelvic protection system*) conforme apresentado na Figura 14 (GDT, 2019). No EP, o “colete de proteção balística ainda está em fase de aquisição. Desenvolveu-se um projeto [...], colete SCS, [...] que garante modularidade, e a nossa intenção é que conforme a missão se adeque a postura de proteção balística. [...] de acordo com o tipificado na NATO” (A. Silva, *op. Cit.*).



Figura 14 – *Integrated Head Protection System, Transition Combat Eye Protection e Vital Torso Protection*

Fonte: Disponível em GDT (2019).

- *Weapon Sights – Individual (WS-I)*, é um sistema americano instalado nas armas individuais, que fornece imagens térmicas em todas as condições do campo de batalha (Figura 15), permite ao soldado, por exemplo, observar o que o rodeia expondo-se ao mínimo, garantido a sobrevivência e contribuindo para a percepção situacional (US Army, 2019b). O EP não dispõe desta tecnologia, segundo A. Silva (*op. Cit.*) “alguns dos projetos congêneres ao SCS consideram essa possibilidade, [...] pelo que equacionaremos a sua implementação”. Já S. Sousa (entrevista por email, 04 de abril de 2022) considera que “estes



sistemas são muito úteis e devem ser integrados no sistema de C4I, preferencialmente no *Head up display*”.



Figura 15 – Sistema WS-I

Fonte: Disponível em *US Army* (2019b).

Fazendo uma análise das tecnologias apresentadas, através dos indicadores estabelecidos no modelo de análise, obtém-se o seguinte:

Quadro 8 – Domínios de atuação das tecnologias do HE presentes na arquitetura dos SCS

Tecnologia	Capacidade	Aparelhos/ Auxiliares Pontaria	ACG-C	Câmara Capacete	ENVG	FLTS	Módulo Localização Alvos	SICC	UC (Clima frio)	TCEP	IPHS	VTP	WS-I
C4ISR		C+F		C	C+F	C	C+F	C					C+F
Sustentabilidade		C+F	F		C+F		C+F		C+F	F	F	F	C+F
Sobrevivência e Proteção		C+F	F	C	C+F	C	C+F	C	C+F	F	F	F	C+F
Mobilidade						C		C					
Letalidade		C+F			C+F		C+F	C		F			C+F
Energia													
Interoperabilidade													

Legenda: C - Domínio Cognitivo
F - Domínio Físico

5.2 Síntese Conclusiva

Face ao exposto, constata-se que as tecnologias do HE atualmente presentes nos SCS impactam de igual forma quer no domínio físico, quer no cognitivo, o que mostra que a tendência está alinhada com o apresentado na Figura 2.

Conclui-se ainda que, face ao objeto em análise (tecnologias do HE) atualmente os SCS dão uma maior importância à capacidade sobrevivência e proteção. Sendo que, esta constatação não é linear, ou seja, depende do que está a ser analisado (peso, custo, etc.).



6. O *Human Enhancement* no futuro Sistema de Combate do Soldado no Exército Português

Este capítulo responde à QC, com um primeiro subcapítulo onde se faz um enquadramento e explicação dos critérios que levam à escolha de determinadas tecnologias em detrimento de outras, e um segundo e terceiro onde se propõem as tecnologias do HE a incorporar no futuro SCS e algumas considerações, respetivamente.

6.1 Critérios de Escolha

Face à análise bibliográfica e de entrevistas, compreende-se que as tecnologias adicionais do HE, no futuro campo de batalha, afetarão maioritariamente o domínio cognitivo do militar. Aliás, G. Gomes (*op. Cit.*) refere que

em todos os fóruns que participámos na NATO, em que se desenvolveu estudos sobre as necessidades futuras, um dos imperativos que focam é a parte do *cognitive warfare*, por isso nós também iremos caminhar nesse sentido [...]. Seguramente que nos vai levar a esta questão do incremento da capacidade cognitiva dos soldados.

Assim as propostas das tecnologias adicionais do HE, a serem integradas no futuro SCS no EP, seguirá esta lógica. Adicionalmente, também se considerarão os resultados obtidos na análise de conteúdo das entrevistas realizadas (*cfr.* Apêndice E).

Também importa perceber quais as capacidades da arquitetura do SCS em que devemos investir. Nesse sentido, segundo a análise de conteúdo das entrevistas (*cfr.* Apêndice E), identificam-se as seguintes: C4ISR, mobilidade, energia e Sobrevivência e proteção. Segundo G. Gomes (*op. Cit.*) o que se pretende no futuro “é que o soldado tenha uma maior perceção situacional pois ao mesmo tempo permite ganhar proteção e sobrevivência por antecipação, e isto é puramente domínio cognitivo. E para tal o C4ISR é onde poderá haver um maior investimento”. Também M. Martinho (*op. Cit.*) refere que a EDA se encontra a desenvolver o documento STEP 2 – *Soldier System Architecture - The next level*, onde é dado um destaque a estas capacidades e onde a perceção situacional é apontada como uma das áreas primordiais.

A proposta das tecnologias do HE que devem ser integradas no futuro SCS dividir-se-á em duas modalidades. A primeira, focada em tecnologias já desenvolvidas e em utilização, de acordo com o analisado no capítulo 5. A segunda modalidade direcionada para tecnologias que ainda se encontram em fase de projeto e/ou protótipo (conforme analisado no capítulo 3). Esta diferenciação justifica-se, pois caso as tecnologias da primeira



modalidade não sejam rapidamente implementadas, poderão não fazer sentido à *posteriori*. Tal deve-se aos “longos ciclos de desenvolvimento e complicados processos de aquisição, que podem significar que quando os sistemas militares forem empregues já se encontrem quinze anos atrasados em relação aos seus equivalentes” (EME, 2016, p. 11).

6.2 Propostas

Em relação à primeira modalidade, propõem-se as seguintes tecnologias: FLTS, câmara de capacete e WS-I. Estas tecnologias afetarão primordialmente o domínio cognitivo e foram consideradas pelos entrevistados como uma mais-valia a incrementar no futuro SCS (conforme análise de conteúdo no Apêndice E).

Já no que respeita à segunda modalidade, propõem-se as seguintes tecnologias: realidade aumentada (onde concorrerá de forma convergente a IA, *Big Data* e o *Machine Learning*), exosqueletos, *wearable integrated biometrics* e sistemas de captação de energia e de proteção e mitigação de carga térmica do soldado.

Em relação à realidade virtual, segundo a análise de conteúdo (*cf.* Apêndice E), é considerada a ser incrementada no futuro SCS, concorrendo para a capacidade C4ISR, da arquitetura do SCS. Importa ainda, concretizar com uma solução possível, que poderia ser semelhante ao IVAS apresentada no capítulo 3. Segundo A. Silva (*op. Cit.*) brevemente iremos ter todos os militares com geolocalização, através do C4I. Todos os comandantes de secção e pelotão vão ter cartografia digital e a localização de todos os seus militares. “Por isso, penso que não será difícil integrar toda esta informação num visor que permita por exemplo perceber em que direção está o objetivo, [...] a direção e a distância a que se encontra o inimigo” (A. Silva, *op. Cit.*). Não seria necessário um novo capacete, poderia ser por exemplo uma membrana que se adaptaria à modularidade do mesmo, onde a informação passaria a estar disponível diante dos olhos, mantendo a capacidade visual (A. Silva, *op. Cit.*). Estas tecnologias “permitem o aumento da compreensão situacional e velocidade da tomada de decisão. Ou seja, estamos a falar de tecnologias que atuam no domínio cognitivo do militar” (A. Silva, *op. Cit.*). Também G. Gomes (*op. Cit.*) refere que seria importante ter “tecnologias que por exemplo apontem a suspeita da localização do inimigo, [...] e que permitam ver através da esquina, com a realidade aumentada, interligada ao conjunto de sensores presentes no campo de batalha”. M. Martinho (*op. Cit.*) refere mesmo que

o soldado a trabalhar com *displays*/monitores é uma coisa que se tem de esquecer, o militar precisa de ter as mãos libertas, por isso a informação tem de estar disponível através da realidade aumentada num visor, por exemplo. [...]



onde temos a apresentação da informação ao soldado, através de alertas e sugestões, de posições do inimigo e/ou de ângulos mortos.

Apesar dos exosqueletos atuarem segundo o domínio físico, foram considerados para a proposta, pois são uma área onde se prevê uma grande evolução, onde inclusive o EP tem um projeto, com ensaio laboratorial previsto até final de 2022. Além disso, segundo a análise de conteúdo (*cfr.* Apêndice E), os entrevistados apontam esta tecnologia a ser incrementada no futuro SCS. Referem ainda que esta concorre para a capacidade da arquitetura do SCS - mobilidade.

No que respeita aos *wearable integrated biometrics* e sistemas de captação de energia e de proteção e mitigação de carga térmica do soldado, as soluções a implementar seriam de acordo com os projetos em desenvolvimento, apresentados no capítulo 3, nomeadamente: o STILE, o *BAE/ITL power and data SPIRIT vest*, o *powerWalk™ kinetic energy harvester* e o *energy harvesting backpack/rucksack*. Segundo R. Lucena (*op. Cit.*) “é fundamental considerar estas áreas no futuro SCS”. De acordo com a análise de conteúdo (*cfr.* Apêndice E), os entrevistados referem que estas tecnologias serão uma tendência a considerar e concorrem para as capacidades energia e sobrevivência e proteção, da arquitetura do SCS.

Por fim, importa referir que no que respeita às capacidades do SCS, as tecnologias de captação de energia oferecem uma potencial alternativa, para eliminar uma parte da carga do soldado, ao fornecerem uma fonte contínua de energia (NATO STO, 2021b). Face ao apresentado no capítulo 4, onde se percebe que o EP não contempla verba em LPM para este tipo de projetos e onde se considera que no futuro poderá fazer sentido existir, propõem-se que a capacidade Energia, seja tida em consideração no futuro SCS no âmbito da LPM.

6.3 Considerações

Quando se fala em incrementar tecnologias no SCS, inevitavelmente estamos a adicionar peso, o que pode contribuir “significativamente para a redução da agilidade do combatente” (DPF, 2016, p.16). Aliás, o excesso de carga e a ineficiente integração do sistema (nomeadamente de sensores e sistemas de C4I) podem levar à redução da “capacidade de gerar e manter perceção situacional no campo de batalha” (DPF, 2016, p.16). Assim, é objetivo fornecer uma “análise mais inteligente dos dados reunidos a partir de diversos sistemas, apresentando apenas um resumo da situação no campo de batalha, por forma a reduzir a carga cognitiva dos mesmos e aumentar a sua capacidade de reação” (DPF, 2016, p.11).



Segundo G. Gomes (*op. Cit.*) “há limites humanos, os sistemas vão conseguir fazer muita coisa, no entanto é bem possível que haja um *overload*, uma sobrecarga do soldado”. Ou seja, informação a mais também pode ser prejudicial ao combatente. “O HE tem que ir para a componente cognitiva, mas tem que ser balanceado com a necessidade de evitar a saturação, tem que ser informação muito importante e específica” (G. Gomes, *op. Cit.*).

Uma forma de evitar esta situação é por exemplo um equipamento ser atribuído apenas a um militar numa secção e/ou ser opcional e a definir de acordo com a missão. Aliás G. Gomes (*op. Cit.*) apresenta esta solução para as câmaras de gravação instaladas nos capacetes, em que refere “se cada soldado tiver uma câmara, o chefe de secção a única coisa que vai fazer é olhar para um monitor o que [...] seria incomportável para a gestão da informação”.

M. Martinho (*op. Cit.*) também considera que

é humanamente impossível, para um soldado obter e gerir toda a informação que está disponível. [...] tem de ter um sistema de apoio que permita fundir a informação, filtrá-la, geri-la e apresentá-la. [...] na área da realidade aumentada [...] primeiro temos de ter sensores adequados em qualidade e quantidade que permitam recolher a informação. Depois temos de processar a informação, através de um sistema de apoio, recorrendo à IA e ao *big data*, para cruzar essa informação com padrões.

Por fim, duas questões a ter em consideração: as compatibilidades que as tecnologias presentes no SCS têm de ter entre si, uma vez que o sistema é uma rede interligada e complexa (DPF, 2016), e; a necessidade de progredir a um ritmo equivalente ao dos aliados e incorporar as inovações necessárias para garantir a interoperabilidade.



7. Conclusões

O centro de gravidade dos Exércitos continuará a ser o soldado, sendo que ao mesmo tempo, será necessário alcançar um equilíbrio entre o fator humano e as possibilidades que a tecnologia oferece. Os conflitos futuros serão cada vez mais caracterizados por ameaças multi-domínio, operações em terrenos complexos, ameaças híbridas, armas de destruição maciça, novas armas e terão ainda a informação como arma decisiva. Nesse sentido, o sucesso neste tipo de cenários poderá depender da capacidade de concretizar e anuir rapidamente novas tecnologias, sendo assim necessário analisar e elaborar estudos prospetivos de modo a identificar TED e convergentes. Só desta forma se conseguirá, em tempo, planear e priorizar os investimentos, modernizando assim o Exército de forma eficiente.

O HE significa o uso de ciência e tecnologias para melhorar a performance humana além do limite da potencialidade biológica, o que ajudará a entender e otimizar o desempenho do militar, conduzindo a melhorias incrementais e radicais.

As TED, como a nanotecnologia, IA, *big data*, quântica, *internet of things*, *future advanced materials*, 5G e robótica, concorrerão de forma convergente para o desenvolvimento do HE. Tal trará um impacto revolucionário no campo de batalha, onde a disrupção associada a estas tecnologias será mais sentida ao nível tático, com o emprego e uso de novas capacidades, levando a progressos cognitivos e físicos crescentes do militar. Este contexto será crítico para acomodar a natureza cada vez mais complexa, dinâmica e não linear da guerra, bem como o volume cada vez maior de dados/informação que é gerada.

Neste seguimento, considerando-se que o presente trabalho estabelece um conjunto de linhas de interesse de pesquisa, desenvolvimento e inovação, com o objetivo de propor possíveis TA do HE a serem aplicadas no futuro, ao SCS no EP, o investigador procedeu a um estudo de caso, posicionando-se perante uma orientação ontológica construtivista e epistemológica interpretativa, usando raciocínio indutivo, numa estratégia qualitativa.

De modo a reduzir as lacunas de informação existentes, ao nível Nacional, relativamente ao HE, e alargar ao máximo os conhecimentos, foram realizadas diversas entrevistas exploratórias, complementadas com uma extensa análise bibliográfica. Ulteriormente foram efetuadas dez entrevistas semiestruturadas, em que a escolha dos entrevistados não seguiu um modelo aleatório, tendo-se constituído uma amostra não-probabilística intencional, tendo como critério de escolha, especialistas com vastos conhecimentos na temática, quer pelo cargo que ocupam/ocuparam, pelas qualificações



académicas e/ou trabalhos de investigação desenvolvidos. Procedeu-se a uma análise de conteúdo das entrevistas, contribuindo assim para a resposta às QD e para validar a proposta apresentada na resposta à QC.

No que respeita às tendências tecnológicas do HE foi possível concluir que no futuro terão um maior impacto no domínio cognitivo (65%) em detrimento do físico (35%). Conclui-se ainda, que o espectro analisado considera em parte as mesmas tendências tecnológicas, onde se destacam as seguintes:

- *Advanced Combat Identification;*
- *Cognitive ergonomics;*
- Dispositivos Exteriores Controlados pelo Cérebro;
- Exosqueletos;
- *Hyperspectral Imaging Systems;*
- *Human Machine interface and manned-unmanned teaming;*
- *Intelligent mission planning support;*
- Realidade Virtual e Realidade Aumentada;
- *Reactive Personal Protection;*
- Sistemas de captação de energia e proteção e mitigação de carga térmica;
- *Wearable integrated biometrics.*

No que alude às capacidades presentes na arquitetura do SCS, foi possível concluir que os Exércitos em estudo contemplam todas as capacidades na organização do SCS. Sendo que no caso russo, conceptualmente a interoperabilidade não se aplica. Foi ainda notório, na capacidade Energia, que atualmente o EP foca-se mais em especificações/autonomias e não no que respeita ao desenvolvimento e/ou à investigação de novas soluções, uma vez que a LPM não contempla verba para esta temática. Já o Exército dos EUA considera-a fundamental para os sistemas cada vez mais tecnológicos.

Já no que respeita às tecnologias do HE atualmente presentes nos SCS em estudo, conclui-se que atuam de igual forma no domínio físico e cognitivo, tendo-se identificado um conjunto de tecnologias que o EP não dispõe, nomeadamente:

- Câmara de capacete *wireless*;
- *Foreign Language Translation System;*
- Uniforme de Combate, específico para climas frios (-30 °C);
- *Weapon Sights – Individual.*



Conclui-se ainda que, face às tecnologias do HE em análise, atualmente os SCS colocam maior ênfase na capacidade sobrevivência e proteção, sendo que esta análise não é linear, pois depende do objeto em estudo (peso, custo, etc.).

Assim, uma vez analisadas as tendências tecnológicas do HE, a organização da arquitetura dos SCS e as atuais tecnologias do âmbito do HE presentes no mesmo, foi-se junto dos entrevistados, validar quais as tecnologias do HE que deverão integrar o futuro SCS no EP, com o foco nas que afetarão maioritariamente o domínio cognitivo do militar. Associada a esta lógica, esteve também a necessidade de validar, em que capacidades da arquitetura do SCS será mais pertinente investir. Nesse sentido, a maioria dos entrevistados apontou as seguintes: C4ISR, mobilidade, energia e sobrevivência e proteção.

Dado o facto de os tempos de edificação de capacidades por vezes serem extensos, levou a que a proposta apresentada fosse dividida em duas modalidades.

A primeira, focada em tecnologias já desenvolvidas e em utilização, propondo-se as seguintes:

- Câmara de capacete *wireless*;
- *Foreign Language Translation System*;
- *Weapon Sights – Individual*.

A segunda modalidade, direcionada para tecnologias que ainda se encontram em fase de projeto e/ou protótipo, idealizando-se as seguintes:

- Realidade aumentada (onde concorrerá de forma convergente por exemplo a IA e o *Big Data*);
- Exosqueletos;
- *Wearable integrated biometrics*;
- Sistemas de captação de energia;
- Sistemas de proteção e mitigação de carga térmica do soldado.

Como contributo principal, a investigação permitiu desenvolver um trabalho prospetivo e desta forma propor um conjunto de tecnologias do HE a serem incrementadas no futuro SCS do EP, com vista a cumprir um dos desideratos, que é edificar capacidades de qualidade idêntica às dos Exércitos de referência.

Não obstante os resultados obtidos, entende-se que a investigação teve uma limitação, consubstanciando-se na inexistência de documentação nacional enquadrante relativamente ao HE. O Exército no Plano de Investigação, Desenvolvimento e Inovação 2021-2022, identifica o HE como uma área tecnológica de interesse prioritário, mas não desenvolve a



temática. Como exemplo, definir uma estratégia relativamente ao assunto, possibilitaria ter o estudo alinhado com essa mesma estratégia.

No futuro, vislumbra-se a importância de realizar investigações relativas a este assunto, especialmente em relação à área da engenharia genética (incluindo a parte biológica e farmacológica) do HE, onde os aspetos legais e éticos terão um grande peso. Ainda ao nível do SCS, aponta-se a necessidade de aprofundar e investigar a possibilidade de incrementar tecnologias no âmbito do *Human Machine interface and manned-unmanned teaming*, cujas características foram apontadas por alguns entrevistados como importantes, mas que se considera que dada a dimensão da temática (pois pode englobar entre outros *unmanned aerial vehicle* e *unmanned ground vehicle*), bem como a estreita ligação com a área da robótica, torna o assunto demasiado vasto, devendo ser estudado num trabalho separadamente.

No que respeita a recomendações de ordem prática, existem algumas considerações que devem ser tidas em conta, no momento de implementar as tecnologias propostas, nomeadamente, aquelas que concorrem para o C4ISR. Pois, na obtenção e gestão de toda a informação, se não houver um sistema de apoio que o faça e que apresente ao militar apenas a informação verdadeiramente necessária, corremos o risco de criar uma sobrecarga no mesmo. Para que estes sistemas funcionem, temos de ter sensores adequados em qualidade e quantidade que permitam recolher informação.

De destacar ainda, as compatibilidades que as tecnologias presentes no SCS têm de ter entre si e ainda a necessidade de garantir a interoperabilidade, sendo necessário para tal evoluir e inovar de acordo com os Países aliados.



Referências bibliográficas

- Academia Militar. (2020). CINAMIL – Projetos [Página Online]. Retirado de <https://academiamilitar.pt/investigacao-e-inovacao/projetos.html>
- Advanced Studies Foundation. (2017). Filipendula [Página Online]. Retirado de <https://fpi.gov.ru/projects/khimiko-biologicheskie-i-meditationskie-issledovaniya/tavolga/>
- Aimpoint. (2022). COMPM4S 2 MOA - Red Dot Reflex Sight with standard spacer & QRP2 Mount [Página Online]. Retirado de <https://www.aimpoint.com/products/red-dot-sights/comp4s-2-moa-red-dot-reflex-sight-with-standard-spacer-qrp2-mount>
- Army Recognition. (2018). DLA Awards MOHOC Cameras with NATO/National Stock Numbers [Página Online]. Retirado de https://www.armyrecognition.com/weapons_defence_industry_military_technology_uk/dla_awards_mohoc_cameras_with_nato/national_stock_numbers.html
- Army Technology. (2020a). Human Universal Load Carrier (HULC) [Página Online]. Retirado de <https://www.army-technology.com/projects/human-universal-load-carrier-hulc/>
- Army Technology. (2020b). Raytheon XOS 2 Exoskeleton, Second-Generation Robotics Suit [Página Online]. Retirado de <https://www.army-technology.com/projects/raytheon-xos-2-exoskeleton-us/>
- Army Technology. (2006). Land Warrior Integrated Soldier System [Página Online]. Retirado de https://www.army-technology.com/projects/land_warrior/
- Billing, D. C., Fordy, G.R., Friedl, K.E., & Hasselstrøm, H. (2020, 28 de outubro). The implications of emerging technology on military human performance research priorities. *Journal of Science and Medicine in Sport* 24 (2021), 947–953.
- Blumenthal, S. B., Hottes, A. K., Foran, C., & Lee, M. (2021). *Technological Approaches to Human Performance Enhancement*. Santa Monica: RAND Corporation.
- CISCO. (2019). *Wi-Fi 6 and Private LTE/5G Technology and Business Models in Industrial IoT*. San Jose: Autor.
- CITEVE. (2022). Projeto EDA visa têxteis inteligentes multifuncionais para a defesa [Página Online]. Retirado de <https://www.citeve.pt/artigo/stile>
- CITEVE. (2019). VESTLIFE - Ultralight modular bullet proof integral solution [Página Online]. Retirado de <https://www.citeve.pt/artigo/vestlife>



- CITEVE. (2018). CITEVE iniciou mais dois projetos da Agência Europeia de Defesa [Página Online]. Retirado de https://www.citeve.pt/artigo/projetos_eda
- Clemente, F., Streefkerk, J. W., & Scherrenburg, M. (2019). *The Future of the Command Post – Part 1*. Utrecht: NATO C2COE.
- Decreto-Lei n.º 249/2015, de 28 de outubro (2015). Orgânica do ensino superior militar, e as suas especificidades no contexto do ensino superior, e Estatuto do Instituto Universitário Militar. Diário da República, 1.ª Série, 211, 9298 - 9311. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.
- Defense Advanced Research Projects Agency [DARPA]. (2021). The Brain Initiative [Página Online]. Retirado de <https://www.darpa.mil/program/our-research/darpa-and-the-brain-initiative>
- Direção de Comunicações e Sistemas de Informação [DCSI]. (2017). *Plano de Implementação C4I Sistema de Combate do Soldado*. Lisboa: Autor.
- Divisão de Inovação e Transformação. (2022). *Diretiva Estratégica para a Inovação nas Forças Armadas 2022-2032*. Lisboa: Estado-Maior-General das Forças Armadas.
- Divisão de Planeamento de Forças [DPF]. (2020). *Sistemas de Combate do Soldado – Ponto de Situação dos processos aquisitivos* (Apontamento N.º. DPF/RC-2020-000030). Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- Divisão de Planeamento de Forças [DPF]. (2016). *Sistemas de Combate do Soldado (Soldier Systems)* (Informação N.º. DPF/RC-2016-000492). Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- European Commission, Center for Defence, & Space and Security. (2021). *The Soldier of the Future, Interconnection between defence, cyber and space technologies*. Copenhaga: Autor. Retirado de <https://future-soldier.b2match.io/>
- European Defence Agency [EDA] & European Union [EU]. (2020). *Generic Open Soldier System Reference Architecture* (BL8464A037 REP). Belgium: Autor.
- European Defence Agency [EDA]. (2021). *Study on Soldier Systems - Development of Strategic Context Cases and Key Strategic Activities* (ISSFSE-212819-2DL). Belgium: Autor.
- European Defence Agency [EDA]. (2020a). *CapTech Human Factors - Human Factors Strategic Research Agenda*. Belgium: Autor.
- European Defence Agency [EDA]. (2020b). *2020 Card Report Executive Summary*. Belgium: Autor.



- European Defence Agency [EDA]. (2020c). EDA project aims for multifunctional smart textiles for defence [Página Online]. Retirado de <https://bit.ly/3iebJsH>
- European Defence Agency [EDA]. (2018). *EU Capability Development Priorities*. Belgium: Autor.
- European Defence Agency [EDA]. (2017). *10 Upcoming Disruptive Defence Innovations - European Defence Matters*. Brussels: Autor.
- Estado-Maior do Exército [EME]. (2021). *Plano de Investigação, Desenvolvimento e Inovação 2021-2022*. Lisboa: Exército Português.
- Estado-Maior do Exército [EME]. (2016). *Exército 2030 - Uma Organização de Alto Desempenho*. Lisboa: Divisão de Planeamento de Forças.
- Estado-Maior do Exército [EME]. (2012). *PDE 3-00 Operações*. Lisboa: Exército Português.
- FINABEL. (2021). Weapons Progress: From New Technologies to Augmented Soldiers [Página Online]. Retirado de <https://finabel.org/weapons-progress-from-new-technologies-to-augmented-soldiers/>
- Forbes Technology Council. (2020). 12 Tech Leaders Discuss The Most Intriguing Applications Of Human Augmentation [Página Online]. Retirado de <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/05/14/12-tech-leaders-discuss-the-most-intriguing-applications-of-human-augmentation/?sh=5d766fd073b6>
- Frater, M., Ryan, M. (2001, outubro). *Communications Electronic Warfare and the Digitised Battlefield. Working Paper No. 116 da Land Warfare Studies Centre*, Austrália.
- Global Defence Technology. (2019). Under Armour: The US Army's new Soldier Protection System [Página Online]. Retirado de https://defence.nridigital.com/global_defence_technology_feb19/under_armour_the_us_armys_new_soldier_protection_system
- Grishchenko, N. (2017). Colete à prova de balas "Warrior" foi baleado de SVD e AK-103 [Бронежилет "Ратник" расстреляли из СВД и автомата АК-103] [Página Online]. Retirado de <https://rg.ru/2017/03/20/video-bronezhilet-ratnik-rasstreliali-iz-svd-i-avtomata-ak-103.html>
- Grupo de Estudos de Defesa e Segurança Internacional [GEDSI]. (2019). O exército futurista da Rússia: soldados ciborgues [Página Online]. Retirado de <https://gedes-unesp.org/o-exercito-futurista-da-russia-soldados-ciborgues/>



- Hoarn, S. (2013). SOCOM Seeks TALOS (Tactical Assault Light Operator Suit) [Página Online]. Retirado de <https://www.defensemedianetwork.com/stories/socom-seeks-talos-tactical-assault-light-operator-suit/>
- Homeland Security. (2019). Real-Time Translation (Technology Scouting Research Summary). Washington: Autor.
- Husseini, T. (2019). US Army trials exoskeletons for military use [Página Online]. Retirado de <https://www.army-technology.com/features/us-army-exoskeletons/>
- Jacobsen, A. (2015). *The Pentagon's Brain – An Uncensored history of DARPA, America's TOP-Secret military research agency*. Boston: Little, Brown and Company.
- Jankowski, D. P. (2021, setembro). *Russia and the Technological Race in an Era of Great Power Competition. Paper Understanding the Russian Military Today executive education program of the Center for Strategic and International Studies*, Washington.
- Jenoptik. (2017). *Crystal-clear vision and target location with our compact NYXUS BIRD Thermal Imager*. Jena: Autor.
- Keller, J. (2021). The inside story behind the Pentagon's ill-fated quest for a real-life 'Iron Man' suit [Página Online]. Retirado de <https://taskandpurpose.com/military-tech/pentagon-powered-armor-iron-man-suit/>
- Keller, J. (2020). Russia just released footage of a brand new combat exoskeleton in action [Página Online]. Retirado de <https://taskandpurpose.com/news/russian-military-exoskeleton-video/>
- Konstantin, I. (2021). O exército russo receberá capacetes de realidade aumentada [Российская армия получит шлемы дополненной реальности] [Página Online]. Retirado de <https://mobile-review.com/news/rossijskaya-armiya-poluchit-shlemy-dopolnennoj-realnosti>
- Lenta. (2015). Entregas em série de equipamentos para soldados do futuro começarão na primavera [Серийные поставки снаряжения для солдат будущего начнутся весной] [Página Online]. Retirado de <https://lenta.ru/news/2015/01/15/ratnik/>
- Millet, J. M. (2019, dezembro). Human Capital Enhancement. *The Three Swords Magazine* JWC-NATO, 35, pp.13-18. Retirado de: https://www.jwc.nato.int/images/stories/threeswords/THREESWORDSMARCH2018_Websitereleased.pdf
- Mohoc. (2022). *Tactical helmet cameras & video transmitters*. Seattle: Autor. Retirado de: https://www.mohoc.com/wp-content/uploads/2022/01/MOHOC_Brochure_2022.pdf



- Multinational Capability Development Campaign. (2021). *Human Performance Optimization and Enhancement*. Hamburg: Autor.
- National Intelligence Council. (2021). *Global Trends 2040 a More Contested World*. Virgínia: Autor.
- National Research Council [NRC]. (2004a). *Meeting The Energy Needs of Future Warriors*. Washington: The National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2004b). *Army Science and Technology for Homeland Security* (Report 2 – C4ISR). Washington: The National Academies Press.
- NATO Science & Technology Organization [NATO STO]. (2021a). *Analysis of Technology "Weak Signals": EDT++*. Brussels: Autor.
- NATO Science & Technology Organization [NATO STO]. (2021b). *Reducing the Burden on the Dismounted Soldier* (STO-TR-HFM-238). Brussels: Autor.
- NATO Science & Technology Organization [NATO STO]. (2020). *Science & Technology Trends 2020-2040 - Exploring the S&T Edge*. Brussels: Autor.
- NATO Science & Technology Organization [NATO STO]. (2018). *Overview of Dismounted Soldier Systems* (STO-TR-SET-206-Part-II). Brussels: Autor.
- NATO Science & Technology Organization [NATO STO]. (2005). *Strategies to Maintain Combat Readiness during Extended Deployments – A Human Systems Approach* (RTO-MP-HFM-124). Brussels: Autor.
- NATO Industrial Advisory Group [NIAG]. (2021). *Emerging and Disruptive Technologies, in the context of Emerging Powers* (NIAG SG-252). Brussels: Autor.
- NEP / INV – 001 (A1). (2020). *Procedimentos relativos à elaboração de trabalhos de investigação realizados no âmbito de cursos que não atribuem grau académico*. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- NEP / INV – 003 (A3). (2020). *Estrutura e regras de citação e referenciação de trabalhos escritos a realizar no Instituto Universitário Militar*. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Petiz, J. (2022). Empresa que está a criar Soldado do Futuro para o Exército português já exporta 70% do negócio [Página Online]. Retirado de <https://www.dinheirovivo.pt/empresas/empresa-que-esta-a-criar-soldado-do-futuro-para-o-exercito-portugues-ja-exporta-70-do-negocio-14628538.html>



- Politrussia. (2016). Ratnik-3 dará ao soldado russo o poder de um super-homem [*Ратник-3» даст российскому солдату силу сверхчеловека*] [Página Online]. Retirado de <https://politrussia.com/vooruzhennye-sily/ratnik-3-dast-rossiyskomu-279/>
- Rheinmetall. (2017). Rheinmetall's VarioRay LowProfile laser module and weapon light: advanced modular accessories for assault rifle systems [Página Online]. Retirado de <https://cdn.pressebox.de/f/3398bc986330323f/attachments/0873900.attachment>
- RIA Novosti. (2015). Unidades das forças especiais da Sibéria estão totalmente equipadas com equipamentos Ratnik [Соединения сибирского спецназа полностью оснащены экипировкой "Ратник"] [Página Online]. Retirado de <https://ria.ru/20150610/1069159296.html>
- Ritsick, C. (2020). Ratnik 3 – Russia's Super Warrior [Página Online]. Retirado de <https://militarymachine.com/ratnik-3/>
- Russia Business Today. (2019). Russia Could Start Mass Producing Hi-Tech, Color-Changing Clothes [Página Online]. Retirado de <https://russiabusinesstoday.com/technology/russia-could-start-mass-producing-hi-tech-color-changing-clothes/>
- Russian News Agency. (2019). Third generation Ratnik combat gear to be displayed at Army-2019 in June [Página Online]. Retirado de <https://tass.com/defense/1046291>
- Santos, L. A. B., & Lima, J. M. M. (Coord. . (2019). *Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação*. (2.^a Ed., revista e atualizada). Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Saunders, K., & Murray, J. M. (2021). Joint ASA ALT and AFC statement on the Integrated Visual Augmentation System [Página Online] Retirado de https://www.army.mil/article/251258/joint_asa_alt_and_afc_statement_on_the_integrated_visual_augmentation_system
- SENOP. (2020). Cornerstones of night fighting [Página Online]. Retirado de <https://senop.fi/cornerstones-of-night-fighting/>
- South, T. (2018). New Army research institute will focus on soldier and squad performance [Página Online]. Retirado de <https://www.armytimes.com/news/your-army/2018/10/25/new-army-research-institute-will-focus-on-soldier-and-squad-performance/>



- Sputnik. (2021). Porque Ratnik-3 russo é um sistema avançado de combate da infantaria [Página Online]. Retirado de <https://br.sputniknews.com/20170206/ratnik-sistema-avancado-combate-infantaria-7607864.html>
- Taraska, P. A. (2017). *How can the use of Human Enhancement (HE) technologies in the military be ethically assessed?* (Doctoral dissertation). Duquesne University, Pittsburgh.
- U.S. Army Combat Capabilities Development Command. (2020). Future autonomous systems to understand surroundings [Página Online]. Retirado de https://www.army.mil/article/236569/future_autonomous_systems_to_understand_surroundings
- United States Army [US Army]. (2021). Project Manager Terrestrial Sensors [Página Online]. Retirado de <https://peoiews.army.mil/pm-ts/>
- United States Army [US Army]. (2020). *Weapon Systems Handbook 2020-2021*. Washington: Autor.
- United States Army [US Army]. (2019a). Soldier Enhancement Program [Página Online]. Retirado de <https://www.peosoldier.army.mil/sep/>
- United States Army [US Army]. (2019b). Program Executive Office Soldier [Página Online]. Retirado de <https://www.peosoldier.army.mil/>
- United States Army [US Army]. (2015). *The Army Human Dimension Strategy*. Arlington: Autor.
- United States Army [US Army]. (2013). Nett Warrior gets new end-user device [Página Online]. Retirado de https://www.army.mil/article/107811/nett_warrior_gets_new_end_user_device
- United States Army Acquisition Support Center [USAASC]. (2022a). Program Executive Offices [Página Online]. Retirado de <https://asc.army.mil/web/peos/>
- United States Army Acquisition Support Center [USAASC]. (2022b). Enhanced Night Vision Goggle (ENVG) [Página Online]. Retirado de <https://asc.army.mil/web/portfolio-item/enhanced-night-vision-goggle-envg/>
- United States Army Natick Soldier Center [USANSC]. (2009). *Future Soldier 2030 Initiative*. Washington: Autor.
- United States Army Training and Doctrine Command [USATDC]. (2019). *The Operational Environment and the Changing Character of Warfare, TRADOC Pamphlet 525-92*. Virginia: Department of the Army Headquarters.



- United States Joint Chiefs of Staff (USJCS). (2019). *Joint Publication 4-0 Logistics*. USA: Joint Force Development.
- United Kingdom Ministry of Defence [UKMD]. (2020). *Human Augmentation – The Dawn of a New Paradigm*. Bristol: Autor.
- Wetsman, N. (2021). Upgrades to the US Army’s night vision technology make darkness into a video game [Página Online]. Retirado de <https://www.theverge.com/2021/5/3/22417206/army-night-vision-tech-enhanced>
- White, S. R. (Ed.) (2016). *The United States Army in 2030 and Beyond*. Pennsylvania: U.S. Army War College.
- Zakvasin, A. (2019). Artificial intelligence and augmented reality [Página Online]. Retirado de <https://russian.rt.com/russia/article/645524-vdv-novinki-armiya-iskusstvennyi-intellekt>

Apêndice A — Modelo de análise

Quadro 9 – Modelo de análise

OG	Propor as Tecnologias Adicionais no âmbito do <i>Human Enhancement</i> que devem ser integradas no futuro Sistema de Combate do Soldado no Exército Português.					
QC	Quais as Tecnologias Adicionais que no âmbito do <i>Human Enhancement</i> devem ser integradas no futuro Sistema de Combate do Soldado no Exército Português?					
Cap.	Conceito	Dimensões	Variáveis	Indicadores	Técnicas de recolha de dados	
3	<i>Human Enhancement</i>	Tecnologias Adicionais	Emprego da Tecnologia	Domínio Cognitivo	Análise documental e entrevistas semiestruturadas	
				Domínio Físico		
		OE1: Analisar as tendências tecnológicas do HE na UE, NATO, EUA, Rússia e Portugal.				
		QD1: Em que domínios se inserem as tendências tecnológicas do HE na UE, NATO, EUA, Rússia e Portugal?				
4	Sistema de Combate do Soldado	SCS nas Forças Terrestres	Organização do SCS	C4ISR	Análise documental e entrevistas semiestruturadas	
				Sustentabilidade		
				Sobrevivência e Proteção		
				Mobilidade		
				Letalidade		
				Energia		
				Interoperabilidade		
		OE2: Analisar a arquitetura do SCS nas Forças Terrestres.				
QD2: Como se organizam os Sistemas de Combate do Soldado nas Forças Terrestres?						
5	<i>Human Enhancement</i> Sistema de Combate do Soldado	Tecnologias Adicionais no SCS nas Forças Terrestres	Organização do SCS	C4ISR	Análise documental e entrevistas semiestruturadas	
				Sustentabilidade		
				Sobrevivência e Proteção		
				Mobilidade		
				Letalidade		
				Energia		
				Interoperabilidade		
				Emprego da Tecnologia		Domínio Cognitivo
		Domínio Físico				
		OE3: Analisar as tecnologias do HE aplicadas à arquitetura do SCS nas Forças Terrestres.				
QD3: Que domínios estão contemplados nas tecnologias do <i>Human Enhancement</i> presentes na arquitetura do SCS nas Forças Terrestres?						



Apêndice B — Indicadores do Modelo de Análise

- **C4ISR** – Confere a capacidade de aumentar o ritmo das operações, expandir o espaço de batalha e melhorar a percepção situacional do sistema. A comunicação dentro da Secção vai melhorar a eficácia dos seus membros, aumentando assim a própria eficácia da Secção; a comunicação para fora da Secção vai melhorar a eficácia dos escalões superiores, bem como melhorar a capacidade dos comandantes de Secção de comandar as suas Unidades. Ajuda a adquirir, identificar e fixar alvos de forma rápida e confiável, mesmo em condições adversas de visibilidade e clima. A importância combinada da capacidade C4ISR é permitir a condução de operações centradas em rede, resultando em melhores efeitos sincronizados no espaço de batalha. As principais funções nesta área são: Receber informações visuais, verbal e através de sensores; Processar informações; Armazenar informações; Apresentar as informações; Distribuir as informações (DPF, 2016) (EDA & UE, 2020).
- **Energia** – Os sistemas integrados de energia do soldado oferecem o potencial de otimizar o uso de energia, com economias de peso e logística correspondentes. A gestão de energia e dados, nos componentes é assim fundamental (NATO STO, 2018).
- **Interoperabilidade** – “É a capacidade de agir em conjunto de forma coerente, eficaz e eficiente para alcançar os objetivos táticos, operacionais e estratégicos dos Aliados” (EDA & EU, 2020, p. 32).
- **Letalidade** – É a capacidade do sistema para incapacitar ou destruir o adversário. A espingarda de assalto, a arma de defesa pessoal, entre outras, providenciam ao soldado a letalidade no campo de batalha. Para ser letal, o combatente tem de desempenhar algumas das seguintes funções táticas: Observar e detetar eventos que ocorrem no campo de batalha através do campo visual e dos sensores do sistema; Reconhecer um evento como um possível alvo/ameaça; Identificar o alvo e classificá-lo como válido; Relatar e receber informações sobre alvos identificados; Adquirir o alvo (apontar e avaliar a distância); Atacar o alvo; Avaliar o resultado do ataque (DPF, 2016).
- **Mobilidade** – Aumenta a esfera de influência do sistema. Para isso tem que permitir que o combatente possa: Orientar, navegar, receber e fornecer informações sobre o terreno; Progredir a pé (através de obstáculos); Transportar a sua carga durante o deslocamento apeado e montado (DPF, 2016).
- **Sobrevivência e proteção** – Permite ao combatente sobreviver às ameaças que vai encontrar durante a missão. Essas ameaças podem ser naturais ou de origem humana. Para sobreviver e proteger-se o combatente deve: Evitar a deteção; Ludibriar o adversário; Detetar ameaças; Receber e transmitir informações sobre ameaças identificadas; Preparar posições defensivas; Deter proteção (explosão, fragmentos balísticos e NBQR); Prever as condições do terreno e meteorológicas; Monitorizar o terreno atual e as condições meteorológicas; Relatar informações sobre as condições do terreno e meteorológicas; Preservar as capacidades humanas em todas as condições meteorológicas (DPF, 2016).
- **Sustentabilidade** – Aumenta o tempo em que o combatente se mantém eficaz no campo de batalha. Para isto tem que: Apoiar as suas funções e necessidades fisiológicas/físicas; Apoiar a sua capacidade de combate; Suportar os requisitos de equipamento (energia, munições, fazer reparos e descontaminação); Monitorizar o estado de saúde; Administrar primeiros socorros; Incorporar funções de treino; Minimizar os efeitos do stress (DPF, 2016).
- **Melhorias no Domínio Cognitivo** – É o emprego da tecnologia que melhoram as habilidades cognitivas. Os Alvos potenciais para o aprimoramento cognitivo são a inteligência, clareza e criatividade. O aprimoramento da inteligência melhoram os recursos associados às habilidades, como pensamento crítico, raciocínio, memória ou compreensão de ideias. O aprimoramento da clareza estão relacionados com o foco, mas também podem ser aplicados a aprimoramentos que aumentam as habilidades associadas à manutenção do rigor durante as tarefas cognitivas. O aprimoramento da criatividade melhora a inventividade, habilidade artística, tarefas, ou, mais amplamente, a capacidade de pensar em novas ideias ou conceitos (NIAG, 2021).
- **Melhorias no Domínio Físico** – É o emprego da tecnologia que melhoram ou introduzem novas habilidades físicas. Alvos potenciais para o aprimoramento físico são desempenho, resistência, ou a adição de novas habilidades (aditivo). O aprimoramento do desempenho aumenta a capacidade de concluir fisicamente tarefas exigentes, como correr rapidamente ou levantar objetos pesados. O aprimoramento da resistência aumentam a capacidade de se envolver em atividades físicas e tarefas exigentes por longos períodos (NIAG, 2021).



Apêndice C — Guião da entrevista à idD Portugal Defence e respostas

Cabeçalho

Excelentíssimo(a) Senhor(a),

Chamo-me José Manuel Grilo Taveira Pinto, sou Major de Material, e encontro-me a frequentar o Curso de Estado-Maior Conjunto 2021/2022, que decorre no Instituto Universitário Militar. Durante este curso os auditores elaboram vários trabalhos, nos quais se abordam questões relevantes e importantes para o futuro das Forças Armadas Portuguesas. Neste âmbito, encontro-me a realizar um Trabalho de Investigação Individual, intitulado “*Human Enhancement* nas Futuras Forças Terrestres”. O objetivo geral deste trabalho consiste em propor as Tecnologias Adicionais no âmbito do *Human Enhancement* que devem ser integradas no futuro Sistema de Combate do Soldado no Exército Português.

Solicito a sua autorização para referir no trabalho o conteúdo da entrevista associado ao seu nome. Caso não seja essa a sua vontade, garanto a sua confidencialidade e tratarei a informação recolhida de forma anónima.

Caraterização do entrevistado

Nome do Entrevistado: Miguel Pinto

Cargo/Função: Diretor de Valorização de Conhecimento na idD Portugal Defence

Data da entrevista: 2 de março de 2022

Enquadramento Conceptual

Não existe uma definição consensual no que respeita ao *Human Enhancement*, tendo-se assumido para efeitos desta investigação a presente no documento “*Human Augmentation – The Dawn of a New Paradigm*” do *United Kingdom Ministry of Defence* (2020). Este considera que o *Human Enhancement* é o uso de ciência e tecnologias para melhorar a performance humana, **além do limite da potencialidade biológica** e pode incluir capacidades além das inatas aos humanos. A publicação, apresenta ainda uma divisão do *Human Enhancement* em duas subáreas: Engenharia Genética (incluindo a parte biológica e farmacológica) e as Tecnologias Adicionais. O presente trabalho encontra-se delimitado às **tecnologias adicionais**.

Quadro 10 – Questões e respostas do Diretor de Valorização de Conhecimento da idD Portugal Defence

Questão	Resumo da resposta
1. Quais são os projetos em que a idD se encontra envolvida no âmbito do <i>Human Enhancement</i> ? Em que consistem e que domínios humanos (físico ou cognitivo) afetarão?	“A idD Portugal Defence visa tornar a Base Tecnológica e Industrial da Defesa num player internacional relevante no âmbito da Economia de Defesa, através de vários eixos [...] na promoção da cooperação entre as Forças Armadas, as empresas e as universidades e centros de investigação. Isto significa que a idD Portugal Defence apoia o esforço de edificação de capacidades das forças armadas através da promoção da cooperação com empresas e universidades e centros de investigação, [...] mas não nesta área específica”.
2. Quais são as tendências tecnológicas do <i>Human Enhancement</i> que a idD identifica em conjunto com os vários parceiros (nomeadamente na BTID que é gerida pela idD – Portugal Defence)? Em que consistem e que domínios humanos (físico ou cognitivo) afetarão?	“A idD não tem trabalho desenvolvido neste âmbito”.
3. O Defence4Tech Hub é o primeiro Polo de Inovação Digital (Digital Innovation Hub) liderado pela idD Portugal Defence, nesse sentido quais os projetos de investigação e desenvolvimento no âmbito do <i>Human Enhancement</i> que estão em curso ou previstos? Em que consistem e que domínios humanos (físico ou cognitivo) afetarão?	“O Defence4Tech terá por objetivo acelerar a disseminação e adoção de tecnologias digitais [...]. O que se pretende, inicialmente, através deste instrumento é facilitar o acesso das PME e da Administração Pública aos serviços prestados por uma rede de parceiros que inclui as Forças Armadas, Universidades e Centros de Investigação. [...] Isto significa que poderão decorrer projetos relacionados com <i>Human Enhancement</i> mas não existe um foco específico associado [...]”.
4. O Fundo Europeu de Defesa é o novo mecanismo da União Europeia para financiar a investigação e o desenvolvimento colaborativo de produtos e tecnologias no domínio da Defesa no período 2021-2027. Nesse sentido a idD identifica alguma fonte de financiamento para projetos no âmbito do <i>Human Enhancement</i> e ou Sistema de Combate do Soldado?	“A call de 2021 do FED tinha um financiamento para este tipo de atividade, que pode ser consultada em https://www.iddportugal.pt/portfolio-items/edf-2021-protmob/ . Ainda não é conhecido o conteúdo dos avisos para 2022”.



Apêndice D — Guião geral da entrevista e correlação dos entrevistados com as questões

Quadro 11 – Codificação da lista de entrevistados

Código	Posto/ Categoria	Nome	Meio de resposta
E1	Major	Araújo e Silva	Videoconferência
E2	Tenente-Coronel	Gabriel Gomes	Presencialmente no EME
E3	Major	Luís Quinto	Videoconferência
E4	Tenente-Coronel	Rui Lucena	Videoconferência
E5	<i>Project Officer</i>	Ali Shahzad	Videoconferência
E6	Tenente-Coronel	Paulo Cordeiro	Correio eletrónico
E7	Tenente-Coronel/ <i>Project Officer</i>	Mário Martinho	Videoconferência
E8	Tenente-Coronel	Pedro Costa	Videoconferência
E9	Tenente-Coronel	Simão Sousa	Correio eletrónico

Quadro 12 – Questões e correlação com entrevistados

Categoria	Questões	Correlação dos entrevistados
1.Tendências das tecnologias adicionais do HE	1.1 Tendencialmente no futuro as tecnologias do <i>Human Enhancement</i> afetarão mais que domínio humano (físico ou cognitivo)? 1.2 Quais são as tendências tecnológicas do <i>Human Enhancement</i> , que identifica para o futuro e/ou que projetos se encontra a desenvolver/envolvido neste âmbito? Em que consistem e que domínios humanos (físico ou cognitivo) afetarão?	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7 E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7
2. Capacidades do SCS no EP	2.1 O Sistema de Combate do Soldado do Exército Português prevê a seguinte arquitetura: Letalidade, Sobrevivência e o C4I. Porque não se consideram as outras capacidades? Mesmo no caso do C4I, porque não se considera o C4ISR? 2.2 Quais são as áreas/capacidades da arquitetura do Sistema de Combate do Soldado onde deve de haver maior investimento tecnológico? Se possível, apresente motivos justificativos que concorram para a resposta.	E1; E2; E8; E9 E1; E2; E8; E9
3.Tecnologias Adicionais do HE no SCS do EP	3.1 O capacete de proteção balística que estamos a adquirir é modular em que sentido? 3.2 No caso do Colete de proteção balística, qual o nível de proteção e áreas do corpo que o colete protegerá? 3.3 No que respeita às Luvas de Proteção e Óculos de Proteção, estão contemplados no SCS do Exército Português e correspondem às necessidades?	E1; E8 E1; E8 E1; E8
4.Tecnologias Adicionais do HE no futuro SCS	4.1 No âmbito do Sistema de Combate do Soldado, quais são as tecnologias (no domínio do <i>Human Enhancement</i>) que no futuro poderão ser incrementadas? Para melhorar que capacidades? 4.2 De seguida elencam-se uma série de tecnologias em uso por parte de alguns Exércitos de referência no seu Sistema de Combate do Soldado. Qual a sua opinião relativamente à pertinência da inclusão das mesmas no SCS do Exército no futuro? (Se possível, apresente motivos justificativos que concorram para a resposta). 4.2.1 Uniforme de Combate, específico para climas frios, preparado para proteger o militar de temperaturas negativas (p. ex. -15 a -30°C), com sistemas de energia de retenção do calor. 4.2.2 Sistema que permitam a tradução de fala e texto em tempo real, garantindo uma comunicação mais rápida e eficaz. 4.2.3 Câmaras de gravação <i>wireless</i> (p.ex. instaladas nos capacetes)? 4.2.4 A arma ser dotada de um sistema de câmara que permita reduzir a exposição do combatente ao fogo adversário (p. ex. semelhante aos modelo <i>Weapon Sights Individual</i> americano)?	E1; E2; E3; E4; E5; E6; E7; E8; E9 E1; E2; E8; E9



Apêndice E — Análise de Conteúdo das Entrevistas Semiestruturadas

Quadro 13 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 1.1

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “Nos fóruns internacionais que temos participado, a ambição é o aumento da perceção situacional do militar, por isso apontaria o domínio cognitivo”	1.1.1
E2	- “Em todos os <i>fóruns</i> que participámos a NATO andou a desenvolver estudos sobre as necessidades futuras e um dos imperativos que focam é a parte do <i>cognitive warfare</i> , por isso nós também iremos caminhar nesse sentido, embora o <i>cognitive warfare</i> seja muito vasto”	1.1.1
E3	- “Ambos os domínios serão amplamente desenvolvidos”	1.1.2
E4	- “Segundo a perceção que vou tendo em encontros internacionais, apontaria o domínio cognitivo”	1.1.1
E5	- “ <i>Both domains are present in the projects, but the trend will be the cognitive domain</i> ”	1.1.1
E6	- “[...] no futuro, estarão presentes os dois domínios”	1.1.2
E7	- “[...] prevejo que segundo as tendências, segundo o que os Estados Membros têm vindo a pedir que as alterações que venhamos a implementar, terão um impacto mais forte no domínio cognitivo”	1.1.1

Quadro 14 – Análise de conteúdo da questão 1.1

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados							Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	2	3	4	5	6	7		
Tendências das Tecnologias Adicionais do HE	Domínios Humanos	1.1.1 Cognitivo	x	x		x	x		x	5	71
		1.1.2 Físico e Cognitivo			x			x		2	29

Quadro 15 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 1.2

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “Os exosqueletos que já estamos a explorar e que afetará o domínio físico [...] e a realidade aumentada que poderá vir a ser explorada e que afetará o domínio cognitivo”	1.2.1; 1.2.2
	- “Em termos de projetos, não associados diretamente ao Exército, mas sim à indústria de defesa, e que concorrem para o SCS, temos o CITEVE com uma série de projetos a decorrer na EDA, nomeadamente o projeto STILE, VESTLIFE e o ACAMS II”	1.2.3; 1.2.4; 1.2.5; 1.2.6
E2	- “Atualmente temos a decorrer um projeto no âmbito dos Exosqueletos, cuja atuação será no domínio físico. Para 2022/2023 temos um projeto relacionado com HE, virado para a parte cognitiva, que está associado à realidade aumentada, com a finalidade de garantir maior perceção situacional ao combatente.”	1.2.1; 1.2.2
	- “Outro projeto que está a ser desenvolvido pela DCSI e pela EID, que é o módulo integrador do soldado [...] que funciona como um <i>hub</i> de transferência de energia e dados (informação) [...] o	1.2.3; 1.2.7



	objetivo é [...] aumentar a sua perceção situacional” - “Neste momento é importante ao nível do C4I finalizar o Sistema de Informação para o Comando e controlo, nomeadamente o módulo integrador - o DSS, que permitirá ligar os soldados ao BMS, levará a um aumento da perceção situacional e logo a um <i>Enhancement</i> natural. [...] Poderia apontar a realidade aumentada” - “[...] a questão tecnológica e nomeadamente a realidade aumentada tem que ser vista com alguma parcimónia, pois por si só não é suficiente, tem que ser alimentada e/ou conjugada por exemplo com a inteligência artificial e <i>big data</i>, para que seja possível ter um sistema de apoio ao planeamento, caso contrário corremos o risco de provocar um <i>overload</i>, uma sobrecarga do militar”	1.2.2; 1.2.7 1.2.2; 1.2.8; 1.2.9; 1.2.10
E3	- “Estou a desenvolver o ELITE2 – <i>Enhancement Lite Exoskeleton</i> – Fase 2 (2021-2022). [...] Afetará o domínio físico, procurando reduzir as necessidades metabólicas durante a marcha” - “Cognitivo: <i>Big Data</i>, <i>AI</i>, <i>virtual reality and augmented reality</i>, <i>Intelligent Mission Planning support</i>. [...] Físico: <i>Exoskeletons</i>. Nos dois domínios: <i>energy harvesting</i>, <i>thermal load protection and mitigation</i> e <i>nanotechnologies</i>”	1.2.1 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.2.8; 1.2.9; 1.2.10; 1.2.11
E4	- “Neste momento estamos a trabalhar num projeto [...] visa aumentar a capacidade de modo que o militar não entre em fadiga, em exaustão, em hipertermia ou em <i>stress</i>, isto através de sensores biométricos e fisiológicos, e através de sistemas que permitam o arrefecimento automático do militar. Ou seja, indiretamente estamos a aumentar o tempo de operacionalidade dos militares, quer através do domínio físico, como cognitivo. [...] em termos cognitivos, no âmbito de gestão de <i>stress</i> e de padrões fisiológicos. No domínio físico também, quando falamos na parte da capacidade de manter, aumentar e/ou diminuir a temperatura corporal do militar” - “Estamos ainda em parceria com a empresa PLUX para iniciar um projeto para trabalhar num equipamento para colocar na cabeça, que permite perceber o nível de atenção militar, o nível de saturação de oxigénio, entre outros. Será um dispositivo controlado pelo cérebro e atuará no domínio cognitivo” - “No último fórum da EDA, foi dado grande destaque à área dos exosqueletos, por isso será outra tendência [...] Também no âmbito da EDA tem havido muito trabalho na área da realidade aumentada e por isso na minha opinião seria uma área que também deveríamos explorar e que afetaria o domínio cognitivo” - “Associado a todas estas temáticas está a questão da energia, onde sistemas que permitirão captar energia serão fundamentais para fazer face às necessidades energéticas dos vários sistemas presentes”	1.2.4; 1.2.5 1.2.12 1.2.1; 1.2.2 1.2.3
E5	- “[...] <i>we are developing a exoskeleton, that would enable the human capability, the physical domain. [...] In the cognitive domain, one of our main objectives is to monitor soldiers so that we can help them optimise their own capabilities. And, personal energy harvesting systems and protection and mitigation of thermal burden, are considered important projects. Also at the level of</i>	1.2.1; 1.2.3; 1.2.4; 1.2.5; 1.2.13



	<i>the two domains, to highlight the Human Machine interface and manned-unmanned teaming, [...] will have a higher prevalence over the cognitive domain, increasing situational awareness</i> - “Another important technology, is augmented reality which will also have a major impact on the cognitive domain” - “[...] augmented reality is of little use if there is no AI, or big data, or machine learning. Then another challenge is related to how information gets to the military. It has to be easy to understand, otherwise we will overload the military with information.	1.2.2 1.2.2; 1.2.8; 1.2.9; 1.2.10
E6	- “[...] subsistemas de monitorização/telemetria fisiológica – domínio físico e cognitivo” - “Novos sistemas autónomos terrestres e robotização [...] para apoio às operações [...] e/ou de apoio de combate (<i>manned/unmanned teaming</i>) – domínio físico” - “[...] o Exército tem apoiado alguns projetos em desenvolvimento cooperativo na UE (VESTLIFE, ACAMS-II” - “[...] o projeto nacional liderado pelo Exército <i>Automated Modelling, Identification and Damage Assessment of Urban Terrain</i> (AMIDA-UT) [...] visa desenvolver um sistema/equipamento/ferramenta automatizado para mapeamento rápido (3D) e identificação de alvos infraestruturais, que possa ser usado no apoio ao planeamento de operações”	1.2.4; 1.2.5 1.2.13 1.2.6 1.2.10
E7	- “No domínio físico teremos os exosqueletos, que serão um dos projetos importantes da EDA [...] A parte cognitiva, é muito mais ampla, sendo que a melhoria e expansão da perceção situacional do soldado é a área fulcral, através de tecnologias de realidade aumentada, combinada com a IA, <i>big data</i> e a ligação/interação <i>human-machine</i>, através da utilização de pequenos sistemas autónomos (aéreos ou terrestres) para o soldado. - “[...] CapTech <i>Human Factors</i> [...], uma vez que temos projetos cruzados, têm vindo por exemplo a apostar muito na parte dos sistemas de mitigação e carga térmica, bem como sistemas de monitorização do soldado, o que será importante no futuro” - “Na área da realidade aumentada [...] temos de processar a informação, que através de um sistema de apoio, recorrendo à IA, ao <i>big data</i>, para cruzar essa informação com padrões. [...] É humanamente impossível, para um soldado obter e gerir toda a informação que está disponível se não tiver um sistema de apoio e é nisso que estamos a trabalhar também, em ter um sistema de apoio que permita fundir a informação, filtrá-la, geri-la e apresenta-la [...] para que se evite uma sobrecarga de informação no militar” - “[...] outro aspeto que tem está com grande foco é a questão de sistemas que permitam a captação de energia para alimentar todos os outros sistemas e ao mesmo tempo reduzir peso”	1.2.1; 1.2.2; 1.2.8; 1.2.9; 1.2.13 1.2.4; 1.2.5 1.2.2; 1.2.8; 1.2.9; 1.2.10 1.2.3



Quadro 16 – Análise de conteúdo da questão 1.2

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados							Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	2	3	4	5	6	7		
Tendências das Tecnologias Adicionais do HE	Domínio Físico	1.2.1 Exosqueletos	x	x	x	x	x		x	6	86
	Domínio Cognitivo	1.2.2 Realidade Aumentada	x	x	x	x	x		x	6	86
		1.2.5 <i>Wearable integrated biometrics</i>	x			x	x	x	x	5	71
		1.2.7 Sistemas de Informação para o Comando e Controlo		x						1	14
		1.2.8 <i>Big data</i>		x	x				x	3	43
		1.2.9 Inteligência artificial		x	x		x		x	4	57
		1.2.10 <i>Intelligent mission planning support</i>		x	x		x	x	x	5	71
		1.2.12 Dispositivos Exteriores Controlados pelo Cérebro				x				1	14
	Domínio Físico e Cognitivo	1.2.3 Sistemas de captação de energia	x	x	x	x			x	5	71
		1.2.4 Sistemas de proteção e mitigação de carga térmica	x		x	x	x	x	x	6	86
		1.2.6 <i>Reactive Personal Protection</i>	x					x		2	29
		1.2.11 Nanotecnologias			x					1	14
		1.2.13 <i>Human Machine interface and manned-unmanned teaming</i>					x	x	x	3	43

Quadro 17 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 2.1

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “O Exército adotou estas três como forma de organização interna, para nos dar alguma flexibilidade e para materializar depois em projetos que pudessem ser financiáveis [...]. Mas na verdade contempla todas”	2.1.1
E2	- “O Exército prevê na organização do SCS todas as capacidades, apenas se juntou tudo em três capacidades, porque em determinadas áreas não tínhamos matéria suficiente para independentizar como uma área específica, face ao equipamento que se ia comprar”	2.1.1
E8	- “[...] pois na verdade a nossa arquitetura contempla todas as capacidades referidas.”	2.1.1
E9	- “No entanto, optamos por simplificar as cinco áreas de capacidade em apenas três. Assim, deve ser considerar a Letalidade, a Sobrevivência e o C4I, suprimindo-se a Mobilidade (transferindo os seus atributos para a Sobrevivência e para o C4I) e a Sustentabilidade (transferindo os atributos relativos ao combatente para a Sobrevivência e os relativos a equipamentos para o C4I)”	2.1.2

Quadro 18 – Análise de conteúdo da questão 2.1

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados				Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	2	8	9		
Capacidades do SCS no EP	Arquitetura do SCS do EP	2.1.1 Contempla todas as capacidades	x	x	x		3	75
		2.1.2 Letalidade, Sobrevivência e o C4I				x	1	15



Quadro 19 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 2.2

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “[...] mas o que os fóruns onde temos participado o que nos dizem é que a ambição é o aumento da perceção situacional do militar e nesse sentido, o C4ISR”	2.2.1
	- “Considero também ser importante a preocupação permanente com energia, seja pela necessidade cada vez maior, seja pelo peso inerente ou à interoperabilidade, onde atualmente a LPM não prevê qualquer verba específica para investimento”	2.2.2
E2	- “O que nós queremos é que o soldado tenha uma maior perceção situacional [...] isto é puramente domínio cognitivo. E para tal o C4ISR é onde ela poderá haver um maior investimento”	2.2.1
	- “A forma com que se olhava para a questão da energia, estava relacionada por exemplo com o aspeto de autonomia. Mas no futuro, poderá fazer sentido ter uma área específica para a parte da energia”	2.2.2
E8	- “[...] poderemos e devemos de continuar a dar importância ao C4ISR”	2.2.1
	- “Tudo o que é alimentado a baterias, também será uma preocupação, algumas situações já estão pensadas, pese embora ainda não há nada”	2.2.2
E9	- “A área com maior possibilidade de evolução imediata será o C4I [...] No âmbito da letalidade [...] No âmbito da sobrevivência [...] acrescentar a mobilidade como área de capacidade independente [...] pensar em equipamentos cuja finalidade específica seja melhorar essa mobilidade	2.2.1; 2.2.3; 2.2.4; 2.2.5

Quadro 20 – Análise de conteúdo da questão 2.2

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados				Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	2	8	9		
Capacidades do SCS no EP	Investimento por Capacidade	2.2.1 C4ISR	x	x	x	x	4	100
		2.2.2 Energia	x	x	x		3	75
		2.2.3 Letalidade				x	1	15
		2.2.4 Sobrevivência				x	1	15
		2.2.5 Mobilidade				x	1	15

Quadro 21 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 3.1

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “O capacete é modular, vem equipado com um conjunto de calhas (Side Rail System helmet) que lhe permite colocar outras coisas, como por exemplo lanterna, óculos, proteção de mandíbula e/ou proteção de orelha ou ainda supressores de ruído/auriculares de comunicações”	3.1.1
E8	- “O capacete é modular e corresponderá aos requisitos técnicos exigidos internacionalmente, sendo que ainda se encontra em fase de aquisição. E a modularidade está relacionada com a possibilidade de colocar outros acessórios”	3.1.1



Quadro 22 – Análise de conteúdo da questão 3.1

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados		Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	8		
Tecnologias Adicionais do HE no SCS do EP	Características	3.1.1 Modularidade	x	x	2	100

Quadro 23 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 3.2

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “O Colete de proteção balística ainda está em fase de aquisição [...] pretendemos assim um colete que garanta modularidade, e a nossa intenção é que conforme a missão se adeque a postura de proteção balística. O nível de proteção está de acordo com o tipificado na Aliança (NATO) e todos cumprem esse nível. O colete SCS [...] não é de tipologia <i>plate carrier</i> . Terá integrado um nível de proteção até IIIA frente costas e laterais. O nível adicional III ou IV será garantido com placa balística complementar, apenas na frente e retaguarda”	3.2.1
E8	- “O Colete de proteção balística será de acordo com os normativos da NATO. Terá um nível de proteção na frente, costas e laterais até IIIA. O nível adicional (IV) apenas para a frente e retaguarda será garantido com placa balística complementar. Sendo que digo será, porque ainda se encontra em fase de aquisição.”	3.2.1

Quadro 24 – Análise de conteúdo da questão 3.2

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados		Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	8		
Tecnologias Adicionais do HE no SCS do EP	Características	3.2.1 Proteção balística	x	x	2	100

Quadro 25 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 3.3

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “As Luvas e os óculos de proteção não estão equacionadas e não fazem parte de nenhum projeto específico em Lei de Programação Militar. Mas os nossos militares vão para as missões com as Luvas e Óculos de proteção balística, são comprados conforme as necessidades e respeitando as características técnicas exigidas, através da DMT”	3.3.1
E8	- “Apesar de estes artigos não fazerem especificamente parte do SCS, os militares destacados em missões possuem os artigos, que são comprados de acordo com os normativos exigidos”	3.2.1



Quadro 26 – Análise de conteúdo da questão 3.3

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados		Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	8		
Tecnologias Adicionais do HE no SCS do EP	-	3.3.1 Os militares possuem o equipamento	x	x	2	100

Quadro 27 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 4.1

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “[...] neste momento alinhado com a realidade aumentada, o que afetará o domínio cognitivo. E tal melhorará a capacidade C4ISR” - “Também ao nível do C4ISR, tecnologias como os mini UAV, para garantir a deteção de movimento e com base na localização dos nossos militares, um computador identifica que aquela deteção corresponde aos nossos militares, ou então ao inimigo e isso é transmitido para os homens, aumentando a perceção situacional” - “Depois os projeto que temos atualmente em desenvolvimento como os exosqueletos e o STILE seriam também importantes, no âmbito da mobilidade e da sobrevivência e proteção” - “[...] a Energia julgo que será uma área fundamental, para garantir que todas as tecnologias apontadas consigam corresponder”	4.1.1; 4.1.2; 4.1.2; 4.1.3; 4.1.4; 4.1.5; 4.1.6; 4.1.7; 4.1.8 4.1.14
E2	- “Sem dúvida que os projetos falados anteriormente, apesar que o <i>Human Enhancement</i> tem que ir para a componente cognitiva [...] no âmbito do C4ISR indicaria tecnologias por exemplo que me apontem a suspeita da localização do inimigo, sistemas que me permitam ver através da esquina, com a realidade aumentada, interligada ao conjunto de sensores presentes no campo de batalha”	4.1.1; 4.1.2; 4.1.4; 4.1.14
E3	- “C4ISR e Interoperabilidade: Big Data, AI, virtual reality and augmented reality, Intelligent Mission Planning support. Sobrevivência e proteção, mobilidade e energia: <i>Exoskeletons</i> , <i>energy harvesting</i> e <i>thermal load protection and mitigation</i> Em todas as capacidades anteriormente referidas: potencialmente a nanotecnologia”	4.1.1; 4.1.2; 4.1.4; 4.1.5; 4.1.7; 4.1.8; 4.1.9; 4.1.10; 4.1.11; 4.1.12; 4.1.13; 4.1.14; 4.1.15
E4	- “C4ISR - Realidade aumentada, onde concorre a IA/<i>Machine Learning</i> - tendo em vista o aumento da perceção situacional. Aumentará brutalmente a parte cognitiva, porque permite uma resposta completamente diferente ao que vai acontecer, mais preparada para o acontecimento, no sentido que tem mais informação. Vai ajudar muito na tomada de decisão” - “Mobilidade – Através de Exosqueletos (afetando o domínio físico)” - “Sobrevivência e proteção – sistemas de proteção e mitigação de carga térmica do soldado (aumentando o domínio físico e cognitivo) e no âmbito da gestão de <i>stress</i> e de padrões fisiológicos (afetando o domínio cognitivo, no sentido que permitirá o militar perceber o que vai ou pode acontecer)” - “Energia- [...] sistemas que permitam captar energia e ao mesmo tempo concorrer para a redução do peso serão fundamentais, o que concorre indiretamente para a capacidade mobilidade (com a redução do peso) e também por exemplo para o C4ISR (através do aumento da capacidade energética)”	4.1.1; 4.1.2; 4.1.10; 4.1.16 4.1.4; 4.1.7 4.1.5; 4.1.6; 4.1.8 4.1.12; 4.1.14



E5	- “In general, the technologies we were talking about in the trends question [...] In a more particular way, I would point out: Information and Signal Processing Technologies, such as: Data and Information Management Technology; Image/Picture Processing Technology; Speech and Natural Language Processing Technology; Optimization and Decision Support Technology; Information and Data Fusion Technology. And in these, Augmented Reality will be important and allow a soldier to share better situational awareness. - Personal systems for energy harvesting and thermal load protection and mitigation - Exoskeletons - Human machine interface and Manned-Unmanned Teaming These technologies will act on C4ISR capability, mobility, energy and survival and protection. [...] they will act mainly in the cognitive domain”	4.1.1; 4.1.2; 4.1.3; 4.1.4; 4.1.5; 4.1.6; 4.1.7; 4.1.8; 4.1.9; 4.1.11; 4.1.12; 4.1.14; 4.1.17; 4.1.18
E6	- “[...] subsistemas de monitorização/telemetria fisiológica” - “[...] a exploração da integração de soluções de IA, Communication and Information Systems e soluções de energia eficiente [...]” - “Outro vetor está relacionado com a exploração dos conceitos <i>manned/unmanned teaming</i> ou <i>human-machine symbiosis</i> [...]” - “Com esta integração permitiria “afetar” (beneficiar) [...] C4ISR, [...] Proteção e Sobrevivência e também da Sustentação”	4.1.5; 4.1.6 4.1.10; 4.1.12; 4.1.14; 4.1.17 4.1.3 4.1.2; 4.1.8; 4.1.19
E7	- “Todas as apresentadas na questão das tendências são importantes e devem ser consideradas [...] Estamos a desenvolver o STEP 2 – <i>Soldier System Architecture - The next level</i> (SS2), que tem como objetivo melhorar as capacidades dos sistemas de soldados nas seguintes três áreas: melhoria da percepção situacional, do <i>Effective engagement</i> (através por exemplo da minimização dos danos colaterais, do aumento a probabilidade de sucesso cada vez que se dispara, e/ou da ajuda a fazer disparos sem ser em linha de vista), por exemplo através da realidade aumentada, e melhoria das Interfaces homem-máquina e equipas tripuladas e não tripuladas. E estas três áreas estão muito relacionadas com o <i>Human Enhancement</i>. Ou seja, o foco da CapTech Land neste momento encontra-se na Letalidade, no C4ISR e na Energia, mas na EDA, o CapTech HF preocupa-se por exemplo muito, com a parte da sobrevivência e proteção”	4.1.1; 4.1.2; 4.1.3; 4.1.8; 4.1.12; 4.1.14; 4.1.20
E8	- “Julgo que se deveria apostar em tecnologias que afetem mais o domínio cognitivo, que permitam o aumento da percepção situacional. Por isso tudo o que seja recolha e aquisição de informação, para que com isso se consiga atuar de forma mais precisa, que contribua para o C4ISR. A realidade aumentada poderá ter aqui um papel importante, conjugada por exemplo com a inteligência artificial” - “[...] sistemas relacionados com a parte energética serão importantes na medida que é preciso ter formas de ter mais energia disponível e ao mesmo tempo reduzir o peso” - “No âmbito da sobrevivência e proteção sei que também existem algumas tecnologias em desenvolvimento que poderão proteger e reduzir a carga térmica do soldado, bem como a sua monitorização e isso poderia ser interessante no futuro” - “[...] na parte da mobilidade também temos os exosqueletos, mas a tecnologia ainda não está bem firmada na vertente militar”	4.1.1; 4.1.2; 4.1.10; 4.1.17 4.1.12; 4.1.14 4.1.5; 4.1.6; 4.1.8 4.1.4
E9	- “[...] sistemas de realidade aumentada, com a introdução de um <i>head up display</i>, para melhorar o interface com o C4I” - “A integração de sistemas como micro e nano UAS [...]” - “[...] serão exosqueletos alimentados por uma fonte de energia própria”	4.1.1 4.1.3 4.1.4



	- “A integração de sistemas de monitorização do estado físico dos combatentes e comunicação e monitorização automática desses dados”	4.1.6
	- “[...] Melhorar a sua integração nos restantes sistemas de comando e controlo do Exército Português, nomeadamente no <i>Battlefield Management System</i> e no <i>Headquarters Management System</i> ” [...] “Desenvolvimento de pequenos programas (<i>Apps</i>) para funções específicas dentro da secção, como por exemplo atirador especial (calculadores balísticos), tradução automática, etc”	4.1.11; 4.1.17; 4.1.18
	- “A integração dos sistemas com as plataformas de transporte (nomeadamente viaturas), para que o sistema de C4I esteja atualizado sem emitir dentro das viaturas de combate e para que os sistemas dos soldados recarreguem energia utilizando a energia das viaturas”	4.1.12
	- “[...] sistemas NBQR”	4.1.19
	- “[...] sistemas para ambientes específicos, nomeadamente muito frios e tropicais”	4.1.20

Quadro 28 – Análise de conteúdo da questão 4.1

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados									Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Tecnologias Adicionais do HE no futuro SCS	Tecnologias	4.1.1 Realidade Aumentada	x	x	x	x	x		x	x	x	8	89
		4.1.3 <i>Human Machine interface and manned-unmanned teaming</i>	x				x	x	x		x	5	56
		4.1.4 Exosqueletos	x	x	x	x	x		x	x	x	5	89
		4.1.5 Sistemas de proteção e mitigação de carga térmica	x		x	x	x	x	x	x		7	78
		4.1.6 <i>Wearable integrated biometrics</i>	x			x	x	x	x	x	x	7	78
		4.1.9 <i>Big data</i>			x		x					2	22
		4.1.10 Inteligência artificial			x	x		x		x		4	44
		4.1.11 <i>Intelligent mission planning support</i>			x		x				x	3	33
		4.1.12 Sistemas de captação de energia			x	x	x	x	x	x	x	7	78
		4.1.13 Nanotecnologia			x							1	11
		4.1.16 <i>Machine learning</i>				x						1	11
		4.1.17 Sistemas de Informação para o Comando e Controlo					x	x		x	x	4	44
		4.1.18 <i>Foreign Language Translation System</i>					x				x	2	22
		4.1.19 Sistemas NBQR									x	1	11
		4.1.20 Fardamento									x	1	11
	Capacidades da Arquitetura do SCS	4.1.2 C4ISR	x	x	x	x	x	x	x	x	x	9	100
		4.1.7 Mobilidade	x		x	x	x				x	5	56
		4.1.8 Sobrevivência e proteção	x		x	x	x	x	x	x	x	8	89
		4.1.14 Energia	x	x	x	x	x	x	x	x		8	89
		4.1.15 Interoperabilidade			x							1	11
		4.1.19 Sustentação						x				1	11
		4.1.20 Letalidade							x		x	2	22



Quadro 29 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 4.2.1

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “[...] mas o racional que esteve por base na definição deste conceito, foi estratégico, ou seja foi avaliado e definido que a probabilidade de se atuar em climas que necessitem desse tipo de fardamento é muito reduzida. No caso de sermos projetados para um sítio que exija efetivamente esse tipo de proteção, compra-se no momento, pois não justifica ter em Canal de Reabastecimento, fardamento cuja probabilidade de ser utilizada é francamente baixa. Não se justifica ter um Uniforme de Combate específico para o frio e não está equacionado este tipo de especificidade”	4.2.1.1
E2	- “Foi equacionado, quem desenvolveu foi o CITEVE, e houve requisitos que fomos deixando cair, nomeadamente por causa do preço e probabilidade de emprego das NF. Neste caso a probabilidade de emprego em regiões com temperaturas dessa ordem é baixa”	4.2.1.1
E8	- “O fardamento deve estar adaptado ao tipo de missão que estamos empenhados. Com certeza que ter generalizado no nosso Exército não é compensador, estamos a falar de dinheiro associado a esta medida, uma vez que o emprego nesse tipo de climas de forma regular será excecional. Deve-se ter em consideração caso haja empenho de forças nesse contexto, generalizar não”	4.2.1.1
E9	- “Considero bastante útil e relativamente simples”	4.2.1.2

Quadro 30 – Análise de conteúdo da questão 4.2.1

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados				Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	2	8	9		
Tecnologias Adicionais do HE no SCS do EP	-	4.2.1.1 Não se justifica considerar a inclusão no futuro SCS	x	x	x		3	75
	-	4.2.1.2 Justifica-se considerar a inclusão no futuro SCS				x	1	15

Quadro 31 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 4.2.2

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “Depois de termos o C4I implementado, e uma vez que assenta numa arquitetura aberta, poderá ser uma coisa fácil de integrar e poderá fazer sentido e ser uma abordagem interessante”	4.2.2.1
E2	- “É um sistema que pode ter sentido, pensado que as nossas operações serão maioritariamente fora do País”	4.2.2.1
E8	- “[...] faz sentido, uma vez que as nossas missões serão nos mais variados sítios do mundo e pela atuação multinacional em que atuamos e onde temos grandes limitações na comunicação dos nossos militares nos escalões mais baixos. E depois para a comunicação também com os locais”	4.2.2.1
E9	- “Considero útil e relativamente simples de íntegra no atual sistema C4I em fase final de desenvolvimento. Este sistema não precisa de ser desenvolvido, bastando utilizar um sistema Commercial off-the-shelf”	4.2.2.1



Quadro 32 – Análise de conteúdo da questão 4.2.2

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados				Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	2	8	9		
Tecnologias Adicionais do HE no SCS do EP	-	4.2.2.1 Justifica-se considerar a inclusão no futuro SCS	x	x	x	x	4	100

Quadro 33 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 4.2.3

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “O EP não dispõe deste sistema, [...] quando a situação estiver consolidada, poderemos avançar”	4.2.3.1
E2	- “Poderá fazer sentido um militar numa Secção ter [...] Mais do que isso na minha opinião não, porque se cada soldado tiver uma camara, [...] leva a que haja um <i>overload</i> , uma sobrecarga do soldado. Seria inoportuno para a gestão da informação”	4.2.3.1
E8	- “Muito importante, permite o aumento da perceção situacional quer ao nível do escalão inferior como superior e têm múltiplos empregos. Seja para justificar em termos de questões jurídicas o que aconteceu, seja para transmitir o ambiente situacional para os diferentes escalões, mesmo até para fazer revisão após ação para melhorar o que aconteceu. Seria uma tecnologia muito importante e com múltiplos empregos, que já devíamos ter”	4.2.3.1
E9	- “Não vejo como prioridade. As camaras são muito uteis como ferramentas de treino, nomeadamente para a execução de revisões pós ação, mas como ferramenta necessária ao combatente tem utilidade limitada. [...] Para além do custo, peso e consumo de energia, trazem a desvantagem que é a tentação de fazer passar imagens em redes de comunicação já extremamente congestionadas com dados muito mais relevantes do que imagens que podem ser mesmo muito pesadas”	4.2.3.1

Quadro 34 – Análise de conteúdo da questão 4.2.3

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados				Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	2	8	9		
Tecnologias Adicionais do HE no SCS do EP	-	4.2.1.1 Justifica-se considerar a inclusão no futuro SCS	x	x	x		3	75
	-	4.2.1.2 Não se justifica considerar a inclusão no futuro SCS				x	1	15



Quadro 35 – Matriz das unidades de contexto e de registo da questão 4.2.4

Entrevistado	Unidade de Contexto	Unidade de Registo
E1	- “Não temos, sabemos que existe, alguns dos projetos congéneres ao SCS consideram essa possibilidade, [...], quando a situação estiver consolidada, poderemos visitar os avanços e equacionaremos a sua implementação”	4.2.4.1
E2	- “Seria interessante [...]”	4.2.4.1
E8	- “No futuro faz sentido ter, não será generalizado, até porque será um sistema caro”	4.2.4.1
E9	- “Estes sistemas são muito uteis e devem ser integrados no sistema de C4I, preferencialmente no <i>Head up display</i> ”	4.2.4.1

Quadro 36 – Análise de conteúdo da questão 4.2.4

Categorias	Subcategorias	Unidades de registo	Entrevistados				Unidades de enumeração	Resultados (%)
			1	2	8	9		
Tecnologias Adicionais do HE no SCS do EP	-	4.2.4.1 Justifica-se considerar a inclusão no futuro SCS	x	x	x	x	4	100



Apêndice F — Tecnologias emergentes e disruptivas - Tendência constante e presente de uma forma combinada, nas tecnologias do HE.

- **Big Data** é a área do conhecimento que estuda como obter, analisar e tratar informações a partir de grandes conjuntos de dados, impossíveis de serem analisados por sistemas tradicionais. Descreve dados que apresentam significativos desafios de volume, velocidade, variedade, veracidade e visualização. A *Big Data and Advanced Analytics* é uma consequência direta do nosso cada vez mais digital e virtual mundo, e a necessidade subsequente de dar sentido ao dilúvio de informações resultante. A análise é o processo que gera compreensão e fornece informação sobre os estados atuais do sistema (descritivos) ou estados futuros do sistema (preditivos). Vastas quantidades de dados disponíveis nos futuros campos de batalha permitirão que a análise forneça: informações e previsões; suporte à decisão em tempo real; e ainda evidencie indicadores precoces de sucesso e alertas de crises. O aumento do uso de análises preditivas permitirá a quem toma a decisão exceder os seus limites cognitivos. O sucesso nesta área apoiaria uma abordagem mais refinada e compreensão abrangente de ações em curso, de ambientes táticos, operacionais e estratégicos (NATO STO, 2020).
- **Future advanced materials** são materiais artificiais com propriedades únicas e inovadoras, que podem ser fabricados recorrendo a técnicas extraídas da nanotecnologia ou da biologia sintética. O desenvolvimento pode incluir revestimentos com extrema resistência ao calor, armaduras de corpo, plataformas de alta resistência, sistemas de armazenamento de energia, supercondutividade, sensores avançados e descontaminação, produção de alimentos, combustíveis e materiais de construção. O desenvolvimento de novos materiais demonstrará inovações disruptivas e emergentes, com novas e únicas propriedades físicas (e.g., supercondutividade), mais baratos, mais fortes, mais leves e/ou mais duráveis.
- **Inteligência Artificial** refere-se à capacidade das máquinas realizarem tarefas que normalmente requerem inteligência humana - por exemplo, reconhecer padrões, aprender com a experiência, tirar conclusões, fazer previsões ou ações – seja digitalmente ou com *software* inteligente em sistemas autônomos. A integração de IA em modelos de combate e simulação, sistemas de apoio à decisão, sistemas de defesa cibernética e veículos autônomos, permitirá a tomada de decisão homem-máquina mais eficaz. A IA terá um impacto significativo nas capacidades e forças militares. Este impacto ocorrerá predominantemente por meio do uso de IA incorporada noutras tecnologias associadas, como realidade virtual/aumentada; computação quântica; *Future advanced materials*; e análise de *big data*. AI terá efeitos transformativos no nuclear, aeroespacial, cibernético, materiais e biotecnologias. A figura seguinte apresenta o potencial impacto, o estado de desenvolvimento, bem como as áreas identificadas para pesquisa (NATO STO, 2020).
- **Internet of Things** refere-se à interconexão digital de objetos com a internet, ou seja, é que uma rede de objetos físicos (e.g., veículos, sensores e outros dotados de tecnologia conectados em rede) capaz de reunir e de transmitir dados. A conexão com a rede mundial de computadores possibilita, em primeiro lugar, controlar remotamente os objetos e abre a possibilidade de objetos comuns serem utilizados para inúmeros fins unindo-se a equipamentos eletrônicos e eletromecânicos de automação. No campo de batalha poderá traduzir-se num maior percepção situacional, e precisão (cinética ou não cinética), com a *Internet of Things* a interligar milhões de possíveis sensores e sistemas (CISCO, 2019).
- **Nanotecnologia** envolve o uso de materiais extremamente pequenos em todos os campos científicos incluindo química, biologia, física, ciência dos materiais e engenharia. É uma tecnologia que manipula a estrutura molecular dos materiais para alterar suas propriedades intrínsecas, para alcançar outras aplicações revolucionárias. Os nanomateriais criados através do uso de nanotecnologia são invisíveis a olho nu, pois os mecanismos e as estruturas são em escala manométrica, com um tamanho de 1 a 100 nanômetros. A nanotecnologia é frequentemente discutida em conjunto com a convergência de uma série de outros campos científicos referidos como “Nanotecnologia, Biotecnologia, Tecnologia da Informação, e *Cognitive Science*” (NBIC). No domínio militar poderá ter um forte impacto em redes de troca de informação, sensores e na melhoria do desempenho cognitivo e físico do humano. Por exemplo, um avanço recente envolve a criação de um sensor de saúde de *grafeno* feito de pequenas nanopartículas que podem ser colocadas como uma tatuagem na pele. O sensor pode medir sinais do cérebro, coração e músculos selecionados, e pode determinar simultaneamente a temperatura da pele e hidratação, eliminando assim a necessidade de dispositivos e outros sensores de saúde (NATO STO, 2020).
- **Quântica** - As tecnologias quânticas da próxima geração exploram a física quântica e fenômenos associados no sistema atômico e escala subatômica. Os efeitos apoiaram avanços tecnológicos significativos, principalmente em: criptografia; computação; sensores ultrasensíveis; navegação de precisão; detecção e imagem; comunicações; e materiais. Os sistemas militares modernos baseiam-se na exploração de métodos clássicos, estatísticos, quânticos e física relativista. Em particular, a primeira revolução quântica lançou as bases para transístores, chips de computadores, lasers, ressonância magnética e modernas tecnologias de comunicação. A



segunda geração de tecnologias quânticas, iniciada em 2020, tem a capacidade de produzir e explorar aspectos mais esotéricos e sutis da fenomenologia quântica. Embora as novas tecnologias quânticas tenham potencial impacto revolucionário no campo de batalha, a maioria estão em estágios iniciais de desenvolvimento, com desafios técnicos significativos. O uso de sensores gravimétricos, magnéticos ou acústicos ultrasensíveis aumentará significativamente a eficácia das capacidades de *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*. A criptografia de chave quântica inquebrável suportará uma comunicação substancialmente mais robusta e segura. A computação quântica, potencialmente a tecnologia mais disruptiva, terá o potencial de tornar viáveis as tarefas computacionais anteriormente insustentáveis, em áreas como por exemplo, *Big Data and Advanced Analytics*, IA e simulação. A vantagem computacional terá o potencial de aumentar a tomada de decisão e a eficácia operacional das forças (NATO STO, 2020).

- **Robótica** trata de sistemas complexos, constituídos por partes mecânicas automáticas em conjunto com circuitos integrados, tornando sistemas mecânicos motorizados controlados por circuitos elétricos e inteligência computacional. A robótica combinada com as tecnologias (nomeadamente as anteriormente descritas) gerará novas abordagens estratégicas, táticas e operacionais para gerir situações e cenários sensíveis no novo contexto bélico.
- **5G** é uma tecnologia de quinta geração para redes móveis e de banda larga, sucessor do 4G, onde a principal vantagem das novas redes é que terão maior largura de banda, garantindo maiores velocidades de *download*. A rede 5G resolveu o atraso de vídeo e problemas de atraso de controlo remoto, garantindo quase em tempo real as operação. O 5G poderá ser transformador ao fornecer interoperabilidade, resiliência cibernética (prevenção de ataques cibernéticos), suporte à IA, *big data*, robótica, capacidade de transferência de grande quantidade de dados e apoio a atividades de planeamento como o Estudo do Espaço de Batalha pelas Informações (IPB), bem como suporte operacional (NIAG, 2021).



Apêndice G — Tendências tecnológicas do HE - Conceitos e impacto previsto no campo de batalha

CONCEITOS

- **Advanced Combat Identification** – Ferramentas automáticas para auxiliar na tomada de decisão *shoot-no shoot* em combate, de modo a prevenir o fratricídio. Baseado em sistemas *Electro-Optics* (laser) e/ou *Radio Frequency* (EDA, 2020a).
- **Boomerang Generation III** – É um sistema de detecção de tiro acústico passivo que utiliza a onda de choque de um projétil e a explosão no cano, para determinar a posição relativa do atirador. Uma matriz heptaédrica de microfones regista o som e um software calcula os locais dos disparos recebidos por meio de alojado na unidade de exibição (US Army, 2021).
- **Cognitive ergonomics** – É a introdução de sistemas de gestão do campo de batalha, acessíveis ao nível individual do soldado, com uma grande quantidade de dados e informação disponível, com o objetivo de reduzir a carga cognitiva. Importa também pensar como as novas tecnologias se encaixaram nos futuros sistemas de soldados para evitar a sobrecarga cognitiva (EDA, 2020a).
- **Dispositivos Exteriores Controlados pelo Cérebro** – Sistemas que podem traduzir padrões de atividade cerebral em mensagens ou comandos para um aplicativo interativo. As interfaces cérebro-computador são os meios de usar a tecnologia para comunicar diretamente com outras partes do corpo humano, nomeadamente poderá ter uma importância na utilização de futuros exosqueletos. No futuro, os utilizadores poderão ligar o seu corpo diretamente à internet ou a outros serviços (EDA, 2020a).
- **Exosqueletos** – São dispositivos mecânicos ou elétricos que suplementam partes naturais do corpo humano. Oferecem a capacidade de melhorar o funcionamento humano além do limite da potencialidade biológica e permitem compensar a perda de força ou resistência do militar. Por outro lado, o uso desta tecnologia pode ajudar a prevenir lesões ou distúrbios musculoesqueléticos (NIAG, 2021).
- **Hyperspectral Imaging Systems** – Estes sistemas serão particularmente úteis para o militar no domínio da vigilância, pois os *Hyperspectral Imaging Systems* extrai informações de uma porção tão grande do espectro de luz que qualquer objeto tem uma assinatura espectral única em pelo menos algumas das muitas bandas que são digitalizadas, permitindo ao militar no campo de batalha mais facilmente identificar os objetivos (EDA, 2020a).
- **Infrared Sensor (Third Generation Forward Looking Infrared)** – É a próxima geração de sensores que incorpora infravermelho de onda média de banda dupla de alta definição e infravermelho de onda longa (US Army, 2020).
- **Intelligent mission planning support** – É o processamento de dados de sensores baseado em IA para apoiar o planeamento de missões, ou seja sistemas inteligentes que processam grandes volumes de dados de sensores para fornecer informações táticas e estratégicas relevantes com tempo de resposta rápido. O planeamento da missão pode ser realizado de forma mais eficaz e eficiente, com recurso a informações operacionais (e.g., avaliação de ameaças/alvos, análise de tendências, interpretação de informações divergentes) podem ser fornecidas rapidamente (EDA, 2020a).
- **Modelling of systems operations - human error** – Sistemas de reconhecimento de comportamentos e padrões de comportamento humano, através de rastreamento da atividade humana, por exemplo detecção de movimentos, frequência de ação, movimentos oculares, etc., com o objetivo de detetar mais rapidamente padrões de erro humano em processos e contextos específicos (EDA, 2020a).
- **Reactive Personal Protection** – Sistemas de proteção, com propriedades especiais onde as funcionalidades dos materiais são ativadas por choque ou carregamento impulsivo, conferindo uma maior proteção e maior flexibilidade e menor peso dos materiais aplicados (e.g., *shear thickening fluids*) (EDA, 2020a).
- **Realidade Virtual e Realidade Aumentada** – Realidade virtual é uma experiência simulada que pode ser semelhante ou completamente diferente do mundo real. O utilizador está totalmente imerso em ambientes gerados por computador. Já na realidade aumentada as imagens de computador são sobrepostas à visão do utilizador no mundo real, incorporando para tal cameras e aplicações informáticas que permitem o reconhecimento de objetos, de modo a que as informações sobre o mundo real se tornem interativas digitalmente. Apesar da distinção básica entre realidade virtual e realidade aumentada é necessário destacar que as previsões são de que a eficiência e potencial destas, será de certa forma exponenciada através da sua fusão numa tecnologia comum - *Mixed Reality* (NIAG, 2021). Tal permitira também ter uma maior e melhor perceção situacional, bem como partilhá-la (EDA, 2020a).
- **Sistemas de captação de energia e proteção e mitigação de carga térmica** – Muitas missões militares são realizadas em áreas com temperaturas extremas. Uma carga térmica baixa ou alta reduzirá significativamente a eficiência operacional do militar. A manutenção dos principais parâmetros fisiológicos (por exemplo, temperatura corporal) dentro dos limites pode ser usada para definir esses requisitos de desempenho/segurança. Encontra-se assim em desenvolvimento, dispositivos vestíveis que terão a capacidade de receber energia para



protegê-los de cargas térmicas e ao mesmo tempo sustentarem equipamentos pessoais dos soldados (EDA, 2020a).

- **Têxteis anti sensores infravermelhos (manto de invisibilidade) & Metamaterial** – Os têxteis anti sensores infravermelhos a serem desenvolvidos pela Rússia, tem como fundamente tecnológico a criação de novos materiais como o objetivo de obter fibras ultrafinas por eletrofiliação (técnica de produção de fibras com diâmetros em escala nanométrica). O principal objetivo do projeto é o desenvolvimento de materiais ultraleves altamente eficazes na camuflagem individual. Também neste domínio entra o Metamaterial, que são materiais artificiais modificados, para adquirirem as propriedades desejadas e que não existem de forma natural. As propriedades ópticas destes materiais adveem de nanoestruturas produzidas em laboratório que atuam no espectro das ondas eletromagnéticas. Os primeiros metamateriais que surgiram eram capazes de desviar com índice de refração negativo comprimentos de onda pequenos. Tais propriedades dependem diretamente dos tamanhos das nanoestruturas, o que significa que o desenvolvimento da tecnologia depende diretamente do desenvolvimento da nanotecnologia (*Advanced Studies Foundation*, 2017).
- **The Non-Intrusive Inspection Systems** – Consiste em sistemas que utilizam fontes nucleares e tecnologias de raios X para escanear veículos, cargas e pessoas para detecção de explosivos e outros. Esta tecnologia já existe, o desafio é introduzi-la em produtos facilmente adaptáveis ao militar (US Army, 2021).
- **The Enhanced Night Vision Goggle Binocular** – Sistema de visão com intensificação de imagem, sensores infravermelhos (térmicos), conectividade *wireless* através do *Soldier Wireless e Augmented reality* (US Army, 2020). Esta tecnologia oferece uma grande melhoria na imagem, face aos familiares visuais verdes, mostram claramente pessoas e objetos delineados em uma luz brilhante branca, oferecendo melhor contraste (Wetsman, 2021).
- **Wearable integrated biometrics** – Serão usados dispositivos vestíveis no corpo que combinarão funções como comunicação, interface homem-máquina e processamento de dados. Dispositivos portáteis miniatura que poderão fornecer notificações, mensagens, informações de localização, *status* do corpo, realidade aumentada, etc.,. Deverão ainda ser integrados com roupas inteligentes e com vários tipos de sensores vestíveis, garantindo maior percepção situacional ao soldado, sem perder o foco no processo operacional (EDA, 2020a).

IMPACTO PREVISTO NO CAMPO DE BATALHA

As tecnologias anteriormente apresentadas poderão ter um elevado impacto no aumento do nível de desempenho do militar. Tal poderá ocorrer através de meios virtuais e imersivos, aumentando as capacidades cognitivas e melhorando o seu estado de alerta. A capacidade aumentada do combatente terá um alto impacto na capacidade de realizar as tarefas que contribuem diretamente para o alcance dos objetivos da missão, incluindo todas as habilidades necessárias para derrotar os adversários, isto muito devido ao benefício do uso de realidade aumentada e exosqueletos no campo de batalha. Além disso, alguns exosqueletos dedicados e específicos podem auxiliar a atividade logística e apoiar a mobilidade (NIAG, 2021). Na capacidade de Comando e Controle, estas tecnologias terão um alto impacto, pois todas as tecnologias de HE (físicas e cognitivas) podem ser amplamente exploradas para o cumprimento das tarefas da missão (NIAG, 2021).

Também no domínio da proteção se prevê um alto impacto das tecnologias apresentadas, pois a utilização de novos materiais, permitirá uma maior proteção do soldado, mas também lhe conferirá maior flexibilidade, devido ao menor peso dos materiais, bem como ao fácil ajuste dos mesmos ao corpo do militar (NIAG, 2021). A tecnologia ao aumentar o nível de percepção situacional do militar também lhe conferirá maior proteção como é exemplo o *Non-Intrusive Inspection Systems* que protegerá os soldados de possíveis dispositivos explosivos improvisados e ocultos (US Army, 2021). O *Boomerang Generation III* é outra tecnologia que permitirá aumentar a proteção do militar, ao identificar o local do disparo.

As tecnologias permitirão também que o conhecimento esteja disponível, o que permitirá que os comandantes em todos os níveis tomem decisões oportunas e informadas. O “aprimoramento digital” conseguido através da realidade aumentada, aumentará o nível de percepção situacional do militar, em conjunto com o neuro-reforço das capacidades cognitivas, aumentará a inteligência humana melhorando a capacidade de compreender e avaliar dentro de uma determinada área de intervenção. Além disso, os biossensores e a recolha biométrica apoiarão uma compreensão mais abrangente do ambiente da missão.

Por fim considerando a oportunidade de usar “forças aumentadas” pode implicar uma reconsideração do número de membros nas unidades empregues, mas o uso excessivo de tecnologia também poderá dificultar a utilização de soluções do sistema integrado dos soldados em terra, ar, mar e espaço (EDA, 2020a) (NIAG, 2021).