

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL GENERAL
2021/2022**



PROJETO DE INVESTIGAÇÃO - TII

**APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
EM OPERAÇÕES MILITARES**

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

**Rui Jorge Fernandes Bettencourt
CORONEL DE TRANSMISSÕES**



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL EM OPERAÇÕES MILITARES

COR TM Rui Jorge Fernandes Bettencourt

Trabalho de Investigação Individual do CPOG 2021/2022

Pedrouços 2022



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL EM OPERAÇÕES MILITARES

COR TM Rui Jorge Fernandes Bettencourt

Trabalho de Investigação Individual do CPOG 2021/2022

Orientador: CMG EMQ José Manuel dos Santos Coelho

Pedrouços 2022



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, Rui Jorge Fernandes Bettencourt, declaro por minha honra que o documento intitulado “Aplicação das tecnologias de inteligência artificial em operações militares” corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida, enquanto auditor do Curso de Promoção a Oficial General 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, 6 de maio de 2022.

Rui Jorge Fernandes Bettencourt
Coronel de Transmissões



Agradecimentos

Não tendo experiência prévia com o tema do trabalho, a não ser via tecnologias incorporadas naqueles equipamentos *smart* que se transporta no bolso, e que “também servem para fazer chamadas telefónicas”, a temática em torno da conceito de Inteligência Artificial, e dos algoritmos de *Machine Learning* em particular, será sempre algo apelativo para um oficial de Transmissões, mais quando se possui um passado em desenvolvimento de software.

O presente trabalho despertou e possibilitou uma grande aprendizagem sobre a adoção de tecnologias de Inteligência Artificial, em Portugal e além fronteiras, possibilitando o contacto com um conjunto muito significativo de instituições, organizações, empresas e, essencialmente, pessoas extremamente motivadas e dotadas de enormes competências nas suas áreas, que muito me ajudaram ao longo do mesmo.

Dirijo as primeiras palavras ao meu orientador, CMG EMQ José Manuel dos Santos Coelho, pelo incondicional apoio e aconselhamento em todas as fases da investigação, pela grande disponibilidade que sempre me manifestou, independentemente da hora do dia ou da noite, e pela sua enorme paciência e serenidade, que no seu todo, muito me ajudaram na condução dos trabalhos a desenvolver.

À TCOR PSI Cristina Paula de Almeida Fachada, endereço uma palavra especial pelo seu muito perspicaz e objetivo apoio no esclarecimento de dúvidas no âmbito da Metodologia de Investigação Científica, sendo aqui prejudicada sobremaneira pela [in]capacidade do “apoiado” em conseguir incorporar no produto final todos os seus contributos...

Às entidades participantes na investigação, gostaria de endereçar um sentido agradecimento pelo apoio e pela disponibilidade para participar na investigação, não apenas na entrevista mas também, não poucas vezes, em validações e esclarecimentos subsequentes.

Aos auditores do Curso de Promoção a Oficial General 2021-2022 uma palavra de agradecimento pela camaradagem, partilha de conhecimento e experiências, que muito contribuíram para chegar a este ponto.

Uma palavra final para as primeiras, aquelas que incondicionalmente me apoiam ao longo de inúmeros momentos mais ou menos “intensos” da carreira, e que, mais uma vez, viram ser adiados alguns projetos e se viram privadas de muita da atenção que merecem, à Xana e à minha filha Joana, um enorme obrigado.



Índice

1. Introdução.....	1
2. Enquadramento teórico e conceptual.....	4
2.1. Estado da arte	4
2.2. Modelo de análise	14
3. Metodologia e método.....	18
3.1. Metodologia	18
3.2. Método	18
4. Aplicação da IA no meio civil.....	20
4.1. Organização	20
4.2. Progresso	20
4.3. Adoção	21
4.4. Inovação	21
4.5. Dados	22
4.6. Talentos	23
4.7. Síntese conclusiva	23
5. Aplicação da IA em operações militares das FFAA portuguesas	25
5.1. Análise referente à adoção das tecnologias de IA.....	25
5.2. Análise referente à IA no âmbito do conceito de operações militares.....	30
5.3. Alinhamento com a estratégia nacional para a IA e análise SWOT.	32
5.4. Síntese conclusiva	33
6. Proposta de contributos para a aplicação de IA em operações militares, e resposta à questão central	34
7. Conclusões.....	36
Referências bibliográficas	40

Índice de Apêndices

Apêndice A – Corpo de conceitos	Apd A-1
Apêndice B – Questões por universo de entidades entrevistadas	Apd B-1
Apêndice C – Lista de participantes na investigação	Apd C-1
Apêndice D – Análise de conteúdo das entrevistas	Apd D-1
Apêndice E – Matrizes de unidades de contexto e de registo – Parte I	Apd E-1
Apêndice F – Matrizes de unidades de contexto e de registo – Parte II	Apd F-1



Índice de Figuras

Figura 1 – HAI AI Index (adaptação com posições relativas de países).....	6
Figura 2 – HAI AI Index (exemplo de indicadores R&D de Portugal).....	6
Figura 3 – HAI AI Index (exemplo de indicadores económicos de Portugal)	7
Figura 4 – Distribuição da evolução da transformação até 2035 (<i>Fuerza 35</i>)	13
Figura 5 – Síntese dos estádios previstos da evolução e prioridades (<i>Fuerza 35</i>)	14
Figura 6 – Resultado da ordenação pelo método preferencial da questão n.º 8.	8
Figura 7 – Resultado da ordenação pelo método preferencial da questão n.º 7. para a função de combate C2.....	9
Figura 8 – Resultado da ordenação pelo método preferencial da questão n.º 7. para a função de combate Informações	9
Figura 9 – Resultado da ordenação pelo método preferencial da questão n.º 7. para a função de combate Apoio Logístico	9

Índice de Quadros

Quadro 1 – Extrato do Global AI Index (valores de ordenação relativa por dimensão)	5
Quadro 2 – Áreas prioritárias para aplicação de IA para Ministério da Defesa de França .	11
Quadro 3 – Áreas de aplicação da IA e linhas de ação do Exército da Alemanha.....	12
Quadro 4 – Evolução planeada de incorporação de tecnologias de IA na <i>Fuerza 35</i>	13
Quadro 5 - Áreas onde a IA terá maior impacto na melhoria das forças da OTAN.....	15
Quadro 6 – Modelo de análise.....	16
Quadro 7 – Ordenação preferencial por funções de combate com base nas respostas à questão n.8.	31
Quadro 8 – Ordenação das áreas de maior impacto da IA	31
Quadro 9 – Conceito de IA (análise SWOT, apresentada na variante TOWS).....	32
Quadro 10 - Contributos para priorização das áreas de incorporação de tecnologias IA....	35
Quadro 11 – Questão n.º 1.a.	Apd D-1
Quadro 12 – Questão n.º 1.b.....	Apd D-1
Quadro 13 – Questão n.º 1.c.	Apd D-1
Quadro 14 – Questão n.º 1.d.....	Apd D-1
Quadro 15 – Questão n.º 2.a.....	Apd D-2
Quadro 16 – Questão n.º 2.b.....	Apd D-3



Quadro 17 – Questão n.º 3.....	Apd D-3
Quadro 18 – Questão n.º 4.....	Apd D-4
Quadro 19 – Questão n.º 5.....	Apd D-4
Quadro 20 – Questão n.º 6.a.....	Apd D-5
Quadro 21 – Questão n.º 6.b.....	Apd D-5
Quadro 22 – Questão n.º 6.c.....	Apd D-6
Quadro 23 – Questão n.º 7.....	Apd D-6
Quadro 24 - Questão n.º 7.: Ordenações individuais e ocorrências totais por Unidade de Registro.....	Apd D-8
Quadro 25 – Questão n.º 8.: Ordenado (método preferencial / pares ordenados)	Apd D-8
Quadro 26 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 1.a.....	Apd E-1
Quadro 27 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 1.b.....	Apd E-1
Quadro 28 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 1.c.....	Apd E-2
Quadro 29 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 1.d.....	Apd E-3
Quadro 30 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 2.a.....	Apd E-5
Quadro 31 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 2.b.....	Apd E-7
Quadro 32 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 3.....	Apd E-8
Quadro 33 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 4.....	Apd E-9
Quadro 34 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 5.....	Apd E-10
Quadro 35 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 6.a.....	Apd E-11
Quadro 36 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 6.b.....	Apd E-12
Quadro 37 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 6.c.....	Apd E-14
Quadro 38 - Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 7.(C2)	Apd F-1
Quadro 39 - Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 7.(Informações).....	Apd F-1
Quadro 40 - Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 7.(Apoio Logístico).	Apd F-2

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Contributos para melhorar a postura das FFAA na adoção de tecnologias IA..	34
---	----



Resumo

A liderança do conhecimento e definição de tendências de evolução para as tecnologias de Inteligência Artificial (IA) concentra-se, fundamentalmente, na sociedade civil. A forte convergência das comunidades *big data*, poder computacional e investigação em algoritmos de *machine learning*, e as dinâmicas daí resultantes, representam um desafio respeitante à Segurança e Defesa.

Esta investigação teve, assim, como objetivo propor contributos para melhorar a exploração das tecnologias de IA em operações militares pelas Forças Armadas (FFAA) portuguesas, pautando-se, metodologicamente, por um raciocínio indutivo, uma estratégia qualitativa e um desenho de pesquisa tipo estudo de caso, e associadamente, nas análises documental e de conteúdo das entrevistas a 22 entidades do Ministério da Defesa Nacional (MDN), das FFAA e do meio académico e empresarial.

Dos resultados, conclui-se que: o MDN e as FFAA estão envolvidos em projetos no âmbito da IA; a Base Tecnológica e Industrial de Defesa possui competências e experiência no desenvolvimento de soluções e respetiva incorporação tecnológica em IA; existe capacidade técnica nacional para que os processos/sistemas identificados como prioritários alcancem níveis de maturidade *Technology Readiness Level* superior a sete até ao final da década. Neste seguimento, foram elencadas 17 propostas de melhoria da supradita exploração de tecnologias de IA pelas FFAA.

Palavras-chave:

Inteligência Artificial; Operações Militares.



Abstract

Knowledge leadership and the definition of evolution trends for Artificial Intelligence (AI) technologies are fundamentally focused on civil society. The strong convergence of communities in big data, computational power and research in machine learning algorithms, and the resulting dynamics, represent a challenge regarding Security and Defence.

Thus, this investigation aimed to propose contributions to improve the capability of the Portuguese Armed Forces (FFAA) in the exploitation of AI technologies in military operations, methodologically guided by inductive reasoning, a qualitative strategy and a case study research design, and in the documental and content analysis of the interviews with 22 entities of the Ministry of National Defence (MDN), the FFAA and the academic and business sectors.

From the results, it can be concluded that: the MDN and the FFAA are involved in projects within the scope of AI; the Defence Technological and Industrial Base partakes skills and experience regarding the development of AI solutions and respective technological incorporation in AI; there is national technical capacity for the processes/systems identified as priorities to reach maturity levels of Technology Readiness Level above seven by the end of the decade. In this follow-up, 17 proposals to improve the aforementioned capability of the FFAA were listed.

Keywords:

Artificial Intelligence; Military Operations.



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

A.#	Referência de indicador da dimensão Adoção
AED	Aeronáutica, Espaço e Defesa (Cluster de indústrias nacionais)
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
AMA	Agência para a Modernização Administrativa

B

BTID	Base Tecnológica e Industrial de Defesa
------	---

C

C2	Comando e Controlo
C4ISR	Comando, Controlo, Comunicações, Computadores, Informações, Vigilância e Reconhecimento
CCDCOE	<i>Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence</i>
CCEM	Conselho de Chefes de Estado-Maior
CDD	Centro de Dados da Defesa
CIMIC	Cooperação Civil-Militar
CInov	Centro de Inovação
CInv	Centro de Investigação

D

D.#	Referência de indicador da dimensão Dados
DELNATO	Missão Permanente de Portugal junto da Organização do Tratado do Atlântico Norte
DIANA	<i>Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic</i>

E

EMGFA	Estado-Maior-General das Forças Armadas
ExA	Exército da Alemanha
ExEsp	Exército de Espanha
E-mail	Mensagem de correio eletrónico

F

FFAA	Forças Armadas
------	----------------



H

HAI *Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence*

I

I.# Referência de indicador da dimensão Inovação

IA Inteligência Artificial

ID&I Investigação, Desenvolvimento e Inovação

INCoDe.2030 Iniciativa integrada de política pública dedicada ao reforço de competências digitais

L

LA Linha de Ação

M

MDN Ministério da Defesa Nacional

MDNFra Ministério da Defesa de França

ML *Machine Learning*

N

NATO *North Atlantic Treaty Organization*

NBQR Nuclear, Biológico, Químico e Radiológico

NDA *Non-Disclosure Agreement*

NSO *NATO Standardization Office*

O

O.# Referência de indicador da dimensão Organização

OE Objetivo Específico

OG Objetivo Geral

OpMil Operações Militares

OTAN Organização do Tratado do Atlântico Norte

P

P.# Referência de indicador da dimensão Progresso

Q

QC Questão Central

QD Questão Derivada



R

R&D	<i>Research and Development</i>
RGPD	Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados
RH	Recursos Humanos

S

SCTN	Sistema Científico e Tecnológico Nacional
STO	<i>Science & Technology Organization</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats</i>
swO	Oportunidades / <i>Opportunities</i> (SWOT)
swS	Pontos fortes / <i>Strengths</i> (SWOT)
swSO	Potenciar as oportunidades com os pontos fortes (TOWS)
swST	Minimizar as ameaças recorrendo aos pontos fortes (TOWS)
swT	Ameaças / <i>Threats</i> (SWOT)
swW	Pontos fracos / <i>Weaknesses</i> (SWOT)
swWO	Minimizar as ameaças tirando partido das oportunidades (TOWS)
swWT	Evitar ameaças minimizando os pontos fracos (TOWS)

T

T.#	Referência de indicador da dimensão Talentos
TII	Trabalho de Investigação Individual
TTP	Técnicas, Táticas e Procedimentos
TOWS	<i>Threats, Opportunities, Weaknesses, and Strengths</i> (variante da SWOT)

U

UE	União Europeia
Univ	Universidade



1. Introdução

O ambiente global de Segurança e Defesa está a ser transformado pela Inteligência Artificial (IA ou AI¹), conforme reconhecem os países que integram a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), assumindo a Aliança que estas tecnologias possuem um carácter estruturante (*foundational*) que irá provavelmente afetar todo o espectro das suas atividades (North Atlantic Treaty Organization [NATO], 2021b), num ambiente geopolítico extremamente competitivo, designadamente com a China que, do ponto de vista militar, encara as tecnologias de IA como uma oportunidade para saltar fases do processo de desenvolvimento de armamento e, assim, ultrapassar o *gap* que tem presentemente face aos Estados Unidos da América (Kanaan, 2020, p.192).

Com uma aplicação transversal aos diferentes domínios operacionais, salienta-se o facto de serem já hoje algoritmos de aprendizagem (*learning algorithms*) que guarnecem “postos de vigilância” das nações no ciberespaço (Domingos, 2015, p.19), e que a utilização generalizada da IA será uma realidade e, face à tendência de evolução da IA autónoma enquanto produto tecnológico aplicado aos conflitos, conduzirá ao aumento do potencial de combate das Unidades (Parcelas, 2019).

Num período em que os recursos humanos (RH) nas Forças Armadas (FFAA) são limitados, designadamente em função da crescente complexidade dos sistemas de armas e da necessidade de assegurar em permanência a sua sustentação e condições de operacionalidade, e considerando igualmente a sua implicação na necessidade de redução da pegada humana projetada em Teatro de Operações, a aplicação de tecnologias de IA constitui-se como um real fator multiplicador de força (Costa, 2020).

Com papel crescente no campo de batalha, onde algoritmos de aprendizagem pesquisam sobre imagens de reconhecimento, processam *after action reports*, e atualizam a imagem situacional para o comandante, a aplicação de algoritmos de *machine learning* (ML) (Apêndice A) permite olhar o futuro, em analogia à introdução do radar na Batalha de Inglaterra, possibilitando que não se reaja apenas às ações do adversário, mas que se consiga prever os seus movimentos e atuar em antecipação (Domingos, 2015, p.19).

Neste âmbito, e face à forma como os sistemas de armas robóticos estão a influenciar já hoje o espaço de batalha, Paul Sharre (2018, p. 364) salienta que “o futuro está a chegar, e não estamos prontos”.

¹ Será igualmente utilizada a designação e abreviatura inglesa (AI – *Artificial Intelligence*) sempre que se utilizarem termos em que se considera adequado manter a designação inglesa (e.g. *weak AI*).



O momento atual, “com uma forte convergência de três comunidades, *big data*, poder computacional e investigação em algoritmos de ML, assim como a menos visível influência do valor financeiro associado para gerar rendimento” (Kepner & Gadepally, 2020), em que a liderança do conhecimento e definição de tendências de evolução para tecnologias emergentes e disruptivas como a IA se concentra essencialmente na sociedade civil (NATO, 2021b), assente numa dinâmica de evolução tecnológica tal que, “pela primeira vez, se está perante a possibilidade real de outras entidades - entidades criadas por nós – poderem vir a tornar-se inteligentes” (Oliveira, 2017, p.7), representa igualmente um enorme desafio em termos de Segurança e Defesa, realidade previamente ecoada pelo professor Pedro Domingos (2015, p.285):

O nosso trabalho no mundo das máquinas inteligentes será assegurar que fazem o que pretendemos, tanto nos dados de entrada (definindo os objetivos) como no resultado (verificando que se obteve o que se pediu). Se não o fizermos, alguém o fará. As máquinas podem ajudar-nos a identificar coletivamente o que pretendemos, mas se não participarmos, perdemos mais do que ganhamos.

Face ao que precede, esta investigação tem por objeto a IA em Operações Militares (OpMil) e está delimitada, à luz de Santos e Lima (2019):

– Temporalmente, ao período que se inicia no momento atual (2021) e que termina em 2030, numa ótica de orientação e visão para o estado final desejado, para que concorrem os contributos resultantes da investigação, em linha com outras referências temporais nacionais e internacionais consultadas²;

– Espacialmente, às FFAA portuguesas e às ações definidas na estratégia nacional para a IA, designadas de “Áreas de especialização em Portugal com impacto internacional”, “Áreas de pesquisa e inovação em redes europeias e internacionais” e “Pesquisa fundamental para a IA do Futuro”;

– Em termos de conteúdo, à *narrow AI*, na perspetiva da execução de tarefas que incrementam (*augment*) a inteligência humana.

² Apenas como exemplo, identifica-se o documento com tendências de tecnologias emergentes e disruptivas 2020-2040 (North Atlantic Treaty Organization Science & Technology Organization, 2019), e as estratégias IA nacionais, de Portugal a 2030 (INCoDe, 2019) e do Reino Unido a 2030 (Governo do Reino Unido, 2021).



Neste enquadramento são objetivos geral (OG) da presente investigação: *Propor contributos para melhorar a exploração das tecnologias de IA em operações militares pelas FFAA portuguesas*, e específicos (OE):

- OE1: Analisar a aplicação da IA no meio civil;
- OE2: Analisar a aplicação da IA nas OpMil realizadas pelas FFAA portuguesas.

Um conjunto de objetivos plasmados na questão central (QC) orientadora do trabalho: *Como melhorar a capacidade de exploração das tecnologias de IA em OpMil pelas FFAA portuguesas?*

Em termos de estrutura, este documento é constituído por sete capítulos, sendo o atual a introdução. O segundo, destina-se à revisão da literatura e apresentação do modelo de análise adotado na investigação. O terceiro, à descrição da metodologia seguida e do método, descrevendo-se os participantes e procedimento seguido, assim como os instrumentos de recolha de dados e as técnicas utilizadas no seu tratamento. No quarto, quinto e sexto capítulos efetuou-se a análise dos dados e resposta às questões de investigação. O sétimo, e último, norteado pelas conclusões, apresentam-se os contributos para o conhecimento, limitações e propostas de estudos futuros.



2. Enquadramento teórico e conceptual

Apresenta-se no presente capítulo a informação decorrente do processo de revisão da literatura, à luz dos dois conceitos estruturantes – IA e OpMil –, assim como o modelo de análise.

2.1. Estado da arte

2.1.1 Inteligência Artificial

IA é um conceito com referências que remontam a 1950, ocorrendo a primeira utilização da sua atual designação em 1955, através do professor John McCarthy (Moor, 2006), na proposta que efetuou para a realização do evento “*The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*” (McCarthy, Minsky, Rochester, & Shannon, 1955).

A abrangência que envolve, com muitas técnicas e teorias desenvolvidas ao longo dos anos (Oliveira, 2017, p.86) – muito potenciado pelos significativos avanços verificados nos últimos dez a 15 anos (Kanaan, 2020, p.xviii) –, proporciona o contacto com um conjunto alargado de conceitos e definições, não existindo uma definição consensual. Não obstante “[...] o termo ‘inteligência artificial’ [ter] entrado na linguagem comum e se tenha tornado trivial nos *media* [...]” (Conselho Europeu, 2021), o facto é que o alcance e impacto destas tecnologias se encontra sintetizado na analogia de Andrew Ng (2017), que descreveu a IA como algo tão transformador para a sociedade como o foi a introdução da eletricidade.

Neste enquadramento, adotou-se a definição plasmada na iniciativa que enforma a estratégia nacional para a IA (Iniciativa Integrada de Política Pública Dedicada ao Reforço de Competências Digitais [INCoDe.2030], 2021), como “a área científica e o conjunto de tecnologias que utilizam programas e dispositivos físicos para imitar facetas avançadas da inteligência humana”.

As tecnologias de IA têm o objetivo de criação de sistemas de computadores capazes de aprender e melhorar o seu desempenho, à medida que adquirem mais dados e experiência relacionados com as tarefas que lhes foram atribuídas (Kanaan, 2020, p.118), atuando estes sistemas:

[...] na esfera física ou digital reunindo dados, por meio de sensores, câmaras ou outros recetores, interpretando-os e processando a informação deles derivada, para perceção do ambiente e decisão da melhor ação face ao objetivo inicialmente definido. [...] As ações podem ser executadas digitalmente, quando integradas num sistema de tecnologias de informação, ou serem uma solução



física, como ocorre em robótica. (Agência para a Modernização Administrativa [AMA], 2021, p.11)

Recorre-se ainda à estratégia nacional para salientar que:

Os mecanismos de IA podem apresentar ferramentas como (mas não necessariamente limitadas): Autonomia, resolução de problemas, planeamento complexo, negociação, raciocínio, inferência, tomada de decisão, diagnóstico, previsão, aprendizagem com a experiência, adaptação a novas situações, compreensão e geração de linguagem, explicação, argumentação, reconhecimento visual/áudio e de objetos. (INCoDe.2030, 2021)

Considera-se na IA a abstração conceptual de duas áreas, a *narrow AI* e a *general AI*, onde a primeira enquadra a teoria e o desenvolvimento de sistemas computacionais que executam tarefas que incrementam (*augment*) a inteligência humana, designadamente perceber (*perceiving*), classificar, aprender, abstrair, raciocinar, e/ou agir (*acting*), enquanto a segunda se refere à autonomia total (*full autonomy*) (Kepner & Gadepally, 2020).

Esta conceptualização assume diferentes designações, sendo frequente as referências para os mesmos âmbitos em torno, respetivamente, de *weak AI* e *strong AI*, como no caso alemão, onde a estratégia do Governo Federal para a IA e, por consequência, o conceito de IA do Exército da Alemanha (ExA) (2019, p.28), se concentra na “*weak (or narrow) AI*”.

Ao nível de Portugal, existe projeção externa sobre o trabalho em curso, onde o *Global AI Index* (Tortoise, s.d.), modelo de caracterização e comparação entre 62 países quanto à adoção de tecnologias de IA, apresenta Portugal na 35.^a posição (Quadro 1).

Quadro 1 – Extrato do Global AI Index (valores de ordenação relativa por dimensão)

País	Dimensões								
	Talentos								
	Infraestruturas								
	Ambiente Operacional								
	Investigação								
	Desenvolvimento								
	Estratégia Governamental								
	Comércio								
	Ordem	Pontos							
Estados Unidos da América	1	4	35	1	1	17	1	1	100
China	24	1	6	2	2	2	2	2	62,90
(...)									
Alemanha	11	13	30	6	12	10	8	9	36,04
França	9	14	17	16	15	5	10	10	34,42
(...)									
Espanha	21	19	23	26	29	4	28	21	26,95
(...)									
Portugal	32	36	16	38	40	22	35	35	20,89
(...)									

Fonte: Adaptado a partir de Tortoise (s.d.), incluindo-se como referência o topo do índice e países europeus analisados.



Outro indicador, orientado para as dimensões de *Research and Development* (R&D) e de *Economy*, o índice *Global AI Vibrancy Tool: Who's leading the global AI race?* (Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence [HAI], s. d.) permite analisar as evoluções anuais para destas dimensões entre 2017 e 2020 (Figura 1).

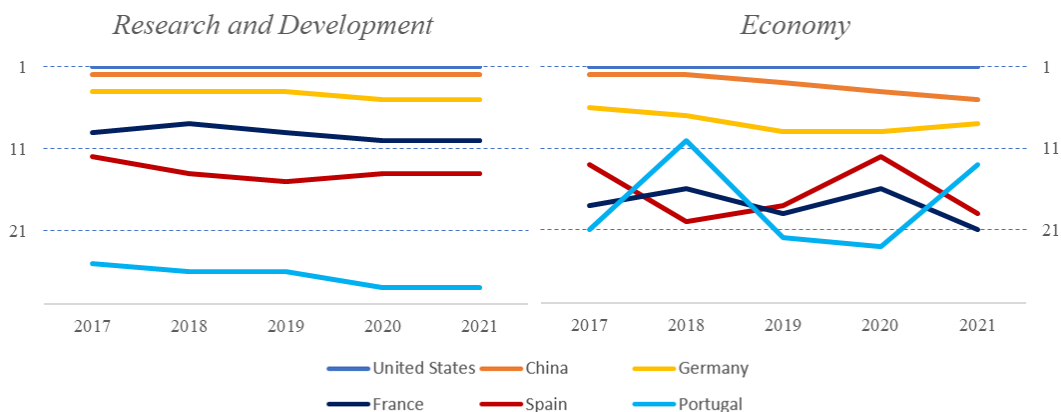


Figura 1 – HAI AI Index (adaptação com posições relativas de países)
Fonte: Adaptado a partir de HAI (s.d.).

Portugal encontra-se atualmente na 35.^a posição (em 62 países) no *Global AI Index* e na 20.^a posição (em 29 países) do *HAI AI Index*, neste último, posicionado na 28.^a posição de R&D e na 13.^a posição na dimensão de economia, onde se verifica algum dinamismo ao nível de submissão e atribuição de patentes (Figura 2), assim como no investimento privado em IA e criação de novas empresas (Figura 3) (HAI, s.d.).

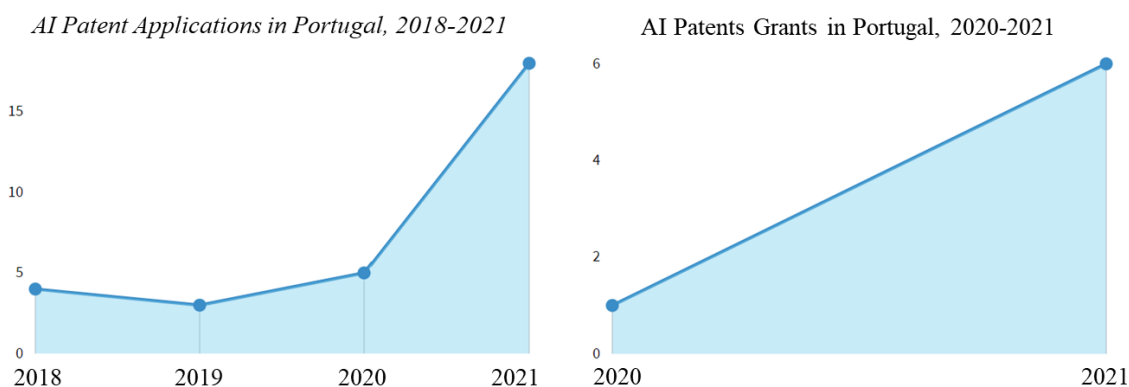


Figura 2 – HAI AI Index (exemplo de indicadores R&D de Portugal)
Fonte: Adaptado a partir de HAI (s.d.).

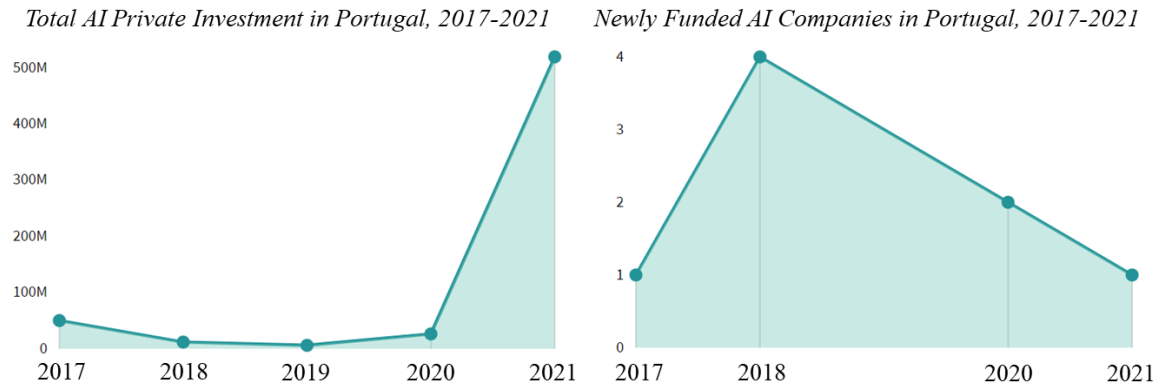


Figura 3 – HAI AI Index (exemplo de indicadores económicos de Portugal)

Fonte: Adaptado a partir de HAI (s.d.), investimentos em *start-ups AI* em dólar americano.

Não foi identificada fonte nacional equivalente, existindo contudo dados de indicadores no âmbito do Observatório das Competências Digitais (INCoDe.2030, 2020).

No âmbito da administração pública portuguesa, um estudo realizado em 2020 pela *Microsoft* e pela *Ernst & Young Global Limited*, reconheceu que a maioria das entidades do setor público têm limitadas estruturas de IA, identificando o setor da saúde como tendo a maior taxa de implementação de IA (AMA, 2021, p.30).

A estratégia nacional para a IA (INCoDe.2030, 2019) identificou várias ações [linhas de ação (LA)], salientando-se as de maior relevância para a presente investigação:

- Áreas de especialização em Portugal com impacto internacional
[...] Processamento de linguagem natural (Apêndice A); Tomada de decisão em Tempo Real com IA; IA para desenvolvimento de software; e IA para computação de ponta [*edge-computing*].
- Áreas de pesquisa e inovação em redes europeias e internacionais
[...] Transformação urbana através de cidades sustentáveis; Sistemas de energia sustentáveis; Meio ambiente e biodiversidade: das florestas e da economia verde às espécies marinhas e da economia azul; Mobilidade e condução autónoma; CiberSegurança; Saúde; e Indústria.
- Pesquisa fundamental para a IA do Futuro
[...] IA transparente [*explainable AI*] (Apêndice A), dando aos algoritmos a capacidade de explicar as suas próprias decisões e fornecer um relato de alto nível e adaptável para promover a equidade e a responsabilização; IA emocional: os algoritmos utilizarão emoções para alcançar melhores decisões; IA autónoma: importante não só no setor automóvel, mas também



em sistemas de informação, cibersegurança, cidades inteligentes, indústria, etc.; AutoML: sistemas inteligentes que podem usar a aprendizagem da máquina [*machine learning*] de forma autónoma; Criatividade Computacional: a produção e criação de produções artísticas estão hoje em dia confinadas principalmente à ação humana. [...].

Assinala-se a ausência de referência à Defesa Nacional na estratégia nacional, particularmente quando em comparação com as referências explícitas na francesa “*our task force recommends avoiding spreading efforts too thinly, but rather focus on four key sectors: healthcare, environment, transportmobility and defense-security*” (Villani, 2018, p.3), na alemã, “*The use of AI-based technologies and systems will have implications for the armed forces and is therefore an important issue to be taken into account for the future of the Bundeswehr*” (Governo Federal da Alemanha, 2018, p.31), assim como na espanhola, salientando a Estratégia de Tecnologia e Inovação para a Defesa, no âmbito das iniciativas de promoção da IA na atividade económica e empresarial (Governo de Espanha, 2020, p.52), tendo o Ministério da Defesa de Espanha integrado o grupo de trabalho interministerial que desenvolveu a estratégia de IA do Governo de Espanha (2020, p.88).

2.1.2 Operações militares

A operacionalização deste conceito em termos da aplicação de tecnologias de IA está subjacente ao preconizado no Conceito Estratégico Militar (Conselho de Chefes de Estado-Maior [CCEM], 2014a, pp.26-28), no âmbito da caracterização do conceito de ação militar, como a “referência essencial para o desenvolvimento das estratégias operacional, genética e estrutural”, o qual:

Caracteriza a atuação das Forças Armadas, ao nível estratégico-militar, nos empenhamentos em tempo de paz, exceção/crise e guerra, respeitando os cenários identificados. [...] o que determina que se disponha, em permanência, e com aptidão para operar em todo o espectro de operações militares, de:

- Estruturas de Comando e Controlo (C2) e de ciberdefesa;
- Estruturas de informações até ao nível estratégico militar;
- Forças de operações especiais;
- Forças e unidades navais com valências para a guerra de superfície, antiaérea, antissubmarina, submarina e anfíbia;



- Forças terrestres ligeiras, médias e pesadas [...] através de um amplo leque de tipologia de forças, como também, a possibilidade de mobilizar pessoal e reativar meios e unidades militares;
- Forças e unidades aéreas com valências em luta aérea defensiva e ofensiva, operações aéreas de apoio, vigilância e reconhecimento e contribuição para operações terrestres e marítimas.

Na doutrina de referência OTAN, retira-se “operação” como a sequência coordenada de ações com um propósito definido, podendo esta contribuir para uma aceção mais alargada, que inclui as ações não-militares, sendo explicitado que se encontra subjacente a natureza militar (North Atlantic Treaty Organization Standardization Office [NSO], 2020, p.94).

Considera-se relevante evidenciar o entendimento para ambiente operacional (*operating environment*), referente ao conjunto de condições, circunstâncias e influências que afetam o emprego de capacidades militares e têm impacto nas decisões de um comandante (NSO, 2020, p.94), assim como salientar que se encontra subjacente ao âmbito da investigação a capacidade de *reach back*, definida como o processo de fornecimento às forças destacadas de serviços e capacidades de especialistas externos ao Teatro de Operações (NSO, 2020, p.107).

Para fins do presente estudo, considera-se Operação Militar como a sequência coordenada de ações com propósito definido, empreendidas para o cumprimento de missões das FFAA, num determinado ambiente operacional. Para as FFAA portuguesas, as missões são especificadas no documento “Missões das Forças Armadas” (CEEM, 2014b), tendo em atenção os diversos cenários levantados e os Objetivos Estratégicos Militares definidos, decorrendo as mesmas da Constituição da República Portuguesa e da lei (CEEM, 2014a, p.37).

Para auxiliar o comandante a integrar, sincronizar e dirigir as diferentes capacidades e atividades colocadas à sua disposição numa operação, foi desenvolvido e introduzido na doutrina da OTAN o conceito de funções de combate, consistindo num “grupo de tarefas e sistemas (pessoas, organizações, informação e processos) unidos por uma finalidade comum que os comandantes aplicam para cumprir missões operacionais e de treino” (Estado-Maior do Exército, 2012, p.37).

Assumem especial relevância para a investigação as funções de combate comuns a todos os níveis das operações conjuntas (*joint functions*) (definidos em Apêndice A): manobra, fogos, C2, informações (*intelligence*), atividades de informação e influência³

³ Doravante referida por atividades de informação.



(*information*), apoio logístico (*sustainment*), proteção da força e cooperação civil-militar (CIMIC) (NSO, 2019, pp.1-21-1-27).

No documento “*AI and Autonomy in the Military: An Overview of NATO Member States’ Strategies and Deployment*” (Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence [CCDCOE], 2021, pp.13-14), é salientado que a estratégia para a IA da OTAN refere a necessidade de os seus membros trabalharem para integrar a IA de forma interoperável nos sistemas militares, enfatizando a importância da cooperação entre a OTAN, o setor privado e a academia, no desenvolvimento de IA para fins de defesa.

São consideradas no referido documento como áreas de potencial impacto da IA na melhoria das forças militares: C2, comunicações, computadores, informações, vigilância e reconhecimento (C4ISR); armamento e efeitos; veículos autónomos; planeamento de capacidades; nuclear, biológico, químico e radiológico (NBQR); medicina; gestão empresarial; logística; ciberespaço (*Cyber and Information Space*); e treino (North Atlantic Treaty Organization Science & Technology Organization [STO], 2019, pp.55-56).

A agenda *NATO 2030* apresentou a ambição da OTAN com vista a garantir que se mantem pronta, forte e unida para enfrentar uma nova era de crescente competitividade global (NATO, 2021a), e onde os ministros dos negócios estrangeiros acordaram na *Charter of the Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic* (DIANA) (NATO, 2022b), materializada em dois gabinetes regionais, 47 centros de teste e nove *sites* aceleradores de inovação (Missão Permanente de Portugal junto da Organização do Tratado do Atlântico Norte [DELNATO], 2022a; DELNATO, 2022b; NATO, 2022a). Neste âmbito, foram aceites as propostas nacionais (DELNATO, 2022a) para constituir o Centro de Experimentação Operacional da Marinha como centro de teste para as áreas da IA, Autonomia, Dados e Materiais, assim como o Arsenal do Alfeite como *site* acelerador de inovação (M. F. Pinto, mensagem de correio eletrónico [E-mail], 14 de abril de 2022).

Da revisão de literatura efetuada, referente à postura face às tecnologias de IA de FFAA de países da OTAN e União Europeia (UE), foi possível obter e analisar documentação referente a França, Alemanha e Espanha, países com maior investimento em IA na UE (Comissão Europeia, s.d.).

2.1.3 Outras FFAA e as tecnologias de IA

2.1.3.1 França

O relatório referente à utilização de IA em apoio da Defesa, do Ministério da Defesa de França [MDNFra] (2019, p.9), estabelece linhas orientadoras para aplicação controlada



de IA na Defesa, em torno da manutenção de liberdade de ação e interoperabilidade com os aliados, a garantia de IA confiável, controlável e responsável, a preservação da resiliência e capacidade de atualização dos sistemas, e na necessidade de manter o seu “*sovereign core*”, estabelecendo um *roadmap*, sintetizando da seguinte forma as áreas de prioridade:

AI will help to filter, enhance, exploit and share data and provide help with manoeuvres, and hence offer combatants informed choices so that they can take decisions more quickly while reducing uncertainty (humans still take the decisions). Human-machine interactions [definido em Apêndice A] will benefit from the contribution of AI, partly through augmented human-machine interfaces and partly through optimised cooperation between units, systems and combatants (including human/robot cooperation). (MDNFra, 2019, p.15)

As áreas prioritárias de aplicação são as que se apresentam no Quadro 2.

Quadro 2 – Áreas prioritárias para aplicação de IA para Ministério da Defesa de França

Áreas de foco	Aplicação
<i>Decision and planning support</i>	– <i>Systems for the conduct of operations at strategic level and for planning, especially logistics (with predictive maintenance)</i>
<i>Collaborative combat</i>	– <i>Situational awareness data fusion (allies and enemies)</i> – <i>Aid for mobility and military response</i> – <i>Automatic targeting allocation amongst several effectors</i>
<i>Cybersecurity and digital influence</i>	– <i>Cyber-attack attempts detection</i> – <i>Weaknesses analysis</i> – <i>Threat analysis and anticipation</i> – <i>Assistance for cyber operations (Defense and Offense)</i>
<i>Logistics and operational readiness</i>	– <i>mission performance and assisted maintenance applications, especially for cooperation with countries that have the same systems as us</i>
<i>Intelligence</i>	– <i>Automatization of big data exploitation</i> – <i>Multi-source data fusion</i> – <i>Weak Signal detection</i> – <i>Data mining and summarization</i>
<i>Robotics and autonomy</i>	– <i>Evolved robotic behaviour modules (excluding combat robots and drones and those carrying highly sensitive specialised sensors)</i>
<i>AI in support services</i>	– <i>Decision support and predictive analysis in order to programme, simulate or optimise the consumption of resources</i> – <i>Automation of repetitive and time-consuming tasks, using software robots for transactional flow processes</i> – <i>Augmented agents or users, using chatbots</i>

Fonte: Adaptado a partir de MDNFra (2019, pp.15-19).

2.1.3.2 Alemanha

Da análise do *position paper “Artificial Intelligence in Land Forces”*, desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento de Conceitos e Capacidades do ExA (2019, p.12), é possível extrair aplicações para a IA em todos os domínios de capacidade, armas e serviços



em forças terrestres, categorizando-as por LA, com base na *NATO Comprehensive Operations Planning Directive*.

No documento são traçadas as LA no âmbito da organização e infraestruturas, designadamente, o recrutamento de especialistas de IA, a cooperação entre militares, a investigação e indústria; a cooperação internacional; a utilização de estruturas de teste e experimentação; e organização e infraestrutura de dados IA, salientando-se as recomendações inseridas nesta área para a criação uma “*National Defence Agency*” e, no Ramo, uma entidade coordenadora central “*AI Work Bench*” e um “*AI Development Centre*” (ExA, 2019, pp.14-19), apresentando-se no Quadro 3 as LA por áreas de aplicação.

Quadro 3 – Áreas de aplicação da IA e linhas de ação do Exército da Alemanha

Áreas	LA
<i>Image analysis</i>	<i>Image processing reference</i>
	<i>Target recognition and indentification</i>
<i>Tactical Unmanned Aerial System (TaUAS)</i>	<i>Reconnaissance</i>
	<i>Barriers</i>
	<i>Effects</i>
	<i>Legal framework</i>
<i>Next Generation Battle Management System (NGBMS)</i>	<i>Decision-making process reference</i>
	<i>AI-based fire control</i>
	<i>AI information management</i>
	<i>NGBMS</i>
<i>Material and infrastructure</i>	<i>Initiative: AI-based error analysis</i>
	<i>Initiative: AI-based configuration</i>
<i>Analysis methods</i>	<i>AI-/big-data-based reconnaissance</i>
	<i>AI differential scene analysis</i>

Fonte: Adaptado a partir de ExA (2019, pp.22-26).

2.1.3.3 Espanha

O documento “*La Fuerza 35*” apresenta a visão do Comandante do Exército de Espanha, assumindo que a constante evolução dos riscos e ameaças no ambiente operacional exigem uma constante adaptação, a materializar na *Fuerza 35* (Exército de Espanha [ExEsp], 2019, p.2), sendo a IA considerada como uma das principais tecnologias influenciadoras deste ambiente (ExEsp, 2019, p.10), apresentando-se na Figura 4 a evolução planeada.

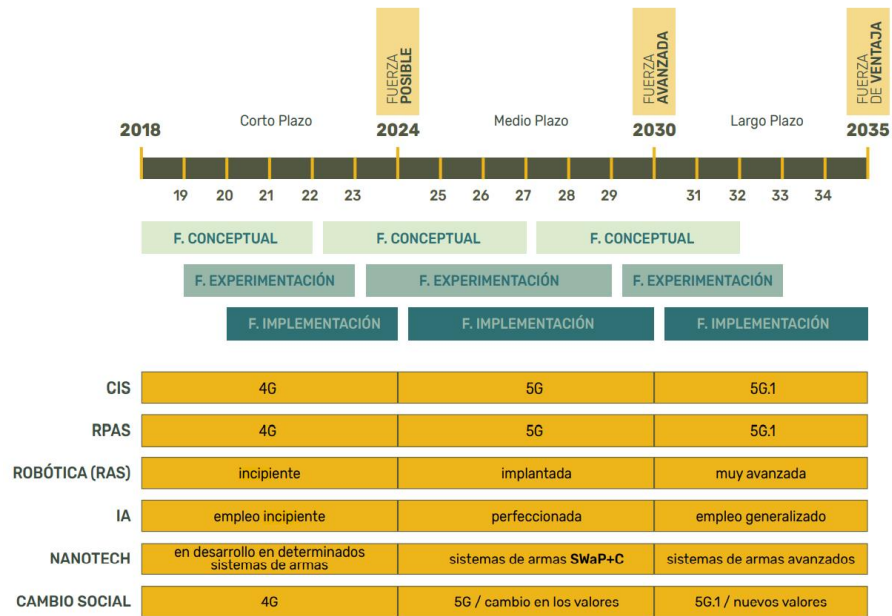


Figura 4 – Distribuição da evolução da transformação até 2035 (*Fuerza 35*)

Fonte: ExEsp (2019, p.20).

No Quadro 4 apresenta-se, por funções de combate, a evolução em termos de incorporação de tecnologias de IA ao serviço da *Fuerza 35*, assim como, na Figura 5, um pictograma síntese dos estádios previstos dessa evolução e prioridades identificadas.

Quadro 4 – Evolução planeada de incorporação de tecnologias de IA na *Fuerza 35*

Funciones de Combate	Evolução
C2	Até 2030: Mobilidade de Posto de Comando: Sistema de apoio à tomada de decisão com IA; Guerra Eletrónica: Sistemas autónomos de <i>jamming</i> baseados em algoritmos de IA. Até 2035: Ciberdefesa: Emprego da IA para ação de supressão de defesas e ação ofensiva (<i>acción strike</i>).
Informações	Até 2030: Incremento do conhecimento situacional: Sistemas suportados em IA para recolha, avaliação e fusão de informação e distribuição de forma autónoma. Até 2035: Reconhecimento e Vigilância Terrestre: <i>Nano Robots</i> autónomos com IA (subsolo, grutas, etc.)
Fogos	A utilização de IA e hiper conectividade com a utilização de <i>big data</i> irá melhorar a gestão e eficácia das ações, com a introdução do conceito de “fogos em rede”, permitindo a fusão de informação dos sensores próprios com a obtida através de sensores externos, como satélites.
Logística	A logística será baseada no conhecimento situacional e na antecipação da procura, no envio direto e na gestão do fluxo de recursos, onde as tecnologias de ponta permitirão agilizar e otimizar os processos, possibilitando uma redução significativa de pessoal e plataformas no Grupo Logístico em relação aos números atuais.
Proteção da Força	Até 2024: Consciência situacional: Criação de redes <i>mesh</i> com IA e realidade aumentada que garantam a sobrevivência do combatente.
Manobra	Resultará da integração da manobra no domínio físico com a manobra de informação, travada no domínio virtual e cognitivo, com as suas dimensões de ciberespaço, perceções e comportamento humano, com recursos próprios e adicionais, uma parte importante dos quais será disponibilizada em <i>reach back</i> .

Fonte: Adaptado a partir de ExEsp (2019, pp.32-49).

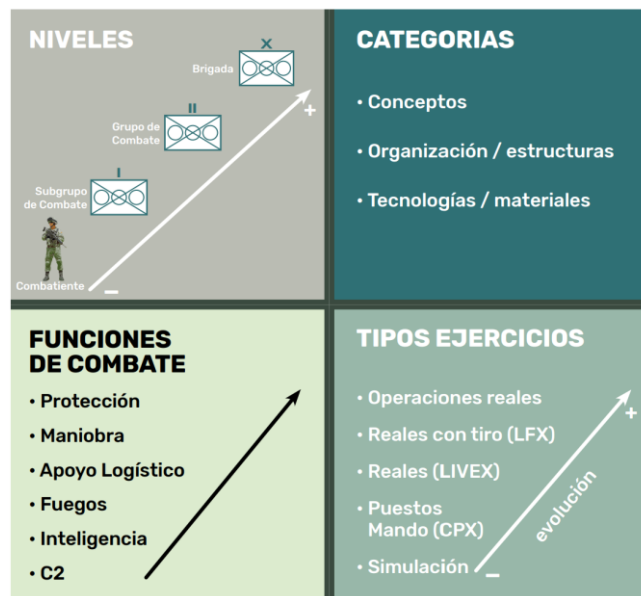


Figura 5 – Síntese dos estádios previstos da evolução e prioridades (*Fuerza 35*)

Fonte: ExEsp (2019, p.76).

2.2. Modelo de análise

A investigação efetuada considerou, para o conceito de IA, uma adaptação do estudo efetuado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (Tarraf et al., 2019), qualitativo, considerando e caracterizando as dimensões de análise da seguinte forma:

- Organização: A visão estratégica sobre a postura das instituições, composta pela visão, estratégia e alocação de recursos; as estruturas e unidades orgânicas para apoio dessa visão; e os *stakeholders* e seu mandato, autoridade e funções;
- Progresso: Pesquisa, desenvolvimento e criação de protótipos e ferramentas para verificar, validar, testar e avaliar as tecnologias à medida que elas se desenvolvem e incrementam o seu nível de maturidade;
- Adoção: Todos os aspetos referentes à aquisição, implementação, manutenção, e gestão do ciclo de vida das tecnologias, e adaptação doutrinária; conceitos de operações; técnicas, táticas e procedimentos (TTP); e parcerias ou outros processos para melhor retirar partido destas tecnologias;
- Inovação: A cultura interna de inovação e as várias opções e mecanismos para incorporar na instituição inovações externas ou elementos particularmente inovadores.
- Dados: Dimensão abrangente e específica da IA, assumindo dados como um recurso; as regras e políticas de governação que envolvem o sua obtenção e



utilização; e a capacidade de armazenamento, de computação, de comunicações e de outras infraestruturas técnicas necessárias para potenciar o recurso a dados em escala (*data at scale*);

- Talentos: O capital humano necessário para desenvolver, adquirir, manter e operar as tecnologias de IA; e os mecanismos para recrutar, reter, cultivar e desenvolver talentos ao longo das suas carreiras.

Da análise das dimensões apresentadas, procurou extrair-se ainda observações para efeitos de elaboração de análise SWOT – *Strengths* (swS), *Weaknesses* (swW), *Opportunities* (swO), and *Threats* (swT), com vista à identificação dos contributos resultantes da investigação.

Para o conceito de OpMil, considerou-se como dimensões de análise as funções de combate comuns a todos os níveis das operações conjuntas, considerando como indicadores em cada uma das dimensões as áreas onde a IA terá maior impacto na melhoria das forças da OTAN (CCDCOE, 2021, p.14) (Quadro 5).

Quadro 5 - Áreas onde a IA terá maior impacto na melhoria das forças da OTAN

Área	Descrição
C4ISR	<ul style="list-style-type: none">– Veículos autónomos farão <i>Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance</i>, obtendo grandes quantidades de dados e através do acesso a áreas demasiado perigosas para intervenção humana;– Os algoritmos de IA consolidarão e analisarão dados (ex.: detetar padrões de vida, mapeamento humano no terreno e análise de redes sociais) de várias fontes e sensores, e fornecerão apoio à decisão aos operadores humanos;– A IA será usada para reconhecimento de imagem e discriminação de alvos;– A IA melhorará os sistemas de alerta antecipada (<i>early warning</i>) e servirá como assistente virtual para os operadores humanos.
Armas e Efeitos	<ul style="list-style-type: none">– <i>cross-cueing</i> (cruzamento de diferentes fontes / sensores);– planeamento de trajetórias;– evitar colisões / <i>swarming</i>;– seleção de armas;– avaliação de danos (de batalha);– coordenação de efeitos.
Veículos Autónomos	<ul style="list-style-type: none">– planeamento de trajetórias;– evitar colisões / <i>swarming</i>;– apoio ao operador (ex.: um operador a controlar vários veículos não tripulados);– planeamento dinâmico para sistemas autónomos (ex.: navegação, obtenção de dados, caracterização da situação e sensores adaptativos);– A IA permitirá "sistemas autónomos contra engenhos explosivos improvisados em áreas urbanas" e "veículos submarinos não tripulados de longa duração".
Planeamento de Capacidades	<ul style="list-style-type: none">– apoio à tomada de decisão complexa que cruza os limites internos tradicionais;– apresentação de avaliações de fatores complexos e de efeitos em cadeia aos decisores.
NBQR	<ul style="list-style-type: none">– melhorar a deteção, identificação e monitorização rápida de ameaças NBQR por meio de posicionamento e integração de sensores, e da fusão e interpretação de dados.



Área	Descrição
Apoio Sanitário	<ul style="list-style-type: none"> – desenvolver conhecimento clínico baseado em evidências, diagnóstico baseado em evidências e melhores práticas de tratamento para reduzir a morbidade e mortalidade e manter/recuperar funções essenciais perante os perigos resultantes da missão; – fornecer apoio à decisão automatizado e ferramentas de apoio de diagnóstico para auxiliar os médicos no terreno que se encontram perante novas situações de trauma.
Apoio à Decisão e Gestão	<ul style="list-style-type: none"> – análise avançada [<i>data analytics</i>] e tomada de decisão baseada em evidências; – apoio na análise de custos, avaliação de impacto económico e tendências (<i>drivers</i>); – apoio à decisão baseado em evidências em tempo útil.
Logística	<ul style="list-style-type: none"> – minimizar o tempo de inatividade do equipamento; – minimizar falhas do sistema; – melhorar a gestão da manutenção e de stocks, etc..
Ciberespaço e espaço informacional	<ul style="list-style-type: none"> – A IA desempenhará um papel na edificação de redes autónomas resilientes e na ciberguerra, avaliando e interpretando grandes quantidades de sensores e dados de informações e detetando, avaliando e respondendo ao ambiente onde atua.
Treino	<ul style="list-style-type: none"> – Os sistemas de IA (especialmente em combinação com sistemas de realidade virtual/aumentada) têm o potencial de melhorar o treino individual e personalizado, através da capacidade de adaptação em tempo real ao comportamento humano e da capacidade de gerar ambientes ou cenários de treino personalizados.

Fonte: Adaptado a partir de CCDCOE (2021, pp.14).

O modelo de análise encontra-se apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Modelo de análise

OG	Propor contributos para melhorar a exploração das tecnologias de IA em OpMil pelas FFAA portuguesas.			
	QC	Como melhorar a capacidade de exploração das tecnologias de IA em OpMil pelas FFAA portuguesas?		
Objetivos Específicos (OE)	Questões Derivadas (QD)	Conceitos Estruturantes	Dimensões	Indicadores
OE 1 Analisar a aplicação da IA no meio civil.	QD 1 Como é que a IA é aplicada no meio civil?	IA	Organização	<ul style="list-style-type: none"> – Visão, estratégia e alocação de recursos; – Estruturas organizacionais no âmbito da inovação (em particular de IA).
			Progresso	<ul style="list-style-type: none"> – Atividades e portfólio de investigação e desenvolvimento; – Protótipos; – Verificação, validação, teste e avaliação.
			Adoção	<ul style="list-style-type: none"> – Aquisições; – Tecnologias em operação; – Desenvolvimento de doutrina, conceitos de emprego, TTP e processos.
			Inovação	<ul style="list-style-type: none"> – Cultura de inovação; – Mecanismos para tirar partido da inovação.
			Dados	<ul style="list-style-type: none"> – Dados como recursos;



OG	Propor contributos para melhorar a exploração das tecnologias de IA em OpMil pelas FFAA portuguesas.			
	QC	Como melhorar a capacidade de exploração das tecnologias de IA em OpMil pelas FFAA portuguesas?		
Objetivos Específicos (OE)	Questões Derivadas (QD)	Conceitos Estruturantes	Dimensões	Indicadores
				<ul style="list-style-type: none"> - Mecanismo de governação de coleções de dados e utilização; - Armazenamento, computação, e outras infraestruturas.
			Talentos	<ul style="list-style-type: none"> - Talentos necessários para desenvolver, adquirir, sustentar e operar; - Recrutamento e retenção.
OE 2 Analisar a aplicação da IA em OpMil nas FFAA portuguesas.	QD 2 Qual a aplicação da IA em OpMil nas FFAA portuguesas?	IA	[Mesmas da QD1]	[Mesmos da QD1]
		OpMil	Manobra	<ul style="list-style-type: none"> - C4ISR - Armas e Efeitos - Veículos Autónomos - Planeamento de Capacidades - NBQR - Apoio Sanitário - Apoio à Decisão e Gestão - Logística - Ciberespaço e espaço informacional - Treino
			Fogos	
			C2	
			Informações	
			Atividades de Informação e Influência	
			Apoio Logístico	
			Proteção da força	
CIMIC				



3. Metodologia e método

Face ao problema identificado, apresenta-se no presente capítulo a metodologia seguida, assim como o método adotado na investigação.

3.1. Metodologia

Metodologicamente, este estudo assenta num raciocínio indutivo, associado a uma estratégia qualitativa (Santos & Lima, 2019), a fim de analisar formas como as FFAA poderão preparar-se para retirar o melhor partido de tecnologias emergentes e disruptivas, designadamente de IA. Tem como desenho de pesquisa o estudo de caso, procurando-se recolher dados sobre o potencial de aplicação das tecnologias de IA em OpMil nacionais (Santos & Lima, 2019), a fim de procurar avaliar a aplicabilidade da IA em OpMil, bem como prioridades e caminhos a percorrer para a sua concretização.

3.2. Método

3.2.1 Participantes e procedimento

Participantes: Integraram esta investigação 22 entidades (Apêndice C), sendo 14 do Ministério da Defesa Nacional (MDN), Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMGFA) e ramos, com responsabilidade direta nos processos em torno da inovação e das tecnologias emergentes e disruptivas, e oito fora do âmbito restrito das estruturas da Defesa Nacional, designadamente académicas e empresariais, relevantes para a estratégia nacional para a IA, cinco das quais indicadas pela *AED*⁴ *Cluster Portugal*⁵ (doravante designadas, respetivamente, de internas e externas). Este quantitativo, aplicado a um grupo com alguma excecionalidade, encontra-se enquadrado no intervalo N=6 a 10 definido por Rego, Cunha, e Meyer (2018, p.53).

Procedimento: Foi realizado um primeiro contacto, no sentido de aquilatar da disponibilidade da entidade para integrar a investigação, procedendo-se, em seguida e face às anuências, ao agendamento da entrevista. Foram dadas garantias de confidencialidade e anonimato das respostas, de que todas as entidades abdicaram.

3.2.2 Instrumentos de recolha de dados

Foram elaborados três guiões de entrevista, dois para entidades internas (estrutura do MDN, apenas versando o conceito de IA, e das FFAA, com os dois conceitos estruturantes), e um para externas (apenas o conceito de IA), que foram, depois, revisitados e pontualmente ajustados, com o feedback do coordenador da elaboração da estratégia nacional para a IA em 2019, professor Alípio Jorge.

⁴ *Cluster* de indústrias nacionais na área da Aeronáutica, Espaço e Defesa.

⁵ Com intenção de auscultar empresas da Base Tecnológica de Indústrias de Defesa, solicitou-se o apoio da Direção-Geral de Recursos de Defesa Nacional, fazendo a ligação com o *Cluster AED*.



3.2.3 Técnicas de tratamento dos dados

As respostas às questões colocadas foram analisadas através da frequência de unidades de registo para cada questão, conforme se apresenta em Apêndice D, contribuindo uma ou mais questões para cada dimensão do conceito de IA. As matrizes de unidades de contexto e de registo encontram-se em Apêndice E (conceito de IA) e Apêndice F (conceito de OpMil).

Da análise efetuada, extrairam-se observações em cada dimensão do conceito de IA, consideradas como oportunidades e ameaças no âmbito das respostas das entidades externas, extraíndo-se das entidades internas as observações consideradas como pontos fortes e pontos fracos, construindo a matriz de suporte à elaboração da análise SWOT.



4. Aplicação da IA no meio civil

Neste capítulo, é analisada documentação de referência e entrevistas a entidades externas à luz das seis dimensões definidas – Organização, Progresso, Adoção, Inovação, Dados e Talentos – e respondida a QD1.

4.1. Organização

Das respostas às questões n.º 1.b. (necessidade de materialização em estruturas específicas) e n.º 1.d. (principais *stakeholders*), verifica-se que a postura de ambos os universos externo e interno é semelhante em relação a estruturas, respetivamente 62,5% e 71,4%, valorizando-se a criação de estruturas/unidades orgânicas específicas para fornecerem apoio de forma transversal às áreas da organização na utilização destas tecnologias, designadamente pela vantagem que oferece na obtenção de sinergias entre áreas diferentes (A. Oliveira, entrevista por Teams, 23 de março de 2022), assim como na criação de competências internas e no suporte nestas áreas emergentes às diferentes áreas de negócio (G. L. Valadas, entrevista por E-mail, 31 de março de 2022), onde, em relação a *stakeholders*, 75% referiram as empresas e clientes (O.08)⁶ como seus principais *stakeholders* externos, assim como, com 50%, as universidades (Univ), centros de investigação (CInv)/ inovação (CInov) (O.09) e as unidades orgânicas tecnológicas (O.15), tendo sido salientado:

- (swO01): Importância da utilização pelas FFAA da Base Tecnológica e Industrial de Defesa (BTID) como *enabling areas*, cuja função será criar competências em determinadas áreas tecnológicas e potenciarem a inovação nacional (G. L. Valadas, *op. cit.*).

4.2. Progresso

Das respostas às questões n.º 2.a. (atividades em curso e/ou projetadas e tecnologias envolvidas) e n.º 2.b. (maior potencial de emprego operacional/em produção), foi possível verificar que a maioria das 18 tecnologias de IA identificadas nas atividades em curso terão potencial de aplicação operacional até 2030, com uma frequência de 75% *Analytics* (Apêndice A) (P.02), 62,5% Apoio à decisão (*reasoning* - Apêndice A) (P.04), 50% *Data science* (Apêndice A) (P.07), e 37,5% para *Computer vision* (Apêndice A) (P.05), *Data mining* (Apêndice A) (P.06), *Explainable AI* (P.08) e Processamento de linguagem natural (P.11). Salienta-se com apenas um registo, 12,5%, *AI chips* (Apêndice A) (P.01), *Fuzzy logic*

⁶ Notação utilizada ao longo do trabalho referente a unidade de registo ‘O.08’, correspondendo a letra à dimensão, neste caso organização (Apêndice D - Quadro 14).



(Apêndice A) (P.10), *Reinforcement learning* (Apêndice A) (P.12), *Safety and security AI* (Apêndice A) (P.14), Simulação (P.16) e *Supervised learning* (Apêndice A) (P.18), sendo que *Few-shot learning/ Frugal AI* (Apêndice A) (P.09), embora se esteja a trabalhar atualmente, se questiona ainda qual o nível de maturidade tecnológica que será possível alcançar até ao final da década, existindo alguma expectativa quanto ao interesse e mobilização de meios em Portugal para esta área da IA, “onde o Ministério da Defesa, no âmbito da Cyber mas também na vertente do espaço, tem sido muito na vertente científica e de desenvolvimento humano” (T. D. Carvalho, entrevista por Teams, 30 de março de 2022), identificando-se ainda nesta dimensão os seguintes pontos:

- (swO02) A área de reasoning, baseada em casos anteriores ou baseada em regras, já tem vindo a ser utilizada em ambiente operacional (G. L. Valadas, *op. cit.*);
- (swT01) As organizações terão de se preparar para o que encontrarão em 2030-35, pois a atual evolução (código/programas criados por IA daqui a quatro anos e *Exascale computing* (Apêndice A) a cinco/seis anos) fará com que este seja o timeframe para todos terem acesso a supercomputadores com “inteligência humana” (J. Rodrigues, entrevista presencial, 28 de março de 2022).

4.3. Adoção

Das respostas à questão n.º 3. (conceitos de emprego, técnicas, procedimentos e processos envolvendo a adoção de tecnologias de IA), foi possível concluir que 75% possuem documentação específica (A.02) para a adoção destas tecnologias, sendo que um terço destas entidades o assume com algumas reservas (A.03), reconhecendo estar ainda em desenvolvimento ou resultar de trabalhos científicos e necessidades imediatas para transferência de conhecimento (J. Rodrigues, *op. cit.*).

4.4. Inovação

Das respostas à questão n.º 4. (desenvolvimento/manutenção de cultura de inovação), foi possível concluir que todas as entidades afirmam que as suas organizações possuem uma cultura de inovação (I.02), constituindo “uma forma de diferenciação e valorização” (G. L. Valadas, *op. cit.*), sendo que, para 25%, se encontra mesmo na sua génese (I.01), salientando-se os seguintes pontos:

- (swO03) A existência de uma estratégia para a inovação permite envolver membros nos projetos, trazendo motivação e também novos equipamentos (M. L. Proença, entrevista presencial, 15 de março de 2022);



- (swO04) Onde se trabalha conhecimento tecnológico será possível obter RH que muitas vezes se envolvem pelo desafio que lhes é proposto, sendo conveniente ter áreas como núcleos de inovação, com equipas multidisciplinares a que são atribuídos desafios reais de aplicação destas tecnologias (J. Rodrigues, *op. cit.*);
- (swT02) A escassez de pessoas com passaporte da UE e formação académica nestas áreas, associado à morosidade e burocracia do processo de as trazer de fora, tem inflacionado os salários, sendo necessário avaliar como é que a longo prazo este investimento será sustentável, com especial relevância no âmbito do espaço e defesa, onde a maioria do investimento é público (T. D. Carvalho, entrevista por Teams, 30 de março de 2022).

4.5. Dados

Das respostas às questões n.º 5. (obtenção, governação, tratamento e utilização de volume de dados) e n.º 6.a. (preocupações/transformações efetuadas, ou projetadas, para melhor adotar/incorporar tecnologias de IA), no que concerne à postura perante os dados, com uma frequência de 87,5% surge a necessidade de efetuar protocolos/ acordos/ *non-disclosure agreements* (NDA)/ dados dos clientes (D.11), com uma estreita relação entre “parcerias *cross-sector*” (R. M. Correia, entrevista por Teams, 24 de março de 2022), seguindo-se com 37,5%, a capacidade de ter uma arquitetura flexível (descentralização de dados/ *Cloud*/ servidores locais) (D.04), a criação de dados sintéticos ou recurso a simulação (D.06), assim como a preocupação com o respeito pelo regulamento geral de proteção de dados (RGPD) e pelas políticas de dados dos parceiros (D.09), sendo que, com 25%, surge a preocupação com as condições de anonimidade dos dados (D.01) e o recurso a dados *open source*. No âmbito das preocupações com vista à preparação para a incorporação das tecnologias de IA, verifica-se com maior frequência, 50%, a referência ao investimento em curso ou planeado em infraestruturas próprias (D.19), com 37,5% das entidades a salientar o estabelecimento de parcerias para acesso a infraestrutura (D.12) e a utilização de infraestruturas/serviços na *Cloud* (D.13), e com uma frequência de 25% para o assegurar competências nas tecnologias / ferramentas atuais (D.14), o garantir comunicações seguras / elevada largura de banda / redundância (D.15) e a existência de poder computacional (D.16), identificando-se nesta dimensão:

- (swO05) A nível de infraestrutura, vantagem de adotar soluções baseadas em serviços na nuvem, não apenas devido às tecnologias de IA, através do acesso a um



conjunto de ferramentas que os fornecedores desses serviços disponibilizam, mas também devido à manutenção e evolução da infraestrutura (G. L. Valadas, *op. cit.*).

4.6. Talentos

Das respostas às questões n.º 1.c. (existência de recursos humanos preparados) e n.º 6.b. (como se poderá preparar melhor ao nível do desenvolvimento de competências específicas para o ciclo de vida da tecnologia), verifica-se que a totalidade tem RH preparados (T.02) para operar com tecnologias de IA, apenas uma entidade, 12,5%, refere explicitamente que são insuficientes (T.03). No que concerne à forma como se poderá preparar melhor, salienta-se a frequência de 37,5% na capacidade de recrutar para novas competências (T.18) e 25% em aposta no *business development* em inovação (T.06), assegurando a existência de uma equipa competente, que permita, de forma transversal, fazer a ponte entre a tecnologia disponível no mercado e o conhecimento e necessidades funcionais dos clientes (D. O. Magalhães, entrevista por Teams, 05 de abril de 2022), na aposta no ensino e formação (T.08), e em manter estreita relação com academia (T.19). Salienta-se ainda os seguintes pontos:

- (swO06) Constituir uma comunidade IA, promovendo a troca de conhecimento e de experiência entre pares (T. P. Cardoso, entrevista presencial, 05 de abril de 2022);
- (swT03) O ciclo de vida da tecnologia tem vindo a decrescer a uma velocidade crescente, fazendo com que também os requisitos operacionais se alterem durante o período de desenvolvimento da tecnologia (G. L. Valadas, *op. cit.*).

4.7. Síntese conclusiva

Da análise efetuada, e em resposta à QD1, *Como é que a IA é aplicada no meio civil?*, conclui-se que em Portugal, designadamente no meio cívil, esta aplicação passa por:

- recurso a pessoas com competências, apesar do reconhecimento da escassez de oferta;
- adoção de uma postura que procura acompanhar as dinâmicas e desafios colocados por estas tecnologias de IA nas diferentes dimensões, salientando-se a valorização de estruturas específicas para apoio à criação de competências e o estabelecimento de parcerias, com academia e centros de inovação;
- existência de abrangente experiência em *data analytics* e *reasoning*, utilizada em ambiente operacional, e proficiência noutras tecnologias, como *data science*, *computer vision*, *data mining*, *explainable AI* e processamento de linguagem natural;



- reconhecimento da relevância atual da cultura de inovação nas organizações, como indutor de motivação e catalisador de recursos; e
- necessidade de assegurar o acesso a dados ao abrigo de protocolos e estabelecimento de NDA.



5. Aplicação da IA em operações militares das FFAA portuguesas

Neste capítulo, é analisada documentação de referência e entrevistas a entidades internas à luz das seis dimensões definidas para o conceito de IA – Organização, Progresso, Adoção, Inovação, Dados e Talentos –, bem como das dimensões definidas para o conceito de OpMil – manobra, fogos, C2, informações, atividades de informação, apoio logístico, proteção da força e CIMIC –, e respondida a QD2.

5.1. Análise referente à adoção das tecnologias de IA.

À semelhança do efetuado para as entidades externas, apresenta-se a análise tendo por base as respostas às questões colocadas às entidades na estrutura do MDN e das FFAA.

5.1.1 Organização

Das respostas às questões n.º 1.a. (documentação estruturante), n.º 1.b. (materialização em estruturas específicas) e n.º 1.d. (principais *stakeholders*), verificou-se, ao nível da “tradução” em documentação estruturante, uma frequência de 50% em concordância⁷ (O.01), 42,8% dos quais (três em sete) referem documentos resultantes de trabalhos científicos e candidaturas a projetos (O.03), registando-se que 46,2% não possuem (O.04) e que 14,3% tem documentação em produção (O.02). Em relação à necessidade de se materializar em estruturas/unidades orgânicas específicas (O.05), com uma postura semelhante às entidades externas, regista-se uma concordância ligeiramente superior internamente, com 71,4% (face aos 62,5%), assinalando-se ainda a relevância atribuída à liderança executiva (O.11) como *stakeholder*, com uma frequência de 71,4%, tendo 42,9% destacado as Univ/ CInv/ CInov (O.09), 35,7% o MDN (O.07) e 28,6% a BTID (O.08), extraíndo-se ainda os seguintes pontos:

- (swS01) Vantagem da existência de estrutura de acompanhamento e coordenação do esforço e do investimento nestas áreas (EA-IDEIA - Investigação, Desenvolvimento, Experimentação e Inovação da Armada) (J. M. Gorricha, entrevista por Teams, 21 de março de 2022);
- (swS02) Potencial decorrente da publicação da Diretiva Estratégica para a Inovação das FFAA (L. F. Félix, entrevista por Teams, 25 de março de 2022);
- (swW01) Necessidade de enquadramento e orientação para incrementar a coordenação de esforços nas FFAA (H. F. Parcelas, entrevista por Teams, 18 de março de 2022).

⁷ As FFAA portuguesas apresentaram a sua Diretiva Estratégica para a Inovação em fevereiro de 2022 (EMGFA, 2022), onde a exploração de aplicações de IA e a sua integração na edificação de capacidades para as FFAA se encontra expressa numa das suas LA.



5.1.2 Progresso

Das respostas às questões n.º 2.a. (atividades em curso e/ou projetadas) e n.º 2.b. (maior potencial de emprego), foi possível verificar que os projetos nas FFAA, em curso ou planejados, com capacidade operacional até 2030, envolvem dez das 18 tecnologias abordadas pelas entidades externas, registrando-se três tecnologias com uma frequência de 50%: Apoio à decisão (*open source*) (P.03); Apoio à decisão (*reasoning*) (P.04); e *Computer vision* (P.05). Assinala-se ainda as tecnologias *Analytics* (P.02) com 42,9%, *Data science* (P.07) e Sistemas preditivos (Apêndice A) (P.17) com 35,7%, correspondendo às restantes, *Data mining* (P.06), Robótica (P.13) e Simulação (P.16) uma frequência de 14,3%, e Processamento de linguagem natural (P.11) com 7,1%, identificando-se ainda os seguintes pontos:

- (swS03) As FFAA, enquanto parceiros da BTID, poderão dar um contributo válido e precioso através da definição de requisitos técnicos e operacionais (H. F. Parcelas, *op. cit.*);
- (swW02) Necessidade de construir uma consciência global relativa às capacidades da IA ao nível estratégico e operacional (H. F. Parcelas, *op. cit.*);
- (swW03) Necessidade de alcançar as condições prévias habilitantes da incorporação destas tecnologias em operação (A. C. Telha, entrevista presencial, 31 de março de 2022);
- (swW04) Necessidade de explorar a área da manutenção preditiva, complementarmente com manufatura aditiva (envolvendo a impressão 3D) (J. L. Piedade, entrevista presencial, 23 de março de 2022).

5.1.3 Adoção

Das respostas à questão n.º 3., foi possível concluir que 85,7% não possui documentação específica (A.01) com vista à adoção destas tecnologias, designadamente conceitos de emprego, técnicas e procedimentos, sendo as exceções, 14,3%, embora assumindo com algumas reservas (A.03), áreas específicas na Secretaria-Geral do Ministério da Defesa Nacional (R. M. Francisco, entrevista presencial, 22 de março de 2022) e na Marinha (J. L. Piedade, *op. cit.*), demonstrando existência de caminho a percorrer nesta área para a adoção operacional destas tecnologias.

5.1.4 Inovação

Das respostas à questão n.º 4., todas as entidades afirmam que as suas organizações possuem uma cultura de inovação (I.02), sendo inclusivamente enfatizado que “quem não tem uma visão inovadora e de desenvolvimento estará sempre um passo atrás das demais



congêneres” (J. D. Aresta, entrevista por E-mail, 22 de abril de 2022), salientando 50% das entidades a existência e /ou criação de estruturas de inovação (I.05), 14,3% a realização de seminários / conferências / roadshows e 7,1% a participação / organização de exercícios (I.01), salientando-se:

- (swS04) Capacidade de alinhamento de projetos com plano de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (ID&I), encorajada através da avaliação, função dos critérios definidos em diretiva própria, e respetiva atribuição de financiamento (T. P. Gasche, entrevista presencial, 18 de março de 2022);
- (swS05) Realização de eventos para promover condições de *networking*, designadamente através de *roadshow*, indo ao encontro do que melhor se faz em Portugal nas tecnologias identificadas pela OTAN e UE, procurando partilhar ideias e intenções, e incrementar o conhecimento mútuo (J. L. Piedade, *op. cit.*);
- (swS06) Projeto para construção de constelação de centros de inovação, investigação e desenvolvimento, constituindo-se no Centro de Investigação Naval o CINAVLab como um dos pilares desta constelação (J. M. Gorricha, *op. cit.*);
- (swS07) Programa de incentivo aos militares para continuarem estudos por via de doutoramento (L. F. Félix, *op. cit.*);
- (swW05) Necessidade de generalização da cultura de inovação (L. M. Calmeiro, entrevista presencial, 15 de março de 2022);
- (swW06) Inexistência de uma linha de esforço, ou orientação, que permita devolver à organização os ensinamentos e desenvolvimentos efetuados no âmbito de trabalhos, estudo e teses (H. F. Parcelas, *op. cit.*);
- (swW07) Limitações em termos de RH, que já de si apresenta dificuldades ao nível das qualificações, condicionam a capacidade de olhar para lá do horizonte atual (R. M. Francisco, *op. cit.*);
- (swW08) Necessidade de recrutar para as necessidades atuais (B. M. Cabaço, entrevista presencial, 29 de março de 2022);
- (swO07) Futura criação do *Hub for European Defence Innovation* na Agência Europeia de Defesa (J. F. Côrte-Real Andrade, entrevista presencial, 04 de abril de 2022).



5.1.5 Dados

Das respostas às questões n.º 5. e 6.a., da gestão e postura perante dados, de uma forma transversal, constata-se que se está no início e a promover a adoção de IA de forma muito controlada, essencialmente centrada em ilhas de inovação e conhecimento (P. F. Nunes, entrevista presencial, 14 de março de 2022), registando-se uma frequência de 64,3% na identificação da necessidade de efetuar protocolos/ acordos/ NDA (D.11), sendo necessário incrementar os mecanismos para, nestas tecnologias, potenciar a utilização conjunta em IA dos dados existentes nos diferentes centros de dados dos ramos, criando “massa crítica” neste campo, com 21,4% referindo a capacidade de utilização de dados próprios (D.08) e a preocupação com o respeito pelo RGPD (D.09). No âmbito das preocupações referentes a transformações necessárias à adoção destas tecnologias, destaca-se com uma frequência de 42,9% o investimento em curso ou planeado em infraestruturas próprias (D.19), seguindo-se com 21,4% a existência de poder computacional (D.16) e a preocupação com a incorporação de requisitos orientados a IA nos processos aquisitivos (D.17), salientando-se:

- (swS08) Capacidade de dados próprios do Centro de Dados da Defesa (CDD) (R. M. Francisco, *op. cit.*);
- (swW09) Necessidade de adoção prévia de ferramentas de *data curation* (Apêndice A) para futura utilização de dados para a tomada de decisão (P. F. Nunes, *op. cit.*);
- (swW10) Necessidade de elevar o nível de preocupação em relação ao impacto no ciclo de vida dos dados (C. J. Ribeiro, entrevista presencial, 17 de março de 2022);
- (swW11) Necessidade de abordar a temática dos dados de forma mais estruturada e centralizada (J. P. Almeida, entrevista presencial, 29 de março de 2022);
- (swW12) Necessidade de um centro de cálculo (T. P. Casche, *op. cit.*);
- (swW13) Necessidade de RH com competências para melhor aproveitamento dos dados disponíveis (R. M. Francisco, *op. cit.*; B. M. Cabaço, *op. cit.*);
- (swW14) Necessidade de implementação das interfaces que assegurem a interoperabilidade necessária para acesso a diferentes fontes de dados (R. M. Francisco, *op. cit.*);
- (swW15) Dificuldade de transferência e atualização de dados entre serviços do Estado (J. F. Côrte-Real Andrade, *op. cit.*);
- (swT04) Atraso ou não transposição para Portugal da Legislação Europeia que visa melhorar a capacidade de transferência e atualização de dados entre serviços do Estado (J. F. Côrte-Real Andrade, *op. cit.*).



5.1.6 Talentos

Das respostas às questões n.º 1.c e 6.b., resulta que 57,1% refere ter RH preparados para operar com tecnologias de IA (T.02), 87,5% (sete em oito) dos quais considera insuficientes (T.03), sendo necessário encontrar soluções para potenciar os núcleos de pessoas com competências, com desafios para maior interação ao nível da experimentação de nível operacional conjunto, relacionando com a dimensão dados, não apenas na área académica, verificando-se 28,6% como assumindo não ter (T.01). Referente à forma como preparar melhor ao nível do desenvolvimento de competências, verifica-se a frequência de 64,3% na aposta no ensino e formação (T.08), dos quais 55,6% (35,7% do total) salientam a formação transversal em sistemas de informação / tecnologias de informação e comunicações (T.08.1) e 44,4% (28,6% do total) a formação transversal sobre tecnologias de IA (T.08.2), seguindo-se com 14,3%, o apoio à investigação (doutoramentos/ doutorados) (T.04), o assegurar formação regular às áreas tecnológicas (T.08.3) e a gestão de carreira específica para a IA (T.15), salientando-se:

- (swS09) Existência de pessoas com competências para, com especialização adicional, poderem abraçar os desafios inerentes à adoção de tecnologias de IA (H. F. Parcelas, *op. cit.*);
- (swW16) Necessidade de criação prévia de *use cases* com vista a promover a obtenção dos *quick wins* necessários para promover a aplicação destas tecnologias (P. F. Nunes, *op. cit.*);
- (swW17) Necessidade de criar um *skill set* para lidar com as tecnologias de IA no âmbito de toda a organização (P. F. Nunes, *op. cit.*);
- (swW18) Necessidade de estruturar de forma mais coerente, ao nível da defesa nacional, a abordagem a estas áreas das tecnologias emergentes (R. M. Francisco, *op. cit.*);
- (swW19) Apesar de se possuir pessoas com capacidades, não se consegue usufruir devidamente em retorno do investimento, designadamente nos militares (T.P. Gasche, *op. cit.*);
- (swW20) Capacidade de retenção de RH nas FFAA (B. M. Cabaço, *op. cit.*).



5.2. Análise referente à IA no âmbito do conceito de operações militares.

Apresenta-se nos pontos seguintes a análise referente ao conceito de OpMil (detalhes em Apêndice D e Apêndice F), incluindo-se os participantes a prestar serviço nas estruturas do EMGFA e dos ramos.

5.2.1 Processos/sistemas com potencial para incorporação de IA

Das respostas à questão n.º 7., cuja análise de frequência se apresenta no Apêndice D, foi possível verificar que a maioria dos participantes identificou pelo menos um processo/sistema por dimensão (função de combate) com potencial para incorporar tecnologias de IA, sendo que se registou uma frequência de 100% para as dimensões C2, Informações e Apoio logístico, 90,9% CIMIC, 72,7% Manobra, e 63,6% Fogos, observando-se a menor frequência, com 45%, em Atividades de informação e Proteção da força, evidenciando-se nestas últimas alguma dificuldade em identificar processos/sistemas com potencial para beneficiar das vantagens da incorporação de tecnologias de IA.

Da análise em função da frequência por unidade de registo (Apêndice D), correspondentes às áreas de maior impacto identificadas pela OTAN (matrizes de unidade de contexto e de registo em Apêndice F), efetuada para determinação da ordem de desempate na ordenação preferencial dentro de cada dimensão, foi possível concluir que cerca de três quartos do total dos participantes na investigação identificaram processos/sistemas associados às áreas C4ISR, Apoio à Decisão e Gestão, Veículos Autónomos e Planeamento de Capacidades, as duas primeiras com uma frequência de 27% e as restantes com 10,3%, sendo que Treino (2,4%), Apoio Sanitário (0,8%) e NBQR (0,8%) foram as áreas onde as entidades entrevistadas encontraram maior dificuldade em identificar processos/sistemas a elas associadas com potencial para beneficiar da incorporação de tecnologias de IA até ao final da década.

5.2.2 Prioridades de investimento por funções de combate

A análise das respostas à questão n.º 8. iniciou-se com o estabelecimento da ordenação das prioridades que se apresenta no Quadro 7, com base no Quadro 25 (Apêndice D), verificando-se que as três dimensões com 100% de frequência de respostas foram as que obtiveram maior grau de prioridade (valor mais baixo), com a seguinte ordenação: C2, Informações e Apoio logístico. As duas primeiras são coincidentes com as primeiras



prioridades do ExEsp, o que poderá ser potenciador de eventuais cooperações e parcerias futuras, designadamente no âmbito de projetos europeus.

Quadro 7 – Ordenação preferencial por funções de combate com base nas respostas à questão n.8.

Ordenação	Dimensão
1	C2
2	Informações
3	Apoio logístico
4	Manobra
5	Atividades de informação
6	CIMIC
7	Proteção da força
8	Fogos

Através dos processos/sistemas identificados por cada entidade na questão n.º 7., utilizou-se o processo de ordenação preferencial para determinar as prioridades pelas áreas de impacto correspondentes nas três dimensões prioritárias (Apêndice F), C2 (Quadro 38), Informações (Quadro 39) e Apoio Logístico (Quadro 40), resultando a ordenação que se apresenta no Quadro 8.

Quadro 8 – Ordenação das áreas de maior impacto da IA

Dimensão	Ordenação	Área
C2	1	Apoio à Decisão e Gestão
	2	C4ISR
	3	Veículos Autónomos
	4	Ciberespaço e espaço informacional
	5	Armas e Efeitos
	6	Planeamento de Capacidades
Informações	1	C4ISR
	2	Apoio à Decisão e Gestão
	3	Ciberespaço e espaço informacional
	4	Veículos Autónomos
Apoio logístico	1	Logística
	2	Apoio à Decisão e Gestão
	3	Veículos Autónomos
	4	Planeamento de Capacidades
	5	C4ISR

Encontram-se referenciadas no quadro anterior sete das dez áreas identificadas pela OTAN, demonstrando alinhamento e potencial para parcerias internacionais futuras,



concluindo-se a seguinte prioridade atribuída por dimensão para incorporação de tecnologias de IA a processos e sistemas de:

- C2: Apoio à Decisão e Gestão; C4ISR e Veículos Autónomos;
- Informações: C4ISR, Apoio à Decisão e Gestão e Ciberespaço;
- Apoio Logístico: Logística, Apoio à Decisão e Gestão e Veículos Autónomos.

5.3. Alinhamento com a estratégia nacional para a IA e análise SWOT.

As áreas prioritárias identificadas encontram-se englobadas na estratégia nacional definida em 2019, designadamente nas áreas de especialização em Portugal “Tomada de decisão em Tempo Real com IA” e “IA para computação de ponta”, com as áreas de pesquisa e inovação em redes europeias e internacionais “CiberSegurança” e com pesquisa fundamental para a IA do Futuro “IA autónoma” e “AutoML”, alinhamento reforçado pelo facto de se concluir que as FFAA desenvolvem projetos envolvendo, ou com previsão de o fazer com potencial da sua utilização operacional até 2030, dez das 18 tecnologias de IA referenciadas pelas entidades externas nacionais.

Com base na análise efetuada, extraíram-se pontos fortes e pontos fracos, assim como, no capítulo anterior, se salientaram oportunidades e ameaças, obtendo-se um conjunto de contributos resultantes da construção da matriz SWOT, na sua variante TOWS (Visual Paradigm, s.d.), procurando-se potenciar as oportunidades com os pontos fortes (swSO) e minimizar as ameaças tirando partido das oportunidades (swWO), assim como minimizar as ameaças recorrendo aos pontos fortes identificados (swST) e evitar ameaças minimizando os pontos fracos (swWT), conforme se apresenta no Quadro 9.

Quadro 9 – Conceito de IA (análise SWOT, apresentada na variante TOWS)

		Ambiente Interno (MDN e FFAA)	
		Pontos Fortes (swS)	Pontos Fracos (swW)
Ambiente Externo (meio civil)	Oportunidades (swO)	swSO	swWO
		swSO1: swS01/swS02/swS04/swO03; swSO2: swS05/swS07/swS08/swO04; swSO3: swS06/swO05; swSO4: swS09/swO06; swSO5: swS01/swS02/swS03/swO07.	swWO1: swW16/swW17/swO01; swWO2: swW04/swW7/swO02; swWO3: swW02/swW10/swW11/swW18/swO03; swWO4: swW13/swW20/swO04; swWO5: swW12/swO05; swWO6: swW03/swW09/swO06.
	Ameaças (swT)	swST	swWT
		swST1: swS01/swS02/swT01; swST2: swS7/swS09/swT02; swST3: swS3/swT03.	swWT1: swW10/swW11/swT01; swWT2: swW7/swW19/swW20/swT02; swWT3: swW14/swW15/swT04.



5.4. Síntese conclusiva

Através da análise efetuada, e em resposta à QD2, *Qual a aplicação da IA em OpMil nas FFAA portuguesas?*, conclui-se que esta aplicação se manifesta da seguinte forma:

- postura proativa de transformação e evolução na área de inovação, onde a diretiva estratégica para a inovação nas FFAA assume particular relevância;
- valorização de estruturas específicas para apoio à criação de competências em tecnologias emergentes e disruptivas, onde a Marinha apresenta maior experiência e conhecimento adquirido;
- elevada relevância atribuída ao decisor executivo enquanto *stakeholder*;
- envolvimento das diferentes estruturas das FFAA em projetos com dez das 18 tecnologias identificadas pelas entidades externas como possuindo potencial de utilização operacional até 2030, destacando-se as de apoio à decisão (*reasoning*), computer vision, e apoio à decisão (*open source*);
- reconhecimento da necessidade de estabelecimento de protocolos e NDA para aceder a dados, apesar da vantagem que o CDD apresenta neste particular, sendo necessário potenciar a utilização conjunta em IA dos dados existentes nos diferentes centros de dados dos ramos, criando “massa crítica” neste campo;
- necessidade de incrementar o conhecimento genérico sobre tecnologias de IA e, no particular, para o desenvolvimento de documentação específica referente ao emprego destas tecnologias de IA;
- assunção de que são insuficientes as pessoas que constituem os núcleos com competências para abarcar estas tecnologias, sendo igualmente necessário encontrar soluções para potenciar estes núcleos, designadamente com desafios para maior interação ao nível da experimentação de nível operacional conjunto, relacionado com a necessidade de potenciar os dados a nível conjunto, não apenas na área académica; e
- consideração do C2, Informações e Apoio Logístico como as funções de combate prioritárias, na perspetiva de incorporação e utilização de tecnologias de IA com vista à sua operação até 2030, envolvendo as áreas de Apoio à Decisão e Gestão, C4ISR, Veículos Autónomos, Ciberespaço e espaço informacional, Armas e Efeitos, Planeamento de Capacidades e Logística.

Apresenta-se no capítulo seguinte o conjunto de contributos derivados da análise SWOT.



6. Proposta de contributos para a aplicação de IA em operações militares, e resposta à questão central

Decorrente do até aqui analisado, e em resposta à QC: *Como melhorar a capacidade de exploração das tecnologias de IA em operações militares pelas FFAA portuguesas?*, conclui-se que as diferentes estruturas das FFAA se encontram envolvidas em dez das 18 tecnologias identificadas pelas entidades externas participantes na investigação, de onde se destacam as de apoio à decisão (*reasoning*), *computer vision*, e apoio à decisão (*open source*), existindo uma postura proativa de transformação e evolução na área de inovação mas existindo, no âmbito específico das tecnologias de IA e da sua aplicação na perspetiva de emprego em OpMil até ao final da década, a necessidade de evoluir de forma célere em diferentes dimensões, conforme se apresenta na proposta de contributos da Tabela 1, assim como os contributos referentes a uma proposta de priorização (Quadro 10) a atribuir à incorporação de tecnologias de IA em processos/sistemas das FFAA, com vista à sua aplicação operacional até 2030.

Tabela 1 – Contributos para melhorar a postura das FFAA na adoção de tecnologias IA

#	Proposta (conforme matriz do Quadro 9)	Dimensão
swSO1	Criar mecanismos próprios de financiamento (<i>Call</i> ID&I FFAA) em linha de investigação específica para projetos conjuntos com recurso a tecnologias de IA nas áreas propostas como prioritárias.	Organização; Inovação
swSO2	Incrementar os eventos para uma promoção proativa do potencial das FFAA, integrando os três ramos, no apoio a projetos com tecnologias de IA, e procura de conhecimento, junto dos centros de inovação nacionais nas áreas propostas como prioritárias.	Inovação
swSO3	Potenciar a adoção de tecnologias de IA através da constituição de capacidade supletiva nos Centros de Dados das FFAA, incluindo a contratação de serviços na nuvem.	Dados
swSO4	Construir uma comunidade específica de IA das FFAA, com coordenação do Departamento para a Inovação e Transformação do EMGFA e serviços digitais de suporte assegurados pelo EMGFA.	Talentos
swSO5	Intensificar o estabelecimento de parcerias entre as FFAA e suas congéneres de países da UE com vista à obtenção de financiamento supletivo para projetos que envolvam tecnologias de IA nas áreas propostas como prioritárias.	Inovação
swWO1	Incrementar o recurso à contratação de serviços ao Sistema Científico e Tecnológico Nacional e à BTID.	Organização
swWO2	Desenvolver estudos com o foco na análise de incorporação de tecnologias de IA no âmbito da manutenção preditiva em OpMil, complementarmente com a capacidade de utilização de manufatura aditiva, em particular por Forças Nacionais Destacadas.	Progresso
swWO3	Desenvolver eventos conjuntos para divulgação interna do potencial das FFAA para apoio a projetos com tecnologias de IA.	Inovação
swWO4	Incentivar a criação de desafios de inovação formais com adoção de tecnologias de IA nas unidades orgânicas das FFAA com capacidade de desenvolvimento de software.	Inovação
swWO5	Avaliar o desenvolvimento de parcerias ao nível das FFAA com o Sistema Científico e Tecnológico Nacional (SCTN) com vista a estabelecimento de protocolos de acesso a infraestruturas de computação.	Dados



#	Proposta (conforme matriz do Quadro 9)	Dimensão
swWO6	Desenvolver um <i>roadmap</i> para a aplicação de tecnologias de IA até 2030 nas áreas propostas como prioritárias.	Adoção; Talentos
swST1	Elaborar uma Diretiva Estratégia para a aplicação das tecnologias de IA nas FFAA.	Adoção; Organização
swST2	Incrementar os apoios, tanto financeiros como organizacionais, para promover a continuação de estudos de doutoramento por militares dos quadros permanentes nas áreas das tecnologias disruptivas.	Progresso
swST3	Incrementar a interação via workshops temáticos com a BTID, envolvendo a apresentação regular pela indústria nacional das tecnologias de IA que consideram ter potencial de aplicação em sistemas militares.	Talentos
swWT1	Desenvolver estudos para identificar os mecanismos necessários à transformação no ciclo de vida dos dados nas FFAA enquanto recurso chave das tecnologias de IA.	Organização
swWT2	Desenvolver estudos referentes à atratividade e capacidade de retenção nas FFAA dos militares dos quadros permanentes com competências específicas nas engenharias.	Talentos
swWT3	Elaborar um estudo, ao nível do MDN, com vista à avaliação do impacto resultante do atraso na transposição da legislação da UE no âmbito da transferência e atualização de dados entre serviços do Estado, assente em estudos de caso na área da mobilização e reserva de disponibilidade.	Dados

Apresenta-se no Quadro 10 a proposta para efeitos de priorização de esforço de investimento de incorporação de tecnologias de IA em processos/sistemas das FFAA, no âmbito das três funções de combate consideradas como prioritárias.

Quadro 10 - Contributos para priorização das áreas de incorporação de tecnologias IA

Função de Combate (ordem de prioridade)	Prioridade	Área de impacto das tecnologias de IA
1. Comando e Controlo	1	Apoio à decisão e gestão
	2	C4ISR
	3	Veículos autónomos
	4	Ciberespaço e espaço informacional
	5	Armas e efeitos
	6	Planeamento de capacidades
2. Informações	1	C4ISR
	2	Apoio à decisão e gestão
	3	Ciberespaço e espaço informacional
	4	Veículos autónomos
3. Apoio Logístico	1	Logística
	2	Apoio à decisão e gestão
	3	Veículos autónomos
	4	Planeamento de capacidades
	5	C4ISR



7. Conclusões

De uma forma global, a evolução tecnológica atual e a forte convergência do *big data*, do poder computacional e da investigação em algoritmos de *machine learning* – concentrando-se a liderança do conhecimento e a definição de tendências de evolução para as tecnologias emergentes e disruptivas como a IA essencialmente na sociedade civil –, constitui um desafio em termos de Segurança e Defesa.

A exiguidade de RH nas FFAA acresce a este desafio, designadamente em função da crescente complexidade dos sistemas de armas e da necessidade de assegurar em permanência a sua sustentação e condição de operacionalidade.

As tecnologias de IA possuem um carácter estruturante que irá provavelmente afetar todo o espectro de atividades, conforme reconhecem os países que integram a OTAN, constituindo a sua aplicação um real fator multiplicador de força, transversal aos diferentes domínios operacionais.

Na perspetiva da execução de tarefas que incrementam (*augment*) a inteligência humana, a incorporação de tecnologias de IA em processos/sistemas operacionais, em particular algoritmos de aprendizagem, tem-se revelado um importante auxílio e desempenhado um crescente papel no campo de batalha, designadamente através da implementação de mecanismos de previsão e da sua conseqüente possibilidade de atuação por antecipação.

Metodologicamente, esta investigação assentou num raciocínio indutivo, associado a uma estratégia qualitativa, e um desenho de pesquisa do tipo estudo de caso.

Neste âmbito, em resposta ao OE1, *Analisar a aplicação da IA no meio civil*, e associada QD1, tendo por base a análise documental e de conteúdo de oito entrevistas, concluiu-se que esta aplicação é caracterizada pela(o):

- existência de abrangente experiência em *data analytics* e *reasoning*, utilizada em ambiente operacional, e proficiência noutras tecnologias, como *data science*, *computer vision*, *data mining*, *explainable AI*;
- assegurar da capacidade de recorrer a pessoas com competências, apesar da escassez de oferta;
- reconhecimento da relevância atual da cultura de inovação nas organizações, enquanto indutor de motivação e catalisador de recursos;
- acompanhamento das dinâmicas e desafios colocados por estas tecnologias de IA nas diferentes dimensões, com a valorização de estruturas específicas para apoio à criação



de competências e o estabelecimento de parcerias, designadamente com academia e centros de inovação; e

- a necessidade de assegurar o acesso a dados ao abrigo de protocolos e NDA.

Cumprindo com o OE2, *Analisar a aplicação da IA em OpMil nas FFAA portuguesas*, e com a correspondente QD2, tendo por base a análise documental e de conteúdo de 14 entrevistas, concluiu-se que a sua aplicação se caracteriza:

- pelo envolvimento em projetos internos às FFAA com potencial de utilização de tecnologias de IA, designadamente dez das 18 tecnologias identificadas por entidades externas como possuindo potencial para poderem vir a ser utilizadas até 2030 em contexto operacional, de entre as quais se destacam as de apoio à decisão (*reasoning*), *computer vision*, e apoio à decisão (*open source*);

- por uma postura proativa de transformação e evolução na área de inovação;
- pela valorização de estruturas específicas para apoio à criação de competências em tecnologias emergentes e disruptivas, como as de IA;

- pela elevada relevância atribuída ao decisor executivo enquanto *stakeholder*;
- pelo reconhecimento da necessidade de estabelecer protocolos e NDA para aceder a dados;

- pela necessidade de incrementar o conhecimento genérico sobre tecnologias de IA e, no particular, para desenvolvimento de documentação específica referente ao emprego destas tecnologias de IA; e

- pelo reconhecimento de que as pessoas que constituem os núcleos com competências para abarcar estas tecnologias são insuficientes.

- Concluiu-se, ainda, que as funções de combate C2, Informações e Apoio logístico, na ordem referida, são consideradas prioritárias para a sua incorporação, na perspetiva de utilização destas tecnologias de IA em operação até ao final da década, envolvendo as áreas de Apoio à decisão e gestão, C4ISR, Veículos autónomos, Ciberespaço e espaço informacional, Armas e efeitos, Planeamento de capacidades e Logística.

Pelo referido, e em resposta ao OG, *Propor contributos para melhorar a exploração das tecnologias de IA em operações militares pelas FFAA portuguesas*, e correspondente QC, concluiu-se que estes passam pela implementação de 17 propostas concernentes à postura perante as tecnologias de IA, nas dimensões:

- Organização, pela criação de mecanismos próprios de financiamento (*Call ID&I* das FFAA) em linha de investigação específica para IA, incremento do recurso à contratação



de serviços ao SCTN e BTID, e desenvolver estudos para identificar as necessárias transformações no ciclo de vida dos dados enquanto recurso chave no contexto da IA;

– Progresso, através da incorporação de tecnologias de IA para manutenção preditiva em OpMil, em particular por Forças Nacionais Destacadas, e do incremento de apoios para estudos de doutoramento por militares dos quadros permanentes em tecnologias disruptivas;

– Adoção, mediante o desenvolvimento de uma Diretiva Estratégica para a IA nas FFAA, e de um roadmap para a sua aplicação até 2030 nas áreas prioritárias propostas;

– Inovação, através do incremento de eventos para uma promoção proativa do potencial das FFAA, integrando os três ramos, no apoio a projetos com tecnologias de IA, e procura de conhecimento, junto dos centros de inovação nacionais nas áreas propostas como prioritárias, da intensificação do estabelecimento de parcerias entre as FFAA e suas congéneres de países da EU com vista à obtenção de financiamento supletivo para projetos nas áreas propostas como prioritárias, e do incentivo à criação de desafios de inovação com adoção de tecnologias de IA nas áreas de desenvolvimento de software das FFAA e desenvolver eventos para divulgação interna do potencial das FFAA;

– Dados, mediante a criação de capacidade supletiva nos centros de dados das FFAA por forma a potenciar a adoção de IA, incluindo a contratação de serviços na nuvem, da avaliação do desenvolvimento de parcerias com o SCTN para acesso a infraestruturas de computação, e da elaboração de estudo ao nível do MDN, referente o impacto do atraso na transposição de legislação da UE no âmbito da transferência e atualização de dados entre serviços do Estado;

– Talentos, mediante a construção de uma comunidade de IA nas FFAA, com coordenação do Departamento para a Inovação e Transformação do EMGFA, do incremento da interação regular com a BTID em workshops temáticos envolvendo apresentação de tecnologias de IA que consideram ter potencial de aplicação em sistemas militares e desenvolvimento de estudos relativos à capacidade de retenção e atratividade no âmbito das engenharias.

O estudo apresenta como principal **contributo para o conhecimento** a formulação de um conjunto de propostas, metodológica e cientificamente validadas, para melhorar a capacidade das FFAA na exploração de tecnologias de IA e no alcançar de maturidade tecnológica para o seu emprego operacional (no horizonte de até 2030).



As duas principais **limitações**, alheias à investigação e que, contudo, não condicionaram a mais-valia das evidências encontradas, associam-se a sobreposições e interdependências tecnológicas abordadas e à sua associação com as funções de combate.

Em matéria de **estudos futuros** sugere-se a análise focada na incorporação de tecnologias de IA no âmbito da manutenção preditiva em apoio às Forças Nacionais Destacadas.



Referências bibliográficas

- Agência para a Modernização Administrativa. (s.d.). *Guia para uma Inteligência Artificial ética, transparente e responsável na administração pública*. Retirado de <https://tic.gov.pt/documents/37177/293193/GuIA+Resposta%CC%81vel+para+a+I+A+na+AP.pdf/b7b73227-7750-f6eb-a3a8-21bfd97d1e40>
- Comissão Europeia. (s.d.). AI Watch Investments: AI investments in the EU member states [Página *online*]. Retirado de https://web.jrc.ec.europa.eu/dashboard/AI_WATCH_INVESTMENTS/index.html?bookmark=member_states
- Conselho de Chefes de Estado-Maior. (2014a), *Conceito Estratégico Militar* [Aprovado pelo MDN em 22 de julho de 2014, confirmado pelo CSDN de 30 de julho de 2014]. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.
- Conselho de Chefes de Estado-Maior. (2014b). *Missões das Forças Armadas (MIFA)* [Aprovado em CSDN em 30 de julho de 2014]. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.
- Conselho Europeu. (2020). *Ad hoc Committee on Artificial Intelligence (CAHAI)*. Retirado de <https://rm.coe.int/cahai-2020-23-final-eng-feasibility-study-/1680a0c6da>
- Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence. (2021). *AI and Autonomy in the Military: An Overview of NATO Member States' Strategies and Deployment*. Retirado de https://ccdcoe.org/uploads/2021/12/Strategies_and_Deployment_A4.pdf
- Costa, P. (2020). Aplicação da Inteligência Artificial no domínio da Segurança e Defesa. Em: L.E. Saraiva & S. Fernandes (Coords.) (2020). *Após as novas guerras: Repensar a violência em Relações Internacionais*, (pp.167-184). Coleção “ARES”, 35. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Domingos, P. (2015). *The Master Algorithm*. EUA: Penguin Books.
- Estado-Maior do Exército. (2012). *PDE 3-00 Operações*. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- Estado-Maior-General das Forças Armadas. (2022). *Diretiva Estratégica para a Inovação nas Forças Armadas 2022 – 2032* [Versão de 15 de janeiro de 2022]. Lisboa: Estado-Maior-General das Forças Armadas.
- Exército da Alemanha. (2019). *Artificial Intelligence in Land Forces*. Retirado de <https://www.bundeswehr.de/resource/blob/156026/79046a24322feb96b2d8cce168315249/download-positions-papier-englische-version-data.pdf>



- Exército de Espanha. (2019). *Fuerza* 35. Retirado de http://www.ejercito.mde.es/Galerias/Descarga_pdf/EjercitoTierra/Publicaciones/fuerza_35.pdf
- Governo de Espanha. (2020). *Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial*. Retirado de <https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2020/021220-ENIA.pdf>
- Governo do Reino Unido. (2021), *National AI Strategy*. Retirado de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1020402/National_AI_Strategy_-_PDF_version.pdf
- Governo Federal da Alemanha. (2018). *Artificial Intelligence Strategy*. Retirado de https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html?file=files/downloads/Nationale_KI-Strategie_engl.pdf
- Iniciativa Integrada de Política Pública Dedicada ao Reforço de Competências Digitais. (2019). AI Portugal 2030: Portuguese national initiative on digital skills. Retirado de https://www.incode2030.gov.pt/sites/default/files/julho_incode_brochura.pdf
- Iniciativa Integrada de Política Pública Dedicada ao Reforço de Competências Digitais. (2020). Indicadores – O Observatório das Competências Digitais [Página online]. Retirado de <https://observatorio.incode2030.gov.pt/indicadores/indicadores-todos-por-eixos-de-acao/>
- Iniciativa Integrada de Política Pública Dedicada ao Reforço de Competências Digitais. (2021). AI Portugal 2030 [Página online]. Retirado de <https://www.incode2030.gov.pt/ai-portugal--2030>
- Kanaan, M. (2020). *T-Minus AI*. Dallas: BenBella Books, Inc.
- Kepner, J., & Gadepally, V. (2020). *Mathematics of Big Data and Machine Learning – Session 1 Artificial Intelligence and Machine Learning* [Sessão MIT Lincoln Laboratory]. Retirado de <https://www.youtube.com/watch?v=t4K6lney7Zw>
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C.E. (1955). A Proposal For The Dartmouth Summer Research Project On Artificial Intelligence [Página online]. Retirado de <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>
- Ministério da Defesa de França. (2019). *Artificial Intelligence In Support Of Defence - Report of the AI Task Force*. Retirado de https://www.defense.gouv.fr/content/download/573877/9834690/Strat%C3%A9gie%20de%20IA-UK_9%202020.pdf



- Missão Permanente de Portugal junto da Organização do Tratado do Atlântico Norte. (2022a), Telegrama “DIANA – Definição do ‘initial footprint’” [n.º 341, de 4 de abril de 2022]. Bruxelas: Autor.
- Missão Permanente de Portugal junto da Organização do Tratado do Atlântico Norte. (2022b), Telegrama “DIANA – Definição do ‘initial footprint’” [n.º 342, de 4 de abril de 2022]. Bruxelas: Autor.
- Moor, J. (2006). The Dartmouth College Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years. *AI Magazine*, 27(4), 87-91. Retirado de <https://aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/1911/1809>
- Ng, A. (2017). Andrew Ng: Why AI Is the New Electricity [Página *online*]. Retirado de <https://www.gsb.stanford.edu/insights/andrew-ng-why-ai-new-electricity>
- North Atlantic Treaty Organization. (2021a). NATO 2030 – Factsheet [Página *online*]. Retirado de https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2021/6/pdf/2106-factsheet-nato2030-en.pdf
- North Atlantic Treaty Organization (2021b). Summary of the NATO Artificial Intelligence Strategy [Página *online*]. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_187617.htm
- North Atlantic Treaty Organization. (2022a). Initial DIANA Footprint [Página *online*]. Retirado de https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2022/4/pdf/220407-DIANA-maps.pdf
- North Atlantic Treaty Organization. (2022b). NATO sharpens technological edge with innovation initiatives [Página *online*]. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_194587.htm
- North Atlantic Treaty Organization Science & Technology Organization. (2019). *Science & Technology Trends: 2020-2040*. Retirado de https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf
- North Atlantic Treaty Organization Standardization Office. (2019). *AJP-3 Allied Joint Doctrine for the Conduct of Operations*. Retirado de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/797323/doctrine_nato_conduct_of_ops_ajp_3.pdf



- North Atlantic Treaty Organization Standardization Office. (2020). *AAP-06 NATO Glossary of Terms and Definitions (English and French)*. Retirado de <https://nso.nato.int/nso/nsdd/main/standards?search=Glossary>
- Oliveira, A. (2017). *Mentes Digitais: A Ciência Redefinindo a Humanidade* (3.ª Ed.). Lisboa: IST Press.
- Parcelas, H. (2019). A Sexta Geração dos Conflitos - A Inteligência Artificial Autónoma na Guerra. Em: L. Saraiva, R. Vieira & J. Correia (Coords.) (2019). *Estudos Estratégicos das Crises e dos Conflitos Armados*, (pp.207–227). Coleção “ARES”, 29. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Rego, A., Cunha, M. P. E., & Meyer Jr, V. (2018). Quantos participantes são necessários para um estudo qualitativo? Linhas práticas de orientação. *Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa*, 17(2), 43-57. Retirado de http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-44642018000200004&lng=pt&tlng=pt
- Santos, L. A. B., & Lima, J. M. M. V. (Coords.). (2019). *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação* (2.ª Ed, revista e atualizada). Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Sharre, P. (2018). *Army of none: autonomous weapons and the future of war*. New York: W. W. Norton & Company.
- Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. (s. d.). Global AI Vibrancy Tool: Who's leading the global AI race? [Página online]. Retirado de <https://aiindex.stanford.edu/vibrancy/>
- Tarraf D. C., Shelton W., Parker E., Alkire B., Gehlhaus D., Grana J., ... Warren, K. (2019). *The Department of Defense Posture for Artificial Intelligence: Assessment and Recommendations*. Retirado de https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR4200/RR4229/RAND_RR4229.pdf
- Tortoise. (s.d.). The Global AI Index [Página online]. Retirado de <https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/>
- Villani, C. (2018). *For a Meaningful Artificial Intelligence - Towards a french and european strategy* [Estratégia Nacional de França para a IA]. Retirado de https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani_Report_ENG-VF.pdf



Visual Paradigm. (s.d.). TOWS Analysis: A Comprehensive Guide [Página *online*]. Retirado de <https://online.visual-paradigm.com/knowledge/strategic-analysis/tows-analysis-guide/>



Apêndice A – Corpo de conceitos

Apresenta-se no presente Apêndice o conjunto de conceitos considerados relevantes para auxiliar à compreensão deste trabalho de investigação:

AI Chips – “*AI chips include graphics processing units (GPUs), field-programmable gate arrays (FPGAs), and application-specific integrated circuits (ASICs) that are specialized for AI*” (Khan & Mann, 2020).

Analytics – “*AI analytics uses machine learning algorithms to constantly monitor and analyze huge amounts of data, automating the time-consuming work normally done by a data analyst. [...] AI analytics refers to a subset of business intelligence that uses machine learning techniques to discover insights, find new patterns and discover relationships in the data*” (Anodot, 2022).

Apoio logístico – “[Military Function/Função de Combate] *forces and their fighting power need to be sustained through all phases of operations. Sustainment provides for the comprehensive provision of: personnel; logistics; medical; and general MILENG support required to maintain combat power throughout all phases of the operation*” (North Atlantic Treaty Organization Standardization Office [NSO] AJP-3, 2019, pp.1-24).

Atividades de informação e influência – “[Military Function/Função de Combate] *the use of information is critical to decision making processes. Actors’ perception within the operating environment is dependent on information available to them. Agility and proactive action in the information environment is critical to operational success [...]*” (North Atlantic Treaty Organization Standardization Office [NSO] AJP-3, 2019, pp.1-24).

Comando e controlo (C2) – “[Military Function/Função de Combate] *encompasses the exercise of authority and direction by a commander over assigned and attached forces to accomplish the mission. [...]*” (North Atlantic Treaty Organization Standardization Office [NSO] AJP-3, 2019, pp.1-22-1-23).

Computer Vision – “*Computer vision is a field of artificial intelligence (AI) that enables computers and systems to derive meaningful information from digital images, videos and other visual inputs — and take actions or make recommendations based on that information. If AI enables computers to think, computer vision enables them to see, observe and understand*” (IBM, s.d.).

Cooperação civil-militar (CIMIC) – “[Military Function/Função de Combate] *is a joint function comprising a set of capabilities integral to supporting the achievement objectives and enabling NATO commands to participate effectively in a broad spectrum of CMI [civil-military interaction] with diverse non-military actors [...]*” (North Atlantic Treaty Organization Standardization Office [NSO] AJP-3, 2019, pp.1-25).

Data Curation – “*Active and on-going management of data through its lifecycle of interest and usefulness to scholarship, science, and education*” (University of Illinois Urbana-Champaign, 2022).

Data Mining – “*The term data mining is somewhat overloaded. It sometimes refers to the whole process of knowledge discovery and sometimes to the specific machine learning phase*” (Stanford University, 1998).

Data Science – “*A broad grouping of mathematics, statistics, probability, computing, data visualization to extract knowledge from a heterogeneous set of data (images, sound, text, genomic data, social network links, physical measurements, etc.)*” (Council of Europe Portal, s.d.).

Deep learning – “*A newer area of machine learning that automatically learns from datasets without introducing human rules or knowledge. This requires massive amounts of raw data for processing and the more data that is received, the more the predictive model improves.*” (Tamir M., 2020) [Tipo de Machine Learning].

Exascale computing – “*Computing systems capable of at least one exaflop or a billion billion calculations per second (10¹⁸). That is 50 times faster than the most powerful supercomputers being used today [...]*” (Los Alamos National Laboratory, s.d.).

Expert Systems – “*A software system that can learn new procedures by analyzing the outcome of past events, or that contains a knowledge base of rules that can be applied to new data or circumstances not explicitly anticipated by the developer.*” (Gartner, s.d.).

Explainable AI / Interpretability – “*The ability to explain or to present an ML model's reasoning in understandable terms to a human.*” (Google, s.d.).

Few-shot Learning/ Frugal AI – “*A machine learning approach, often used for object classification, designed to learn effective classifiers from only a small number of training examples.*” (Google, s.d.).



Fogos – “[Military Function/Função de Combate] *creates effects on a target. They may be applied directly or indirectly to create a wide range of physical and psychological effects by degrading capability and shattering cohesion. Fires are often delivered by joint assets and may include naval fire, land direct fire, land indirect fire and aerial fire. Using fires is central to the commander’s plan; fires provide the commander with the ability to affect the physical component of adversary fighting power, impacting their understanding and moral component and, consequently, influencing their will to fight [...]*” (North Atlantic Treaty Organization Standardization Office [NSO] AJP-3, 2019, pp.1-21).

Funções de combate – Grupo de tarefas e sistemas (pessoas, organizações, informação e processos) unidos por uma finalidade comum que os comandantes aplicam para cumprir missões operacionais e de treino (Estado-Maior do Exército, 2012, p.37), assumindo particular relevância para a presente investigação as funções que são comuns a todos os níveis das operações conjuntas (*Joint Functions*) (North Atlantic Treaty Organization Standardization Office [NSO] Allied Joint Publication AJP-3, 2019, pp.1-21-1-27): manobra; fogos; comando e controlo; informações; atividades de informação; apoio logístico; proteção da força; e cooperação civil-militar [descritas neste Apêndice].

Fuzzy Logic – “*is a reasoning paradigm that deals with approximate or imprecise information by enabling variables to be described (often linguistically) and acted upon in terms of their degree of membership in predetermined sets. Control systems in electronic equipment and consumer products and other embedded control systems are among the most popular applications*” (Gartner, s.d.).

General AI – Abstração conceptual da área da IA referente à autonomia total (*full autonomy*) (Kepner & Gadepally, 2020).

Human–Machine Teaming [Graus de autonomia] – “*Human-in-the-loop collaboration is when a human is closely in the loop of the AI system. For example, a human and machine working together to jointly solve a common goal. In this relationship, the human and machine are equal contributors (or in certain cases, the human is a greater participant) to the overall system. The second type of relationship is referred to as human-on-the-loop. In this form of interaction, a human is largely participating in the system in a supervisory capacity. Human-on-the-loop systems will largely leverage automated techniques and may triage more important information to a human observer or the human may provide oversight on the functioning of the system. The final type of relationship is referred to as human-out-of-the-loop. In this relationship, the human does not participate in the AI system’s operation under normal conditions.*” (Gadepally et al., 2019 , p.38).

Informações – “[Military Function/Função de Combate] *the role of intelligence is to contribute to a continuous and coordinated understanding of the operating environment, to support commanders by identifying conditions required to achieve objectives; avoiding undesired effects; and assessing the impact of adversary, friendly and neutral actors on the commanders’ concept of operations. Intelligence is therefore an aid to provide situational awareness, develop understanding and is a critical tool for decision-making [...]*” (North Atlantic Treaty Organization Standardization Office [NSO] AJP-3, 2019, pp.1-23-1-24).

Inteligência Artificial (IA) [ou AI – Artificial Intelligence] – Área científica e o conjunto de tecnologias que utilizam programas e dispositivos físicos para imitar facetas avançadas da inteligência humana (INCoDe.2030, 2021), tendo estas tecnologias o objetivo de criação de sistemas de computadores capazes de aprender e melhorar o seu desempenho à medida que adquirem mais dados e experiência relacionada com as tarefas que foram atribuídas e desenhadas para fazer (Kanaan, 2020, p.118), considerando-se a abstração conceptual de duas áreas, a *narrow AI* e a *general AI* [descritos neste Apêndice], conforme metodologia lecionada por Kepner e Gadepally (2020), *Massachusetts Institute of Technology* (MIT).

Machine Learning (ML) – Para a ciência de dados (*data science*), o conceito básico de *machine learning* envolve a utilização de métodos estatísticos de aprendizagem e otimização que permitem que os computadores analisem conjuntos de dados e identifiquem padrões. As técnicas de *machine learning* potenciam a pesquisa de dados (*data mining*) para identificar tendências históricas para extrapolação em modelos futuros. Genericamente, um algoritmo típico de *supervised machine learning* é composto por três componentes: 1. Um processo de decisão, envolvendo um conjunto de cálculos ou outras etapas em que processa os dados de entrada e devolve uma “suposição” (*guess*) sobre o tipo de padrão nesses dados, que o seu algoritmo procura encontrar. 2. Uma função de erro, consistindo num método para medir a qualidade da “suposição”, comparando-a com exemplos conhecidos (quando disponíveis). 3. Um processo de atualização ou otimização, onde o algoritmo analisa o erro e, em seguida, atualiza a forma como o processo de decisão alcança a decisão final, para que na



próxima oportunidade o erro seja menor. Muitos modelos de *machine learning* são definidos em função da presença, ou ausência, da influência humana sobre os dados em bruto, seja na atribuição de recompensa, num feedback específico, ou utilização de “rótulos” (*labels*), considerando-se existir os seguintes tipos de ML: *supervised learning*; *unsupervised learning*, *semisupervised learning*, *reinforcement learning*, e *deep learning* [descritos neste Apêndice] (Tamir M., 2020).

Manobra – “[Military Function/Função de Combate] *the principal purpose of manoeuvre is to gain positional advantage in respect to the adversary from which force can be threatened or applied. Manoeuvre seeks to render adversaries incapable of resisting effectively throughout all dimensions of the JOA effectively by shattering their cohesion rather than destroying each of his components through incremental attrition [...]*” (North Atlantic Treaty Organization Standardization Office [NSO] AJP-3, 2019, pp.1-21).

Narrow AI – Abstração conceptual da área da IA que enquadra a teoria e o desenvolvimento de sistemas computacionais que executam tarefas que incrementam (*augment*) a inteligência humana, designadamente perceber (*perceiving*), classificar, aprender, abstrair, raciocinar, e/ou a agir (*acting*) (Kepner & Gadeppally, 2020).

Processamento de Linguagem Natural / Natural Language Processing – “*Determining a user's intentions based on what the user typed or said. For example, a search engine uses natural language understanding to determine what the user is searching for based on what the user typed or said.*” (Google, s.d.).

Proteção da força – “[Military Function/Função de Combate] *is a function aimed at minimizing the vulnerability of personnel, facilities, equipment, materiel, operations and activities from threats and hazards to preserve freedom of action and operational effectiveness thereby contributing to mission success. The fundamental elements of force protection are security, military engineering support to force protection, air defence, medical force protection and force health protection, consequence management, resilience, tactical area of responsibility control, and CBRN defence [...]*” (North Atlantic Treaty Organization Standardization Office [NSO] AJP-3, 2019, pp.1-25).

Reasoning / Case-based Reasoning – “*is an artificial-intelligence problem-solving technique that catalogs experience into “cases” and correlates the current problem to an experience. CBR is used in many areas, including pattern recognition, diagnosis, troubleshooting and planning. These systems are easy to maintain in comparison to rule-based expert systems*” (Gartner, s.d.).

Reinforcement learning – “*The dataset uses a “rewards/punishments” system, offering feedback to the algorithm to learn from its own experiences by trial and error.*” (Tamir M., 2020) [Tipo de Machine Learning].

Safety and Security AI – “[...] *there are compelling reasons to promote measures that enhance the safety, surety, and security of AI systems in military affairs. There are also difficult policy trade-offs involved [...]*” (Imbrie & Kania, 2019).

Scheduling/Algoritmos de Escalonamento – “*Most frequent use of real-time AI is in scheduling work orders through a sequence of work centers [...] this form of scheduling allows for dynamic variation in the availability of these resources and still produces a quasi-optimal schedule*” (Green, 2016).

Semisupervised learning – “*The dataset contains structured and unstructured data, which guide the algorithm on its way to making independent conclusions. The combination of the two data types in one training dataset allows machine learning algorithms to learn to label unlabeled data.*” (Tamir M., 2020) [Tipo de Machine Learning].

Sistemas preditivos / Predictive Model – “*is a commonly used statistical technique to predict future behavior. Predictive modeling solutions are a form of data-mining technology that works by analyzing historical and current data and generating a model to help predict future outcomes. In predictive modeling, data is collected, a statistical model is formulated, predictions are made, and the model is validated (or revised) as additional data becomes available. (...)*” (Gartner, s.d.).

Supervised learning – “*The dataset being used has been pre-labeled and classified by users to allow the algorithm to see how accurate its performance is.*” (Tamir M., 2020) [Tipo de Machine Learning].

Unsupervised learning – “*The raw dataset being used is unlabeled and an algorithm identifies patterns and relationships within the data without help from users.*” (Tamir M., 2020) [Tipo de Machine Learning].



Referências:

- Anodot. (2022). What is AI Analytics? [Página *online*]. Retirado de <https://www.anodot.com/learning-center/ai-analytics/>
- Council of Europe Portal. (s.d.). [Página *online*]. Retirado de [https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/glossary#:~:text=ARTIFICIAL%20INTELLIGENCE%20\(AI\),previously%20delegated%20to%20a%20human.](https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/glossary#:~:text=ARTIFICIAL%20INTELLIGENCE%20(AI),previously%20delegated%20to%20a%20human.)
- Gartner. (s.d.). Information Technology - Gartner Glossary [Página *online*]. Retirado de <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/predictive-modeling>
- Google. (s.d.). Machine Learning Glossary [Página *online*]. Retirado de <https://developers.google.com/machine-learning/glossary#a>
- Green, P. (2016). Real-Time Artificial Intelligence for Scheduling and Planning Make-to-Order Manufacturing [Página *online*]. Retirado de <https://industrytoday.com/wp-content/uploads/2016/11/real-time-ai-make-to-order-whitepaper.pdf>
- IBM. (s.d.). What is computer vision? [Página *online*]. Retirado de <https://www.ibm.com/topics/computer-vision>
- Imbrie, A., Kania, E. (2019). AI Safety, Security, and Stability Among Great Powers: Options, Challenges, and Lessons Learned for Pragmatic Engagement [Página *online*]. Retirado de <https://cset.georgetown.edu/publication/ai-safety-security-and-stability-among-great-powers-options-challenges-and-lessons-learned-for-pragmatic-engagement/>
- Kepner, J., & Gadepally, V. (2020). *Mathematics of Big Data and Machine Learning – Session 1 Artificial Intelligence and Machine Learning* [Sessão MIT Lincoln Laboratory]. Retirado de <https://www.youtube.com/watch?v=t4K6lney7Zw>
- Khan, S.M., Mann A. (2020). AI Chips: What They Are and Why They Matter [Página *online*]. Retirado de <https://cset.georgetown.edu/publication/ai-chips-what-they-are-and-why-they-matter/>
- Los Alamos National Laboratory. (s.d.). Meeting national security science challenges with reliable computing [Página *online*]. Retirado de <https://www.lanl.gov/projects/exascale-computing-project/#:~:text=Exascale%20computing%20refers%20to%20computing,came%20into%20operation%20in%202008.>
- North Atlantic Treaty Organization Standardization Office. (2019). *AJP-3 Allied Joint Doctrine for the Conduct of Operations*. Retirado de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/797323/doctrine_nato_conduct_of_ops_ajp_3.pdf
- Stanford University. (1998). Glossary of Terms: Special Issue on Applications of Machine Learning and the Knowledge Discovery Process [Página *online*]. Retirado de <https://ai.stanford.edu/~ronnyk/glossary.html>
- Tamir, M. (2020). What Is Machine Learning? [Página *online*]. Retirado de <https://ischoolonline.berkeley.edu/blog/what-is-machine-learning/>
- University of Illinois Urbana-Champaign. (2022). Data Curation [Página *online*]. Retirado de <https://ischool.illinois.edu/research/areas/data-curation>



Apêndice B – Questões por universo de entidades entrevistadas

Parte	n.	al.	Questão	Guião		
				SGMDN/ DGRDN	Forças Armadas	Entidades externas
Parte I	1.	a.	No que concerne a tecnologias emergentes como a IA: Como avalia o grau de adequabilidade da sua "tradução" em documentação estruturante (Estratégia, Plano, Diretiva, <i>Roadmap</i> , outras...) na sua instituição?	X	X	
Parte I	1.	b.	Considera que existe a necessidade da sua materialização em estruturas/unidades orgânicas específicas, para o apoio à criação de competências e ao seu desenvolvimento/adoção de forma transversal às diferentes áreas potencialmente beneficiárias?	X	X	X
Parte I	1.	c.	A sua instituição possui recursos humanos (militares ou civis) devida e especificamente preparados para operar nesta área?	X	X	X
Parte I	1.	d.	Quais considera serem os principais <i>stakeholders</i> e respetivas responsabilidades/funções, internos ou externos à sua instituição?	X	X	X
Parte I	2.	a.	Numa visão de adoção operacional (em produção) de tecnologias de IA em 2030, quais considera serem as principais: Atividades em curso (e/ou projetadas) na sua instituição e tecnologias envolvidas? Refira, p.f., em que fase de maturidade tecnológica se encontram atualmente (investigação, desenvolvimento de protótipo, desenvolvimento de produto, e emprego operacional [TRL - <i>Technology Readiness Level</i>]).	X	X	X
Parte I	2.	b.	Tecnologias com maior potencial de emprego operacional/em produção (TRL superior a 7) até ao final da década?	X	X	X
Parte I	3.		Existe documentação específica sobre conceitos de emprego, técnicas, procedimentos e processos envolvendo a adoção (atual ou futura) destas tecnologias de IA na sua instituição?	X	X	X
Parte I	4.		Na sua perceção, qual o grau de preocupação da sua instituição com desenvolvimento/manutenção de uma cultura de inovação? Elabore, p.f., a sua resposta, referindo, entre outros aspetos que considerar pertinentes, exemplos que materializam essa preocupação, mecanismos implementados para incorporar/alavancar inovações alcançadas externamente, e/ou para identificar e atrair/obter pessoas com experiência pessoal e profissional associadas à capacidade de inovar?	X	X	X
Parte I	5.		Como é que a sua instituição considera a obtenção, governação, tratamento e utilização dos apreciáveis volumes de dados para os diferentes estádios de desenvolvimento destas tecnologias de IA (treino de algoritmos e posterior validação), seja ao nível restrito nacional (militar, civil público ou privado), seja num sentido mais lato, concernente às organizações internacionais de que Portugal faz parte (ex.: estabelecimento de protocolos/projetos comuns com Forças Armadas de países amigos)?	X	X	X
Parte I	6.	a.	Da sua experiência: Quais as eventuais preocupações/transformações efetuadas, ou projetadas, para melhor posicionar a sua instituição com vista à adoção/incorporação de tecnologias de IA (ex.: capacidade de armazenamento, de computação, e outras infraestruturas)?	X	X	X



Parte	n.	al.	Questão	Guião		
				SGMDN/ DGRDN	Forças Armadas	Entidades externas
Parte I	6.	b.	Como é que a sua instituição se poderá preparar melhor ao nível do desenvolvimento de competências específicas – para o ciclo de vida da tecnologia – deste os requisitos operacionais e subsequentes requisitos técnicos, passando pelo eventual desenvolvimento interno ou procedimento aquisitivo, teste e aceitação, formação e treino, emprego operacional, manutenção e fim de vida, a fim de potenciar a adoção / integração de tecnologias de IA em operação até ao final da década? Elabore, p.f., a sua resposta referindo, entre outras questões que considere pertinentes, se se afiguraria vantajosa a criação/existência do conceito de gestão de carreira nesta área do conhecimento da IA.	X	X	X
Parte I	6.	c.	Considera útil um maior envolvimento e participação da sua instituição com as universidades/centros de investigação/empresas, em particular nas áreas onde Portugal assume intenção de liderança europeia (processamento de linguagem natural, tomada de decisão em tempo real, IA para desenvolvimento de software e IA para computação de ponta)? Elabore, p.f., a sua resposta, identificando, entre outras questões que considere pertinentes, quais considera serem as áreas e tecnologias que se mais de adequam às necessidades das FFAA e apresentam maior potencial para alcançar níveis de TRL superior a sete (em operação/produção) até ao final da década.	X	X	X
Parte II	7.		Indique, p.f., num exercício por função de combate, quais os principais processos/sistemas associados que considera ter o potencial para beneficiar das vantagens da incorporação de tecnologias de IA (<i>narrow AI</i>), priorizando-os (1 = Maior prioridade): <tabela> Manobra: 1. (...); Fogos: 1. (...); Comando e Controlo: 1. (...); Informações: 1. (...); Atividades de Informação: 1. (...); Apoio Logístico: 1. (...); Proteção da Força: 1. (...); Cooperação Civil-Militar: 1. (...)		X	
Parte II	8.		Considerando como objetivo a criação de condições para a implementação de tecnologias de IA em operações militares até ao final da década, priorize, p.f., no quadro abaixo o esforço de investimento pelas funções de combate identificadas (1 = Maior prioridade; 8 = Menor prioridade): <tabela> Manobra: ...; Fogos: ...; Comando e Controlo: ...; Informações: ...; Atividades de Informação: ...; Apoio Logístico: ...; Proteção da Força: ...; Cooperação Civil-Militar: ...		X	

Legenda:

IA – Inteligência Artificial

DGRDN – Direção-Geral de Recursos de Defesa Nacional do Ministério da Defesa Nacional

SGMDN – Secretaria-Geral do Ministério da Defesa Nacional

TRL - *Technology Readiness Level*

**Apêndice C – Lista de participantes na investigação**

#	Função	Entidade	Data	Método
E1	Diretor da Direção de Comunicações e Sistemas de Informação (Exército)	Brigadeiro-general Paulo Fernando Viegas Nunes	14mar22	<i>Teams</i>
E2	Subdiretora-Geral da Polícia Judiciária	Dra. M. Luísa Proença	15mar22	Presencial
E3	Chefe da Divisão de Planeamento de Forças do Estado-Maior do Exército	Coronel Tirocinado Luís Miguel Afonso Calmeiro	15mar22	Presencial
E4	Diretor da Direção de Comunicações e Sistemas de Informação do Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMGFA)	Brigadeiro-general Carlos Jorge de Oliveira Ribeiro	17mar22	Presencial
E5	Diretor do Centro de Investigação da Academia Militar	Professor Doutor Thomas Peter Gasche	18mar22	Presencial
E6	Doutorando, investigação em IA	Tenente-coronel Hélder Fernando Ramos do Amaral Parcelas	18mar22	<i>Teams</i>
E7	Diretor do Centro de Investigação Naval	Capitão-de-fragata Jorge Manuel Lourenço Gorricha	21mar22	<i>Teams</i>
E8	Secretário-Geral Adjunto do Ministério da Defesa Nacional	Comodoro Rui Manuel Alves Francisco	22mar22	<i>Teams</i>
E9	Presidente do INESC Holding	Professor Doutor Arlindo Oliveira	23mar22	<i>Teams</i>
E10	Chefe da Divisão de Inovação do Estado-Maior da Armada	Capitão-de-fragata João Lourenço da Piedade	23mar22	Presencial
E11	Senior Consultant, Industry & Services Solutions, SisTrade	Regina M. Correia	24mar22	<i>Teams</i>
E12	Centro de Investigação da Academia da Força Aérea	Major Luís Filipe da Silva Félix	25mar22	<i>Teams</i>
E13	Diretor Business Development do INOV	Engenheiro John Rodrigues	28mar22	Presencial
E14	Chefe da Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação do Estado-Maior da Força Aérea	Coronel Bruno Miguel Fernandes Cabaço	29mar22	Presencial
E15	Diretor do Departamento de Inovação e Transformação do EMGFA	Brigadeiro-general João Paulo de Almeida	29mar22	Presencial
E16	CEO VisionSpace	Tiago D. C. Carvalho	30mar22	<i>Teams</i>
E17	Diretora da Direção de Comunicações e Sistemas de Informação, Força Aérea	Coronel Ana Cristina Telha	31mar22	Presencial
E18	Principal Engineer, Critical Software	Engenheiro Gonçalo L. Valadas	31mar22	E-mail
E19	Subdiretor-Geral de Recursos da Defesa Nacional	Major-general Jorge Filipe Marques Moniz Côte-Real Andrade	01abr22	Presencial
E20	Transportes e Defesa, Indra	Dinis de Oliveira Magalhães	04abr21	<i>Teams</i>
E21	Defence, Security & Space Director, Edisoft	Engenheira Teresa Pires Cardoso	05abr22	Presencial
E22	Diretor-geral da Autoridade Marítima e Comandante-geral da Polícia Marítima	Vice-almirante João Dores Aresta	22abr22	E-mail

Legenda: [cor cinzenta] – Entidade externa ao Ministério da Defesa, Estado-Maior-General das Forças Armadas e ramos.

CEO – Chief Executive Officer

INESC – Instituto de Engenharia de Sistemas E Computadores

EMGFA - Estado-Maior-General das Forças Armadas



Apêndice D – Análise de conteúdo das entrevistas

Quadro 11 – Questão n.º 1.a.

No que concerne a tecnologias emergentes como a IA: Como avalia o grau de adequabilidade da sua "tradução" em documentação estruturante (Estratégia, Plano, Diretiva, <i>Roadmap</i> , outras...) na sua instituição?																	
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados														Militar	
		E1	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E10	E12	E14	E15	E17	E19	E22	Σ	%
Organização	O.01		x	x	x	x	x		x			x				7	50
	O.02	x												x		2	14,3
	O.03			x	x	x										3	21,4
	O.04								x		x	x		x	x	6	46,2
Legenda: O.01 - Existe "tradução" em documentação estruturante; O.02 - Em elaboração / referências externas; O.03 - Trabalhos científicos / candidaturas de projetos ID&I; O.04 - Não existe "tradução" em documentação estruturante.																	

Conclusão sobre respostas à questão: Regista-se uma frequência de 50% em concordância (O.01), dos quais 37,5% (três em oito) salientam outros documentos resultantes de trabalhos científicos e candidaturas a projetos (O.01), registando-se 46,2% como não possuindo (O.04) e 14,3% com documentação correntemente em produção (O.02), sendo necessário evoluir, em linha com outras FFAA.

Quadro 12 – Questão n.º 1.b.

Considera que existe a necessidade da sua materialização em estruturas/unidades orgânicas específicas, para o apoio à criação de competências e ao seu desenvolvimento/adoção de forma transversal às diferentes áreas potencialmente beneficiárias?																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados																						Militar		Civil		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Organização	O.05	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10	71,4	5	62,5	15	68,2	
	O.06	x																					3	21,4	3	37,5	6	27,3	
Legenda: O.05 - Sim; O.06 - Não.																													

Conclusão sobre respostas à questão: a postura de ambos os universos é semelhante, valorizando a criação de estruturas específicas, designadamente pela vantagem que oferece na obtenção de sinergias entre áreas diferentes (A. Oliveira, entrevista por Teams, 23 de março de 2022), assim como na criação de competências internas e no suporte nestas áreas emergentes às diferentes áreas de negócio (G. L. Valadas, entrevista por E-mail, 31 de março de 2022), verificando-se uma maior concordância nas respostas na área “interna”.

Quadro 13 – Questão n.º 1.c.

A sua instituição possui recursos humanos (militares ou civis) devida e especificamente preparados para operar nesta área?																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																						Militar		Civil		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Talentos	T.01						x	x						x			x						4	28,6	0	0,0	4	18,2	
	T.02		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8	57,1	8	100	16	72,7	
	T.03		x	x	x	x	x		x						x					x			7	50,0	1	12,5	8	36,4	
Legenda: T.01 - Não; T.02 - Sim; T.03 - Sim, mas insuficientes.																													

Conclusão sobre respostas à questão: A totalidade externa (100%) tem RH preparados (T.02) para operar com tecnologias de IA, apenas uma em oito (12,5%) refere explicitamente que são insuficientes (T.03). Nas FFAA, 57,1% refere ter RH preparados para operar com tecnologias de IA (T.02), 87,5% (sete em oito) dos quais considera como insuficientes (T.03), verificando-se uma frequência de 30,8% como não tendo (T.01).

Quadro 14 – Questão n.º 1.d.

Quais considera serem os principais <i>stakeholders</i> e respetivas responsabilidades/funções, internos ou externos à sua instituição?																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																						Militar		Civil		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ	%	Σ	%	Σ	%



Quadro 16 – Questão n.º 2.b.

Tecnologias com maior potencial de emprego operacional/em produção (TRL superior a 7) até ao final da década?																																
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																						Militar		Civil		Global				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ	%	Σ	%	Σ	%			
Progresso	P.01																									0	0,0	1	12,5	1	4,5	
	P.02		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x		x										6	42,9	6	75,0	12	54,5	
	P.03		x	x		x	x	x	x	x				x	x	x										7	50,0	2	25,0	9	40,9	
	P.04		x	x		x	x	x	x	x				x	x	x										7	50,0	5	62,5	12	54,5	
	P.05		x	x		x	x	x	x	x				x												7	50,0	3	37,5	10	45,5	
	P.06		x						x	x				x												2	14,3	3	37,5	5	22,7	
	P.07		x						x	x	x			x	x	x										5	35,7	4	50,0	9	40,9	
	P.08																										0	0,0	3	37,5	3	13,6
	P.09																										0	0,0	0	0,0	0	0,0
	P.10																										0	0,0	1	12,5	1	4,5
	P.11																										1	7,1	3	37,5	4	18,2
	P.12																										0	0,0	1	12,5	1	4,5
	P.13																										2	14,3	2	25,0	4	18,2
	P.14																										0	0,0	1	12,5	1	4,5
	P.15																										0	0,0	2	25,0	2	9,1
	P.16																										2	14,3	1	12,5	3	13,6
	P.17																										5	35,7	2	25,0	7	31,8
	P.18																										0	0,0	1	12,5	1	4,5

Legenda: P.01 - AI Chips; P.02 - Analytics; P.03 - Apoio à decisão (open source); P.04 - Apoio à decisão (reasoning); P.05 - Computer vision; P.06 - Data mining; P.07 - Data science; P.08 - Explainable AI; P.09 - Few-shot Learning/ Frugal AI; P.10 - Fuzzy Logic; P.11 - Processamento de Linguagem Natural; P.12 - Reinforcement Learning; P.13 - Robótica; P.14 - Safety and Security AI; P.15 - Scheduling/ Algoritmos de Escalonamento; P.16 - Simulação; P.17 - Sistemas preditivos; P.18 - Supervised Learning.

Conclusão sobre respostas à questão: Na visão externa, verifica-se que a maioria das tecnologias de IA identificadas nas atividades em curso (alínea anterior) terão potencial de aplicação operacional até 2030, com uma frequência de 75% Analytics (P.02), 62,5% Apoio à decisão (reasoning) (P.04), 50% Data Science (P.07), 37,5% Computer vision (P.05), Data mining (P.06), Explainable AI (P.08) e Processamento de Linguagem Natural (P.11). Verifica-se que os projetos em curso ou planeados nas FFAA envolvem dez das 18 tecnologias identificadas pelas entidades externas, três com uma frequência de 50%, Apoio à decisão (open source) (P.03), Apoio à decisão (reasoning) (P.04), e Computer vision (P.05), 42,9% Analytics (P.02), e com 35,7%, Data Science (P.07) e Sistemas preditivos (P.17), correspondendo às restantes, 14,3% para Data mining (P.06), Robótica (P.13) e Simulação (P.16), e 7,1% para Processamento de Linguagem Natural (P.11).

Quadro 17 – Questão n.º 3.

Existe documentação específica sobre conceitos de emprego, técnicas, procedimentos e processos envolvendo a adoção (atual ou futura) destas tecnologias de IA na sua instituição?																																
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																						Militar		Civil		Global				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ	%	Σ	%	Σ	%			
Adoção	A.01	x			x	x	x	x	x																		12	85,7	2	25,0	14	63,6
	A.02		x							x	x	x	x														2	14,3	6	75,0	8	36,4
	A.03		x								x	x	x														2	14,3	2	25,0	4	18,2

Legenda: A.01 - Não; A.02 - Sim; A.03 - Sim, mas com reservas.

Conclusão sobre respostas à questão: Das entidades externas, 75% possuem documentação específica (A.02) para a adoção de tecnologias de IA, sendo que 1/3 destas entidades o assume com algumas reservas (A.03). Internamente, foi possível concluir que 85,7% não possui documentação específica (A.01), sendo as exceções, embora assumindo com algumas reservas (A.03), a existência em áreas específicas na SGMDN (R. M. Francisco, entrevista presencial, 22 de março de 2022) e na Marinha (J. L. Piedade, op. cit.).



Quadro 18 – Questão n.º 4.

Na sua perceção, qual o grau de preocupação da sua instituição com desenvolvimento/manutenção de uma cultura de inovação? Elabore, p.f., a sua resposta, referindo, entre outros aspetos que considerar pertinentes, exemplos que materializam essa preocupação, mecanismos implementados para incorporar/alavancar inovações alcançadas externamente, e/ou para identificar e atrair/obter pessoas com experiência pessoal e profissional associadas à capacidade de inovar?

Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																						Militar		Civil		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Inovação	I.01									x				x										0	0,0	2	25,0	2	9,1
	I.02	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14	100,0	8	100	22	100,0
	I.03										x													1	7,1	0	0,0	1	4,5
	I.04										x					x								2	14,3	0	0,0	2	9,1
	I.05	x					x			x					x	x		x						7	50,0	0	0,0	7	31,8

Legenda: I.01 - Génese da organização; I.02 - Possui cultura de Inovação; I.03 - Participação / organização de exercícios; I.04 - Realização de seminários / conferências / roadshows; I.05 - Estruturas de Inovação.

Conclusão sobre respostas à questão: Todas as entidades (100%) afirmam que as suas organizações possuem uma cultura de inovação (I.02), constituindo-se, designadamente, como uma forma de diferenciação e valorização, assim como motor de motivação, sendo que para 25% do universo externo se encontra mesmo na sua génese (I.01). Internamente é salientando por 50% a existência e /ou criação de estruturas de inovação (I.05), 14,3% a realização de seminários / conferências / roadshows (I.04) e 7,1% a participação / organização de exercícios (I.01).

Quadro 19 – Questão n.º 5.

Como é que a sua instituição considera a obtenção, governação, tratamento e utilização dos apreciáveis volumes de dados para os diferentes estádios de desenvolvimento destas tecnologias de IA (treino de algoritmos e posterior validação), seja ao nível restrito nacional (militar, civil público ou privado), seja num sentido mais lato, concernente às organizações internacionais de que Portugal faz parte (ex.: estabelecimento de protocolos/projetos comuns com Forças Armadas de países amigos)?

Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																						Militar		Civil		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Dados	D.01		x									x	x											1	7,1	2	25,0	3	13,6
	D.02																				x			0	0,0	1	12,5	1	4,5
	D.03	x			x									x										3	21,4	0	0,0	3	13,6
	D.04										x					x						x		0	0,0	3	37,5	3	13,6
	D.05									x														0	0,0	1	12,5	1	4,5
	D.06										x	x	x									x		1	7,1	3	37,5	4	18,2
	D.07													x								x		0	0,0	2	25,0	2	9,1
	D.08		x			x	x	x	x															3	21,4	1	12,5	4	18,2
	D.09								x	x							x	x		x		x		3	21,4	3	37,5	6	27,3
	D.10																			x				0	0,0	1	12,5	1	4,5
	D.11		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x			9	64,3	7	87,5	16	72,7

Legenda: D.01 - Anonimidade dos dados; D.02 - Aquisição de dados; D.03 - Área ainda não considerada; D.04 - Arquitetura flexível (descentralização de dados/ cloud/ servidores locais); D.05 - Comissão de ética (dados médicos); D.06 - Criação de dados sintéticos/ simulação; D.07 - Dados open source; D.08 - Dados próprios; D.09 - Data Policy/ RGPD/ DPO; D.10 - Não dependência de grande volume de dados pré-formatados; D.11 - Protocolos/ Acordos/ NDA/ Dados dos clientes.

Conclusão sobre respostas à questão: Nas entidades externas, com uma frequência de 87,5%, surge a necessidade de efetuar protocolos/ acordos/ non-disclosure agreements (NDA) / dados dos clientes (D.11), seguindo-se com 37,5%, a capacidade de ter uma arquitetura flexível (descentralização de dados/ Cloud/ servidores locais) (D.04), a criação de dados sintéticos ou recurso a simulação (D.06), assim como a preocupação com o respeito pelo Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD) e pelas políticas de dados dos parceiros (D.09), sendo que com 25% surge a preocupação com as condições de anonimidade dos dados (D.01) e o recurso a dados open source. A nível interno, verifica-se igualmente com maior frequência, 64,3%,



a necessidade de efetuar protocolos/ acordos/ NDA (D.11), com 21,4% na preocupação com o respeito pelo RGPD (D.09), e na utilização de dados próprios (D.08).

Quadro 20 – Questão n.º 6.a.

Quais as eventuais preocupações/transformações efetuadas, ou projetadas, para melhor posicionar a sua instituição com vista à adoção/incorporação de tecnologias de IA (ex.: capacidade de armazenamento, de computação, e outras infraestruturas)?

Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																						Militar		Civil		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Dados	D.12							x	x	x	x											x	2	14,3	3	37,5	5	22,7	
	D.13															x			x	x	x		1	7,1	3	37,5	4	18,2	
	D.14	x							x	x									x				2	14,3	2	25,0	4	18,2	
	D.15												x						x				0	0,0	2	25,0	2	9,1	
	D.16					x		x	x				x										3	21,4	1	12,5	4	18,2	
	D.17			x					x										x				3	21,4	0	0,0	3	13,6	
	D.18																				x		0	0,0	1	12,5	1	4,5	
	D.19		x		x				x	x					x		x			x	x	x	6	42,9	4	50,0	10	45,5	

Legenda: D.12 - Parcerias para acesso a infraestruturas; D.13 - Infraestruturas/serviços na *cloud*/ nuvem; D.14 - Competências (tecnologias / ferramentas atuais); D.15 - Comunicações (seguras / elevada largura de banda / redundância); D.16 - Poder computacional; D.17 - Incorporação de requisitos orientados a IA nos processos aquisitivos; D.18 - Infraestrutura como código (*as a service*) [agnóstica face a localização]; D.19 - Investimento em infraestruturas próprias SI/TIC.

Conclusão sobre respostas à questão: Com maior frequência, com 50%, verifica-se a referência ao investimento em curso ou planeado em infraestruturas próprias (D.19), com 37,5% a salientar o estabelecimento de parcerias para acesso a infraestrutura (D.12) e utilização de infraestruturas/serviços na *Cloud* (D.13), e com uma frequência de 25%, assegurar competências nas tecnologias / ferramentas atuais (D.14), garantir comunicações seguras / elevada largura de banda / redundância (D.15) e existência de poder computacional (D.16). No âmbito das preocupações internas, 42,9% referem o investimento em curso ou planeado em infraestruturas próprias (D.19), e com 21,4%, a existência de poder computacional (D.16) e a preocupação com a incorporação de requisitos orientados a IA nos processos aquisitivos (D.17).

Quadro 21 – Questão n.º 6.b.

Como é que a sua instituição se poderá preparar melhor ao nível do desenvolvimento de competências específicas – para o ciclo de vida da tecnologia – deste os requisitos operacionais e subsequentes requisitos técnicos, passando pelo eventual desenvolvimento interno ou procedimento aquisitivo, teste e aceitação, formação e treino, emprego operacional, manutenção e fim de vida, a fim de potenciar a adoção / integração de tecnologias de IA em operação até ao final da década? Elabore, p.f., a sua resposta referindo, entre outras questões que considere pertinentes, se se afiguraria vantajosa a criação/existência do conceito de gestão de carreira nesta área do conhecimento da IA.

Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																						Militar		Civil		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Talentos	T.04					x						x					x						2	14,3	1	12,5	3	13,6	
	T.05								x													x	1	7,1	1	12,5	2	9,1	
	T.06											x										x	0	0,0	2	25,0	2	9,1	
	T.07														x								1	7,1	0	0,0	1	4,5	
	T.08	x				x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x					9	64,3	2	25,0	11	50,0	
	T.08.1								x		x		x	x	x			x					5	35,7	1	12,5	6	27,3	
	T.08.2	x				x	x	x						x									4	28,6	1	12,5	5	22,7	
	T.08.3														x		x	x					2	14,3	1	12,5	3	13,6	
	T.09																			x			0	0,0	1	12,5	1	4,5	
	T.10															x						x	1	7,1	1	12,5	2	9,1	
	T.11									x													1	7,1	0	0,0	1	4,5	
	T.12									x													1	7,1	0	0,0	1	4,5	
	T.13										x				x								1	7,1	1	12,5	2	9,1	



	Existe registo	x	x	x		x	x	x		x	x		8	72,7
Fogos	Apoio à Decisão e Gestão		x2								x1		2	18,2
	Armas e Efeitos	x1				x1	x3	x1					4	36,4
	C4ISR	x2					x4			x1			3	27,3
	Planeamento de Capacidades		x1										1	9,09
	Treino						x1						1	9,09
	Veículos Autónomos					x2	x2						2	18,2
	Existe registo	x	x			x	x	x		x	x		7	63,6
C2	Apoio à Decisão e Gestão	x1	x2			x1		x3	x1	x4	x1		7	63,6
	Armas e Efeitos					x3				x2			2	18,2
	C4ISR		x3	x1				x1		x1		x1	5	45,5
	Ciberespaço e espaço informacional			x3	x1		x1						3	27,3
	Planeamento de Capacidades		x1										1	9,09
	Veículos Autónomos			x2		x2		x2		x3			4	36,4
	Existe registo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11	100
Informações	Apoio à Decisão e Gestão		x2		x2	x1	x1		x1		x1	x1	7	63,6
	C4ISR	x1	x1	x1	x1	x2	x3	x1	x2	x1	x2	x2	11	100
	Ciberespaço e espaço informacional			x2			x2						2	18,2
	Veículos Autónomos							x2					1	9,09
	Existe registo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11	100
Atividades de Informação	Apoio à Decisão e Gestão		x2				x1				x1		3	27,3
	C4ISR	x1				x2	x2	x1					4	36,4
	Ciberespaço e espaço informacional	x2											1	9,09
	Planeamento de Capacidades		x1			x1							2	18,2
	Existe registo	x	x			x	x	x			x		6	54,5
Apoio Logístico	Apoio à Decisão e Gestão		x1			x2		x1			x1		4	36,4
	C4ISR				x2						x3		2	18,2
	Logística		x2	x2			x1	x2	x1	x1	x2	x1	8	72,7
	Planeamento de Capacidades			x1	x1								2	18,2
	Veículos Autónomos	x1				x1					x4		3	27,3
	Existe registo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11	100
Proteção da Força	Apoio à Decisão e Gestão		x2			x2					x1		3	27,3
	Armas e Efeitos	x1											1	9,09
	C4ISR							x2			x2		2	18,2
	Ciberespaço e espaço informacional							x1					1	9,09
	Planeamento de Capacidades		x1			x1					x3		3	27,3
	Existe registo	x	x			x		x			x		5	45,5
CIMIC	Apoio à Decisão e Gestão		x2			x1		x1		x2	x1	x2	6	54,5
	Apoio Sanitário								x1				1	9,09
	C4ISR	x1		x1						x1		x1	4	36,4
	Logística					x2							1	9,09
	NBQR								x2				1	9,09
	Planeamento de Capacidades		x1								x2		2	18,2
	Treino				x1								1	9,09
	Veículos Autónomos								x3				1	9,09
Existe registo	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	10	90,9	

Conclusão sobre respostas à questão: Regista-se a menor frequência registada nas funções de combate Atividades de Informação (54,5%) e Proteção da Força (45,5%), onde as entidades entrevistadas encontraram maior dificuldade em identificar processos/sistemas a elas associadas com o potencial para beneficiar das vantagens da incorporação de tecnologias de IA. Apresenta-se no quadro seguinte a análise da frequência por unidade de registo.



Quadro 24 - Questão n.º 7.: Ordenações individuais e ocorrências totais por Unidade de Registro

Ocorrências totais por Unidade de Registro	Entrevistados (ordenação individual)											Totais		
	Unidade de Registro	E1	E3	E4	E5	E6	E7	E10	E12	E14	E15	E17	Σ	%
C4ISR	4	3	3	2	2	3	5	1	5	3	3	34	126	27,0
Apoio à Decisão e Gestão	1	8	0	1	5	2	3	2	2	8	2	34		27,0
Veículos Autônomos	2	0	1	0	4	1	2	1	1	1	0	13		10,3
Planeamento de Capacidades	0	7	1	1	2	0	0	0	0	2	0	13		10,3
Armas e Efeitos	2	0	1	0	3	1	1	0	1	1	0	10		7,9
Logística	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9		7,1
Ciberespaço e espaço informacional	1	0	3	1	0	2	1	0	0	0	0	8		6,3
Treino	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3		2,4
Apoio Sanitário	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		0,8
NBQR	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1		0,8

Conclusão sobre respostas à questão: Verifica-se que cerca de três quartos dos participantes identificaram processos/sistemas associados às áreas C4ISR, Apoio à Decisão e Gestão, Veículos Autônomos e Planeamento de Capacidades, as duas primeiras com uma frequência de 27% e as restantes com 10,3%, sendo que Treino (2,4%), Apoio Sanitário (0,8%) e NBQR (0,8%) foram as áreas onde as entidades entrevistadas encontraram maior dificuldade em identificar processos/sistemas a elas associadas com potencial para beneficiar das vantagens da incorporação de tecnologias de IA.

Quadro 25 – Questão n.º 8.: Ordenado (método preferencial / pares ordenados)

Dimensão (ordenada)	Entrevistados (ordenação individual)											Valores Globais	
	E1	E3	E4	E5	E6	E7	E10	E12	E14	E15	E17	#	Média
1. C2 [C]	1	1	1	3	1	6	1	2	1	1	1	11	1,73
2. Informações [D]	2	2	2	1	2	2	3	1	3	3	2	11	2,09
3. Apoio Logístico [F]	4	4	3	4	5	5	2	3	3	2	4	11	3,55
4. Manobra [A]	6	3	4		3	4	4		3	8		8	4,38
5. Atividades de Informação [E]	3	6			4	3	5			4		6	4,17
6. CIMIC [H]	5	8	5	2	7		7	4	3	5	3	10	5
7. Proteção da Força [G]	6	5			6		6			6		5	5,8
8. Fogos [B]	6	7			8	1	8		2	7		7	5,57

Conclusão sobre respostas à questão: Das respostas foi possível extrair, através de ordenação por método preferencial, a prioridade atribuída às funções de combate Comando e Controlo, Informações e Apoio Logístico.

[A] Manobra	[D] Informações	[G] Proteção da Força
[B] Fogos	[E] Atividades de Informação	[H] CIMIC
[C] C2	[F] Apoio Logístico	

File Tabulated According to Ranked Pairs

candidates: 8 votes: 11
tie-break order: C D F H A B E G

Head-to-head comparison table								Margins of victory for pairs									
A	X	B	C	D	E	F	G	H	A	X	B	C	D	E	F	G	H
B	3	X	1	2	2	2	3	3	B	-	X	-	-	-	-	-	-
C	10	10	X	8	10	10	10	9	C	9	9	X	5	9	9	10	8
D	10	9	3	X	10	8	10	10	D	10	7	-	X	10	6	10	10
E	3	5	1	0	X	3	5	6	E	-	3	-	-	X	-	4	2
F	7	9	1	2	7	X	10	8	F	4	7	-	-	4	X	10	6
G	1	4	0	0	1	0	X	3	G	-	1	-	-	-	-	X	-
H	5	8	1	0	4	2	6	X	H	0	5	-	-	-	-	3	X

C > D > F > A > E > H > G > B

Figura 6 – Resultado da ordenação pelo método preferencial da questão n.º 8.

Fonte: Aplicação RPVote

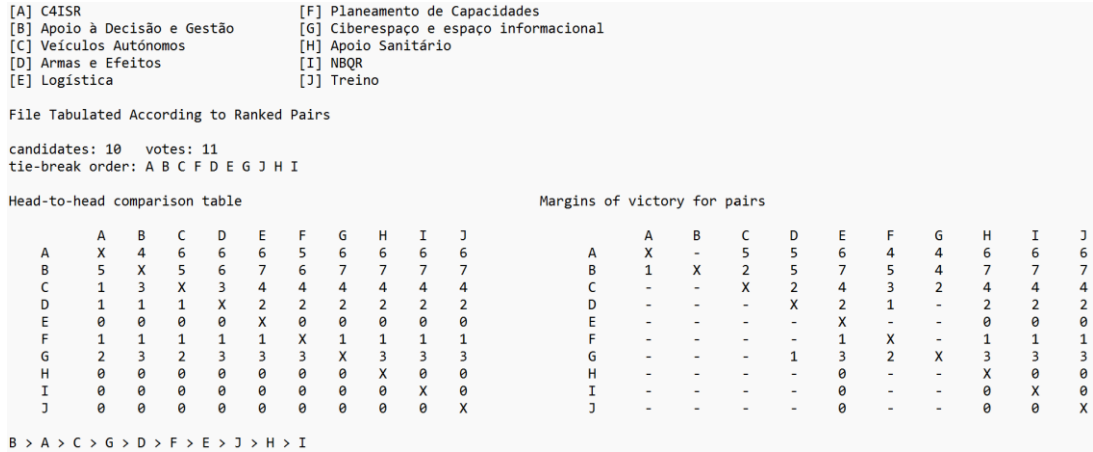


Figura 7 – Resultado da ordenação pelo método preferencial da questão n.º 7. para a função de combate C2
Fonte: Aplicação RPVote

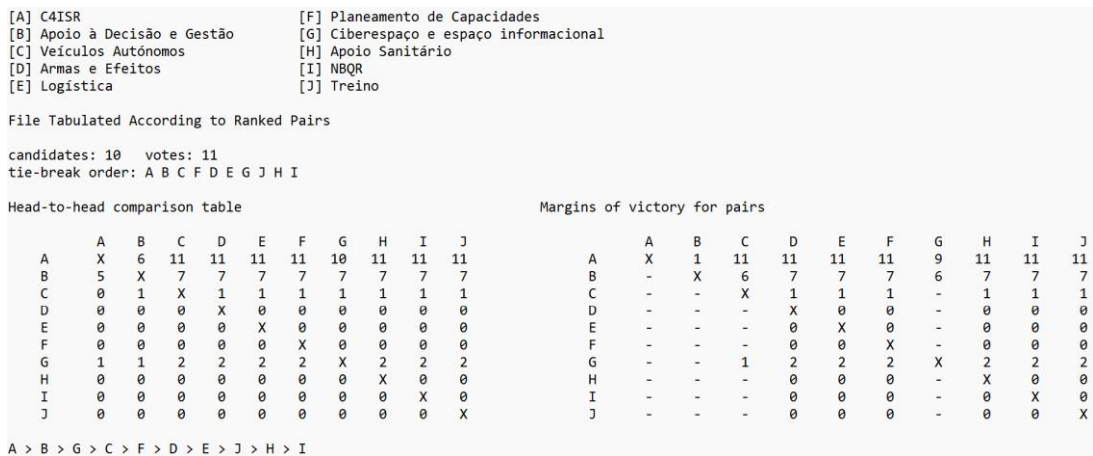


Figura 8 – Resultado da ordenação pelo método preferencial da questão n.º 7. para a função de combate
Informações
Fonte: Aplicação RPVote

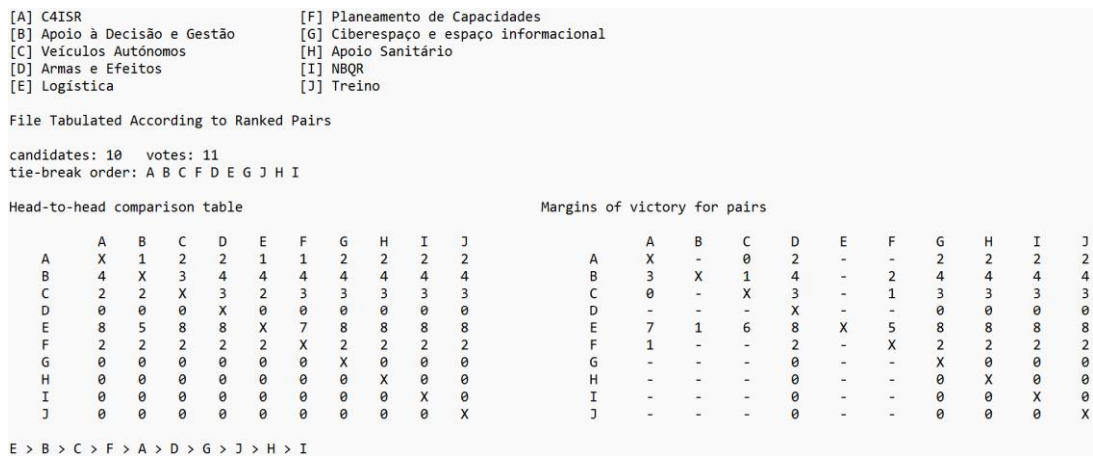


Figura 9 – Resultado da ordenação pelo método preferencial da questão n.º 7. para a função de combate
Logístico
Fonte: Aplicação RPVote

Legenda: [cor cinzenta] – Entidade externa ao Ministério da Defesa, Estado-Maior-General das Forças Armadas e ramos.

**Apêndice E – Matrizes de unidades de contexto e de registo – Parte I****Quadro 26 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 1.a.**

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
E01	O.02	“[...] está a concluir a sua estratégia 2035 onde se prevê uma alteração estrutural significativa, no âmbito de uma Visão em torno do <i>Enhanced Human Development</i> [...]”
E03	O.01	“O Plano de Investigação, Desenvolvimento e Inovação do Exército (2021-2022) enquadra esta temática, sendo a IA uma das áreas tecnológicas prioritárias [...]”
E04	O.01	“[...] a Diretiva Estratégica para a Inovação nas Forças Armadas 2022 – 2032, identificando na linha de ação LA2.02 uma orientação clara no sentido de explorar aplicações de autonomia, inteligência artificial, e data, entre outras [...]”
E05	O.01	“[...] Plano de Investigação, Desenvolvimento e Inovação do Exército (2021-2022) (IDI21-22), onde as ferramentas de inteligência artificial se encontram identificadas como áreas tecnológicas prioritárias [...]”
E06	O.01; O.03	“[...] existem igualmente diretrizes que procuram acomodar esta e outras tecnologias emergentes, ao nível da diretiva estratégica do Exército [...] tem documentação que permite alertar para a inteligência artificial e inovação, existindo igualmente na Academia Militar e no instituto universitário militar trabalhos científicos nestas áreas [...]”
E07	O.01	“O atual Almirante CEMA reforçou esta área, é prioritária na Marinha. Embora ainda não divulgada a nova diretiva estratégica, já existia na anterior mas será reforçada de forma transversal a toda a marinha [...]”
E08	O.04	“A sua materialização ainda é feita de uma forma muito insípida [complementado com resposta 1.b. - 'Não existindo um plano estratégico orientador...'], existindo apenas algo na área do <i>Big Data</i> [...]”
E10	O.01	“A inteligência artificial já constava da última diretiva estratégica do Almirante CEMA, sendo que a nova, a publicar hoje, continuou com uma forte aposta nestas tecnologias [...]”
E12	O.04	“[...] não existindo documentação estruturante adicional, tem sido na missão do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA) que estas questões têm estado centradas [...]”
E14	O.04	“No âmbito específico da inteligência artificial não existe, mas sim para sistemas que irão incorporar tecnologias de inteligência artificial, como é exemplo o projeto de Comando e Controlo (C2) <i>Portuguese Sky Sentinel System</i> (PS3) [...]”
E15	O.01	“A exploração de aplicações de IA é uma das linhas de ação [LA2.02] [...] no âmbito da nova Diretiva Estratégica para a Inovação nas Forças Armadas 2022 – 2032 [...]”
E17	O.04	“Embora ainda não exista uma tradução concreta, [...] começará em breve a surgir em futuros documentos. [...]”
E19	O.02; O.04	“[...] não existe, encontrando-se para atualização a estratégia de investigação e desenvolvimento (I&D) de 2011, que incorporará a inovação e onde se fará igualmente a ligação com a estratégia de inteligência artificial (IA) nacional.”
E22	O.04	“[...] está em desenvolvimento de plataformas eletrónicas que permitam a facilidade de aplicabilidade de sistemas de planos estratégicos, diretivas [...]”

Legenda: O.01 - Existe "tradução" em documentação estruturante; O.02 - Em elaboração / referências externas; O.03 - Trabalhos científicos / candidaturas de projetos ID&I; O.04 - Não existe "tradução" em documentação estruturante.

Quadro 27 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 1.b.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Entidades do Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E01	O.06	“Sendo uma área muito disruptiva, a necessidade de criação de uma estrutura/unidade orgânica específica não se justifica até que a sua inserção organizacional apresente um nível de maturidade mínimo [...]”
E03	O.05	“A nova Lei Orgânica do Exército prevê [...] no respetivo Decreto Regulamentar, [...] criação do Centro de Modernização e Inovação Tecnológica, [...] a criação do Centro de Capacitação Tática, Simulação e Certificação, [...] sendo que, a orgânica do Estado-Maior do Exército incorporará igualmente uma Divisão focada na Inovação”
E04	O.05	“O Departamento para a Inovação e Transformação (DIT) materializa essa necessidade”



E05	O.05	"Têm de existir essas estruturas para agregar conhecimento e competências, no entanto, tem de se refletir bem no alcance cada uma delas, para que não se criem sobreposições ou mesmo competição pelas mesmas competências [...]"
E06	O.05	"Para que a IA, enquanto tecnologia "potenciadora" de outras tecnologias [...] poderá haver a necessidade de criar uma estrutura específica para o efeito, numa perspectiva de orientação ao nível estratégico – Centro de IA [...]"
E07	O.05	"Existe a necessidade e a marinha já tem materializada essa estrutura, onde é considerada a simulação, a modelação e o acesso a base de dados."
E08	O.06	"Não sendo necessário um órgão específico [...]"
E10	O.05	"Sim, as estruturas já existentes, como o Centro de Experimentação Operacional da Marinha (CEOM) e a Célula de Experimentação Operacional de Veículos Não Tripulados (CEOV) e o Centro de Investigação Naval (CINAV), têm competências para lidar com a inteligência artificial [...]"
E12	O.05	"Sim, seria pertinente que CIAFA se conseguisse focar na investigação e desenvolvimento, enquanto outras estruturas apoiariam a sua implementação e integração [...]"
E14	O.05	"Sim, está em curso a criação de uma estrutura na dependência do VCEMFA para a inovação, que se espera ocorrer após a formalização do Decreto Regulamentar da Força Aérea."
E15	O.05	"Na fase inicial, certamente. São necessárias estruturas que avaliem o estado da arte e consigam identificar as mais valias para as Forças Armadas que poderão ser obtidas a partir da aplicação destas tecnologias, não sendo necessário que estas Estruturas/Unidades sejam dedicadas [...]"
E17	O.05	"Sim, mas julgo que esta materialização deverá ocorrer por via da adaptação das estruturas existentes, no sentido de adotar e criar aí competências nestas tecnologias, procurando acompanhar a sua evolução."
E19	O.06	" Não será tanto através da criação de estruturas, mas mais pela capacitação das existentes, dotando-as de competências acrescidas [...]"
Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E02	O.05	"A PJ tem a Direção do Serviço de Inovação e Desenvolvimento, a sua existência é crucial ao trabalho desenvolvido [...]"
E09	O.05	"De unidades grandes, com centenas de investigadores, e dentro delas, subunidades orientadas mais especificamente para determinadas tecnologias [...]"
E11	O.05	"Sim. A criação do departamento <i>Applied Research and Innovation</i> [...]"
E13	O.06	"Tenta-se agregar competências em estruturas [...]"
E16	O.06	"[...] os novos requisitos dos clientes levaram à necessidade de recrutamento de pessoas com competências em inteligência artificial, articulando-se estas com o departamento de espaço, onde reside o <i>domain knowledge</i> [...]"
E18	O.05	"[...] considerámos que sim. Organicamente temos um departamento de inovação que, [...] cria o que denominamos " <i>enabling areas</i> " cuja função é exatamente criar competências em determinadas áreas tecnológicas [...]"
E20	O.05	"[...] constituído o <i>Digital Lab</i> , como uma área destinada a poder transferir o conhecimento de forma transversal na empresa, procurando obter sinergias, constituído por diferentes unidades [...]"
E21	O.06	"[...] projetos são executados nas suas equipas de desenvolvimento, [...] sendo que cada uma atua em áreas tecnológicas específicas [...]"

Legenda: O.05 - Sim; O.06 - Não;

Quadro 28 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 1.c.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto em entidade
Entidades do Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E03	T.02; T.03	"Assenta essencialmente em professores da Academia Militar, podendo ser considerada residual e muito focada em investigação pura, existindo um ou outro antigo aluno que tenha desenvolvido os seus estudos nesta área."
E04	T.02; T.03	"Neste momento o esforço recai sobre o pessoal que integra o DIT, com base no conhecimento e experiência adquiridos, bem como os militares da DIRCSI, mas que não têm dedicação exclusiva a esta área."



E05	T.02; T.03	"Existem mas, apesar do facto de se possuir pessoas com capacidades, não se consegue usufruir devidamente em retorno do investimento, designadamente nos militares [...]"
E06	T.01	"[...] Temos pessoas com competências para, com especialização adicional, poderem embarcar nestes desafios, designadamente na Direção de Comunicações e Sistemas de Informação (DCSI) e no Centro de Informação Geoespacial (CIGeoE), não se podendo dizer que estejamos necessariamente preparados hoje. Existem também competências na Academia Militar, designadamente nas áreas conceptuais no âmbito da transparência e da ética resultantes da aplicação destas tecnologias em contexto militar."
E07	T.02; T.03	"[...] A escola naval tem capacidade de investigação com professores, civis e militares, que constitui um bom núcleo do conhecimento, mas não na quantidade considerada suficiente."
E08	T.01	"Não especificamente, estando inclusivamente já com algumas dificuldades em assegurar as atuais necessidades."
E10	T.02; T.03	"Sim, mas não os suficientes, essencialmente no CEOV e agora alguns no CEOM."
E12	T.02	"[...] Temos oficiais no CIAFA com estas valências, trabalhando essencialmente em torno de <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i> , com ênfase na autonomia de missão."
E14	T.01	"Ainda não. Qualificar os militares e mantê-los nas fileiras tem sido um dos maiores desafios da organização. Sendo a Força Aérea um ramo com enorme dependência da tecnologia, necessita de investimentos financeiros contínuos, pois o desinvestimento verificado tem criado elevados constrangimentos tanto na manutenção das qualificações como das evoluções tecnológicas. "
E15	T.02; T.03	"Existem recursos, no entanto, não é certo que tenhamos em quantidade e qualidade para o impulso inicial que será necessário dar [...] afigura-se-me que haverá necessidade de RH adicionais."
E17	T.01	"Não. No entanto, verifica-se cada vez mais que os nossos recursos que ingressam com formação superior em áreas tecnológicas já trazem conhecimentos de base sobre estas tecnologias."
E19	T.02; T.03	"Têm de aumentar, assim como as suas competências [...]"
Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E02	T.02; T.03	"A Direção do Serviço de Inovação e Desenvolvimento ajuda a colmatar algumas das insuficiências, com elementos em prestação de serviços com muitas competências nesta área [...]"
E09	T.02	"Sim, claro, em todo o INESC."
E11	T.02	"Sim."
E13	T.02	"Procura-se ter recursos humanos com alguma especificidade e preparados [...]"
E16	T.02	"Sempre que necessário, recorremos a contratação e depois à sua integração com os <i>domain users</i> [...]"
E18	T.02	"Sim, na Critical Software temos engenheiros qualificados para implementar soluções baseadas em inteligência artificial [...]"
E20	T.02	"Sim, com aposta em doutorados, temos engenheiros e cientistas, desde a matemática à psicologia [...]"
E21	T.02	"No que concerne a IA, a EDISOFT desenvolve [...] sistemas de apoio de decisão baseadas em <i>Expert Systems, Fuzzy Logic</i> etc. Em projetos mais recentes, [...] tecnologias de <i>Machine Learning e Big Data</i> [...]"
Legenda: T.01 - Não; T.02 - Sim; T.03 - Sim, mas insuficientes.		

Quadro 29 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 1.d.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Entidades no Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E01	O.14	"A Divisão de Inovação e Tecnologia do EMGFA. Divisões/Departamentos de Inovação e de Tecnologia nos ramos, [...] O recém-criado Centro de Experimentação e Modernização do Exército (CEMTEX) [...]"
E03	O.10; O.16; O.11	"A NATO STO [<i>Science and Technology Organization da Organização do Tratado do Atlântico Norte</i>], [...] painéis científicos, nomeadamente científico <i>Information Systems Technology (IST)</i> , nos <i>Capability Technology Areas (CapTec)</i> da EDA [Agência de Defesa Europeia] [...] o Estado-Maior do Exército e o Comando das Forças Terrestres."



E04	O.08; O.09; O.09; O.14	"No plano interno, os Estabelecimentos de Ensino Superior Militar e respetivos Centros de Investigação, constituindo-se como os órgãos de execução do DIT. No plano externo [...] considera-se a Base Tecnológica de Indústrias de Defesa e o Sistema Científico Tecnológico Nacional."
E05	O.09; O.11; O.14	"Academia Militar [AM], através da investigação [...] O Exército, principal beneficiário da ligação entre o conhecimento sobre sistemas de armas e seu emprego, com outras áreas do conhecimento, como seja dos comportamentos humanos, da psicologia, entre outras. Futuramente, o centro que será criado no âmbito da experimentação [...]"
E06	O.07; O.11	"MDN, responsabilidade ao nível da orientação da Investigação e Desenvolvimento, com o apoio da BTID (interno) e das agências de I&D Europeias (primordial) e no âmbito da Aliança Atlântica (OTAN). EMGFA, responsabilidades ao nível operacional, enquanto entidade responsável por identificar e sincronizar de que forma a IA poderá ser aplicada nas suas diferentes dimensões (Mar, Terra, Ar, Ciber e Espaço) numa perspetiva conjunta. Ramos, com responsabilidade ao nível da sua utilização (tático), ensino, formação e treino ao nível conjunto, onde temos de ter a capacidade de formar e criar competências."
E07	O.08	"Parceiros da indústria, nacionais e internacionais. A indústria tem um potencial muito forte nesta área e temos de estar alerta para poder acompanhar e integrar."
E08	O.07; O.11; O.13	Externos: Gabinetes da Tutela; Ramos; Estado-Maior-General das Forças Armadas; Serviços Centrais do Ministério da Defesa; Instituto de Ação Social das Forças Armadas - todos como clientes de SI de Gestão, potenciados pela IA; a Agência para a Modernização Administrativa e a Secretaria de Estado da Digitalização e da Modernização Administrativa – ao nível da coordenação intergovernamental da simplificação e modernização administrativa, fomentados pela transformação e interoperabilidade digital e potenciados pela IA. Internos: Direção dos SI, Direção do CDD e Direção de Gestão e Inovação - todos ao nível operacional da IA; e a Direção de RH, ao nível do suporte em formação IA.
E10	O.08; O.09; O.11; O.16	"No âmbito da inovação será o Estado-maior da Armada, para a IA, o Comando Naval e a parte do apoio, Superintendência de Material, Direção de Navios e a Direção de Abastecimento. Externamente, parceiros no âmbito da inovação, centros de investigação das universidades e empresas que trabalham nesta área [...]"
E12	O.08; O.09; O.10; O.11; O.16	"Externos: Instituto Superior Técnico, em particular com o Instituto de Sistemas e Robótica (ISR); Parceiros com a UAVision; Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI); NATO STO (Painel AVT – <i>Applied Vehicle Technology</i>); EDA (CapTec Sistemas Aéreos e CapTec Optrónicos); Centro de Engenharia CEIIA; outros grupos de investigação do IST. Internos: EMFA e o Comando Aéreo (maior interação com a criação dos <i>Unmanned Aerial Systems</i> (UAS))."
E14	O.07; O.11; O.16	"As Divisões do Estado-Maior, (de Comunicações e Sistemas de Informação, de Planeamento, de Operações e de Recursos) na definição dos Requisitos O Comando da Logístico (Direção de Comunicações e Sistemas de Informação e Direção de Engenharia e Programas). Comando Aéreo (na identificação das necessidades e lacunas). No EMGFA (DIRCSI). No plano externo o Ministério da Defesa Nacional."
E15	O.09; O.11	"Decisores [...]; Entidades tradicionalmente mais próximas destas tecnologias, constituindo-se como elementos críticos, designadamente aquelas que lidam diariamente com os sistemas de informação e os sistemas de comando e controlo, o IUM e as Academias dos Ramos, assim como os respetivos Centros de Investigação."
E17	O.07; O.11; O.15	"Externos: MDN, SG, EMGFA e Ramos. Internos: Toda a estrutura de Sistemas de Informação / Tecnologias de Informação e Comunicação (SI/TIC) e respetiva estrutura de governação, nomeadamente Diretor de Informação, Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação (DIVCSI do EMFA) e Direção de Comunicações e Sistemas de Informação (DCSI), assim como a Direção de Engenharia e Programas (DEP)."
E19	O.07; O.09; O.10; O.11; O.12; O.14	"Internos: a) DGRDN/DSAE/DIL [...]; b) Centros de Investigação militares [...]; c) EMGFA – DIRCSI, DIT e Centro de Ciberdefesa. Externos: a) INCODE 2030 [...]; b) GNS;c) Agência Europeia de Defesa [...];d) NATO/STO [...]; e) Comissão Europeia [...]"
Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E09	O.08; O.09	"Metade são universidades e a outra metade empresas, sendo as universidades o principal [...]"



E11	O.08; O.09; O.15	"Externamente: Indústria, Entidades do Sistema Científico. Fora do departamento de inovação, o nosso core é desenvolvimento de software [...]"
E13	O.08; O.12	"[...] Internamente é fundamental termos Champions do conhecimento, gestores das nossas equipas, sendo que do ponto de vista externo, contamos com consultores e fornecedores."
E16	O.08; O.12; O.15	"Internos: equipas de engenharia (desenvolvimento); Team managers (organização e encaminhamento); e <i>Chief Technical Officers</i> (decisão) . Externos: Clientes (coordenação direta, assente numa base contratual)."
E18	O.07; O.08; O.11; O.12; O.13; O.15	"[...] o CEO com a sua visão de futuro, depois as áreas de negócio que necessitam do suporte da organização para resolver os desafios apresentados pelos nossos clientes, depois os CTO de cada área [...] e finalmente da engenharia [...] os departamentos de planeamento dos ramos e a DGRDN podem ter aqui um papel importante na articulação e lançamento de iniciativas desta área conjuntamente com a BTID."
E21	O.07; O.08; O.09	"[...] para além dos nossos clientes, uma vasta rede de parceiros nacionais e internacionais, tanto industriais como instituições de I&D. Na área da Defesa Nacional, destaca-se uma tendência de cada vez mais intensa colaboração em projetos de I&D [...]"

Legenda: O.07 - Externos: Órgãos de Estado/ Ministério da Defesa; O.08 - Externos: BTID/ Empresas/ Clientes/ ; O.09 - Universidades/ C. Investigação/ C. Inovação; O.10 - Externos: Estruturas OTAN (STO) e UE (EDA); O.11 - Internos: Liderança Executiva / Estados-Maiores / Gabinetes Tutela; O.12 - Internos: Liderança Técnica; O.13 - Internos: Unidades Orgânicas (não tecnológicas); O.14 - Internos: Unidades Orgânicas (inovação / experimentação); O.15 - Internos: Unidades Orgânicas tecnológicas (SI/TIC); O.16 - Internos: Comandos Operacionais e OCAD dos ramos.

Quadro 30 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 2.a.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Entidades no Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E01	P.02; P.17	"Projeto DISCREPTION, na área da cibersegurança, prevendo a agregação e análise de sensores para antecipação de resultados [...]"
E03	P.03; P.04; P.05	"Projeto AMIDA-UT, no âmbito da modelação digital de terreno com vista à identificação de estruturas e determinação dos efeitos resultantes de impactos. Projeto de rádio "cognitivo", procurando incrementar a resiliência da rede rádio de combate e a gestão eficiente do espetro eletromagnético."
E05	P.02; P.03; P.04; P.05; P.16	"Projetos (investigação): Cibersegurança e ciberdefesa, reconhecimento de variação de padrões [...] Reconhecimento facial, processamento de imagem [...] Análise e tratamento de informação geoespacial; Reconhecimento de itinerários através de imagem satélite e aérea, processamento de imagem no âmbito da análise de risco envolvendo minas e engenhos explosivos improvisados; Simulação de situações táticas, treino com sistemas que introduzem a capacidade de aprendizagem nas forças opositoras."
E06	P.02; P.03; P.04; P.05	"[...] identifica-se o Centro de Informação Geoespacial do Exército, como tendo projetos no âmbito do estudo do terreno e no apoio ao processamento de tomada de decisão militar que poderão incorporar estas tecnologias."
E07	P.02; P.03; P.04; P.05; P.13; P.17	"Todos no âmbito da Segurança Marítima: Consórcios internacionais: Projeto ARESIBO (TRL 7); EFFECTOR (TRL 7); +Ocean 2020 (TRL 7); Voa Mais (c/CIAFA); Exploração de UAV como sensores. Outros (TRL menor): Vela Robótica; Cyber (c/ CINAMIL); Apoio à Decisão com Redes Neurais"
E08	P.17	"[...] Algoritmos preditivos no <i>Business Intelligence</i> da defesa (TRL 7 em Jun23) [...]"
E10	P.02; P.03; P.04; P.05; P.07; P.17	"[...] conhecimento situacional marítimo, fusão de dados, apoio à decisão e reconhecimento visual. Não se encontrando ainda a ser devidamente explorada, temos a área da manutenção preditiva [...]"
E12	P.02; P.05; P.07; P.17	"[...] processamento de imagem para deteção de alvos: Firefront, possibilitando determinar frentes de fogo com georreferenciação e previsão de evolução; VoaMais, envolvendo 3 cenários: processamento de imagens marítimas via UAV; incêndios, deteção de fogos e pontos quentes; deteção de UAV a partir de navios (apoio à recolha). [...] partilha de conhecimento e de bases de dados na área dos fogos. [...] desenvolver sistemas de <i>Sense and Avoid</i> de baixo custo para UAV de pequeno porte. Pretende-se detetar ameaças, obstáculos ou outras plataformas aéreas (ter conhecimento da vizinhança) e desenvolver algoritmos de controlo de trajetória para evitar colisões. [...]"



		deteção de FOD – <i>Foreign Object Debris</i> em pistas de aviação com recurso a IA aplicada ao processamento de imagens."
E14	P.02; P.03; P.04; P.07; P.11; P.17	"Projeto PS3, composto pelos módulos: DECIR - Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais (já concluído); SAR – <i>Search and Rescue</i> (em aceitação); ISR – <i>Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance</i> (em desenvolvimento); e módulo de Lições Aprendidas (futuramente). Projeto GOLD, módulo de gestão de Recursos Humanos (RH) a ser desenvolvido em parceria através do Sistema Integrado de Gestão (SIG), destacando-se a integração da capacidade de diagnóstico concorrendo para o módulo de análise preditiva. Internamente, projeto destinado para os Transportes Aéreos Militares (TAM) com utilização de <i>Chat Bots</i> ."
E15	P.03; P.04	"Existem iniciativas de âmbito genérico e não sincronizadas, em torno de sistemas de apoio à decisão."
E17	P.02; P.07; P.17	"[...] o projeto <i>Portuguese Sky Sentinel System</i> (PS3) possa incluir estas tecnologias. Para o futuro, na área dos Recursos Humanos e também da Logística, designadamente ao nível dos processos associados a toda a cadeia de abastecimento e de gestão de manutenção."
E22	P.13	"[...] projetos de robótica em desenvolvimento onde são aplicados processos de machine learning e deep learning."
Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E02	P.02; P.03; P.04; P.05; P.06; P.07	"[...] análise de dados de consumo de energia para prever plantações de canábis [...]" "[...] no âmbito da balística, procurando identificar a arma com base na imagem do invólucro [...]" Monitorização de redes sociais, com vista à identificação de indícios ou práticas de determinadas tipologias de crime, como radicalização, xenofobia, etc.; Monitorização da <i>dark web</i> ; Capacidade de deteção de fraude em transações blockchain, procurando perceber, numa área que se esconde por trás de processos de encriptação complexos [...]" Piloto nas áreas da gestão financeira e patrimonial, que vai escalar com o Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) (IBM – Watson: TRL>6); Projeto na área da gestão documental (também com recurso a IBM – Watson: TRL>6), onde para além da classificação, se desenvolve sugestões de comportamento e processamento, com base em anteriores experiências e identificação de eventuais correlações [...]" Em fase de concurso: Projeto para análise financeira; Análise da cena do crime [...]" complementando ainda com a introdução de realidade aumentada [...]"
E09	P.02; P.05; P.06; P.07; P.11; P.13	"[...] sendo que os mais fortes se enquadram em: Robótica; <i>Computer Vision</i> ; Processamento de Linguagem Natural; <i>Data Mining</i> ; <i>Data Science</i> ; e <i>Analytics</i> ."
E11	P.15; P.17	"[...] nomeadamente manutenção preditiva, algoritmos de escalonamento [...]"
E13	P.05; P.06; P.07; P.14	"[...] sistema de televigilância incorporando sistemas de monitorização e controlo remoto, possibilitando a deteção automática de incêndios, intrusão, controlo de tráfego e comportamentos suspeitos; Processamento da informação e <i>Big Data</i> [...]; <i>Safety and Security</i> da IA [...]"
E16	P.02; P.05; P.07; P.08; P.11; P.14	"[...] criação de aplicações que monitorizam os eventos que estão a acontecer e conseguem responder aos requisitos dos operadores, por exemplo, prevendo o impacto de uma futura intervenção/ação sobre um satélite [...]" aplicação de <i>Natural Language Processing</i> , que consegue interagir com os operadores, determinar a sua intenção [...]" aplicando-a sobre os dados e apresentando os resultados, assim como a explicação para a resultado obtido (que possibilita uma tomada de decisão informada) [...]" em utilização em salas de controlo, existindo salas de controlo com maior nível de exigência de segurança, estando por isso a decorrer trabalhos para a alcançar, designadamente com encriptação e maior proteção de dados [...]" Estamos envolvidos num projeto " <i>Semantic Search Engine</i> " para a ESA, idêntico à Google mas para ambientes fechados, com vista a relacionar toda a informação da entidade cooperativa, todas as bases de dados e serviços da agência [...]" Outros projetos em estado embrionário: <i>Machine Vision</i> [...]"
E18	P.04; P.05; P.10; P.11; P.15; P.18	"[...] das tecnologias de visão computadorizada e de processamento de linguagem natural, [...]" " [...] das tecnologias de <i>reasoning</i> , <i>scheduling</i> e <i>fuzzy logic</i> , [...]" Nas áreas de aprendizagem, nomeadamente nas áreas com treino supervisionado, [...]"
E20	P.08; P.09; P.12; P.14	"[...] <i>Explainable AI/ML</i> , face às necessidades de certificação para poder ser usado em soluções militares [...]; <i>Few-shot learning</i> (<i>frugal AI</i>), pois o grande desafio está na quantidade e na qualidade dos dados existentes [...]; Segurança, a inteligência artificial



		fornece soluções, mas é necessário proteger os algoritmos e os dados, é uma área que envolve <i>Homomofmic Encryption</i> [...]; <i>Reinforcement Learning</i> aplicado ao comportamento de sistemas não estruturados, exigindo muita capacidade de computação."
E21	P.02; P.04; P.08; P.17	"[...] percepção situacional completa e abrangente, em qualquer lugar e a qualquer momento, relativamente ao estado interno do navio bem como à visão externa (<i>external view</i>), i.e., ao panorama marítimo na área de operação (<i>maritime operational picture</i>). [...] permitir altos níveis de desempenho e automação de navios, facilitar a monitorização e acompanhamento de condição dos sistemas e equipamentos a bordo e para o apoio à decisão nas diversas missões dos navios. No domínio do Controlo de Tráfego Aéreo (associado aos serviços digitais de nova geração) a EDISOFT já está envolvida na utilização de algoritmos IA em ambiente de produção na <i>Cloud</i> , com resultados bastante promissores (esperamos passar para TRL 8 e 9 durante 2022) [...] Numa perspetiva de 2030, espera-se que a sua adoção pelos nossos clientes seja "normal" nos sistemas " <i>safety critical</i> ", área para a qual a capacidade <i>Explainability</i> terá necessariamente de evoluir muito."
Legenda: P.01 - <i>AI Chips</i> ; P.02 - <i>Analytics</i> ; P.03 - Apoio à decisão (<i>open source</i>); P.04 - Apoio à decisão (<i>reasoning</i>); P.05 - <i>Computer vision</i> ; P.06 - <i>Data mining</i> ; P.07 - <i>Data science</i> ; P.08 - <i>Explainable AI</i> ; P.09 - <i>Few-shot Learning/ Frugal AI</i> ; P.10 - <i>Fuzzy Logic</i> ; P.11 - Processamento de Linguagem Natural; P.12 - <i>Reinforcement Learning</i> ; P.13 - Robótica; P.14 - <i>Safety and Security AI</i> ; P.15 - <i>Scheduling</i> /Algoritmos de Escalonamento; P.16 - Simulação; P.17 - Sistemas preditivos; P.18 - <i>Supervised Learning</i> .		

Quadro 31 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 2.b.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Entidades no Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E03	P.03; P.04; P.05	"As identificadas no ponto anterior."
E05	P.02; P.03; P.04; P.05; P.16	"Todas as identificadas anteriormente."
E07	P.02; P.03; P.04; P.05; P.17	"Todos os anteriores, menos Vela Robótica."
E08	P.02; P.03; P.04; P.05; P.06; P.07; P.17	"Anteriores, acrescentando Apoio à Decisão e Logística. [complementado com resposta 6.c. - algumas áreas prioritárias são o (1) Apoio ao tratamento/filtragem de <i>Big Data</i> operacional, no sentido de apoiarem a síntese de panoramas operacionais esclarecidos (ex. Sistema AIS Intel da Marinha – <i>Automatic Identification System</i>) (2) Desenvolvimento e integração de algoritmos IA nos processos de aconselhamento da decisão operacional (3) Orquestração de veículos não-tripulados (sempre com possibilidade de integração de <i>human-in-the-loop</i>) (4) Algoritmos de treino otimizado (em função do nível do aluno), incluindo tático e estratégico/liderança.]"
E10	P.02; P.03; P.04; P.07; P.17	"Conhecimento situacional marítimo (ex.: <i>Windward</i>)."
E12	P.02; P.05; P.07; P.17	" <i>Firefront</i> e <i>VoaMais</i> ."
E14	P.02; P.03; P.04; P.07; P.11; P.17	"Prevê-se que todos os referidos anteriormente terão TRL superior a 7 até 2030."
E15	P.03; P.04	"Sistemas de Apoio à Decisão."
E19	P.05; P.06; P.07; P.13; P.16	"[...] automatização da vigilância, processamento de dados e no treino e simulação [...]"
Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E02	P.02; P.03; P.04; P.05; P.06; P.07	"Todas as referidas [...]"
E09	P.02; P.05; P.06; P.07; P.11; P.13	"Como referido na questão anterior, algumas já estão em produção, tendo todas potencial de alcançar até ao final da década TRL > 7."
E11	P.02; P.04; P.15; P.17	"Manutenção preditiva, Escalonamento produtivo, Otimização de recursos produtivos [...]"
E13	P.02; P.03; P.04; P.06; P.07; P.13	"[...] A incorporação de tecnologias da inteligência artificial terão principalmente impacto onde os recursos humanos são limitados, sendo que no caso particular da robótica com TRL superior a 7, terá muito a ver com custos e manutenção envolvidos. O que teremos certamente será em torno de: Análise de dados para apoio à decisão; sistemas preditivos; e <i>open source intel</i> (OSINT)."



E16	P.02 P.05 P.07 P.08 P.11 P.14	"Todas as referidas."
E18	P.04; P.10; P.11; P.15; P.16; P.18	"[...] considerámos as que mencionámos acima como as tecnologias com maior potencial de emprego operacional. [...] Existem neste momento estudos nesta área [<i>Learning</i>] que procuram elaborar técnicas que permitam treinar os modelos de forma parcial e com o apoio humano (<i>supervised learning</i> e <i>reinforcement learning</i>) que tem maior potencial de vir a ser utilizadas em ambientes operacionais. A área de <i>reasoning</i> , quer baseada em casos anteriores, quer baseada em regras, é uma área que já tem vindo a ser utilizada em ambiente operacional com sucesso e continuará a ter [...]. Outra área que acreditamos terá um grande potencial de utilização será a área da interação homem-máquina. Todas as tecnologias relacionadas, robótica, aumentação humana, visão computadorizada, processamento de linguagem natural, etc [...]"
E20	P.01; P.08; P.12	" <i>Explainable AI, Reinforcement Learning</i> e <i>AI Chips</i> ."
E21	P.02; P.04; P.08; P.17	"[...] capacidades novas / aumentadas com base em IA, conforme referidas no ponto a) [...]"

Legenda: P.01 - *AI Chips*; P.02 - *Analytics*; P.03 - Apoio à decisão (*open source*); P.04 - Apoio à decisão (*reasoning*); P.05 - *Computer vision*; P.06 - *Data mining*; P.07 - *Data science*; P.08 - *Explainable AI*; P.09 - *Few-shot Learning/ Frugal AI*; P.10 - *Fuzzy Logic*; P.11 - Processamento de Linguagem Natural; P.12 - *Reinforcement Learning*; P.13 - Robótica; P.14 - *Safety and Security AI*; P.15 - *Scheduling*/Algoritmos de Escalonamento; P.16 - Simulação; P.17 - Sistemas preditivos; P.18 - *Supervised Learning*.

Quadro 32 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 3.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Entidades no Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E04	A.01	"[...] não existindo ainda formalmente documentação específica neste âmbito."
E05	A.01	"Desconhece."
E07	A.01	Desconhece, poderá vir embebida em conceitos de emprego de meios.
E08	A.03	"Guia para uma IA ética, transparente e responsável da AMA, como referência orientadora."
E10	A.03	"De uma forma geral não, mas no exemplo anterior, sim. O Winward [...] trouxe formação, documentação e experiência que serviu para incrementar o conhecimento nesta área."
E12	A.01	"Desconhece."
E14	A.01	"Ainda nos encontramos muito no início, face ao grau de desenvolvimento nos projetos PS3 e TAM."
E15	A.01	"Desconhece."
E19	A.01	"Não especificamente, porém a DGRDN colabora com a EDA [...] que está a desenvolver um <i>AI in Defence Action Plan</i> , um dos planos para as Tecnologias emergentes e disruptivas. [...] Prevê-se que estes planos sejam adotados ao nível da Defesa."
E22	A.01	"Estão neste momento em fase de desenvolvimento um conjunto de publicações [...] a documentação deste órgão está a ser cuidadosamente maturada no que concerne a novas tecnologias emergentes."
Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E02	A.02; A.03	"Existe. Embora o regulamento europeu para a investigação artificial esteja em desenvolvimento, [...] sob coordenação da Europol, tem sido efetuado muito trabalho nesta área [...]"
E09	A.02; A.03	"As áreas dedicadas à inovação são normalmente avessas à escrita, para lá dos artigos científicos, de alguns <i>White Papers</i> e de alguma documentação necessária para a transferência de conhecimento para empresas [...] não haverá este tipo de documentação em grande escala."
E13	A.01	"Não, reconhecendo que, nesta área em particular, quanto mais se sabe mais difícil é escrever [...]"
E16	A.01	"Esta área ainda não está muito trabalhada, recorrendo-se muito ao <i>mentorship</i> como processo de integração de novos elementos [...]"



E18	A.02	“[...] Para o nosso caso de uso e aplicação destes saberes, sim existe documentação sobre cada uma das competências criadas pelas diferentes 'enabling areas' [...]”
E20	A.02	"Sim, mas não de acesso público (ex.: projeto com Exército de Espanha)."
E21	A.02	"Para além da documentação técnica interna da empresa, alguns entregáveis do projeto COMPASS2020 integram também informação sobre o componente para a deteção de comportamentos anómalos [...]"

Legenda: A.01 - Não; A.02 - Sim; A.03 - Sim, mas com reservas.

Quadro 33 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 4.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Entidades no Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E01	I.02	“[...] a recente criação de estruturas na área da inovação [com resposta à questão 1.d.] é reflexo da preocupação existente nas FFAA. [...]”
E03	I.02	"Existe cultura de inovação, mas ainda não de forma generalizada, procurando-se com as novas estruturas neste domínio poder potenciar a que existe."
E04	I.02	"Elevado, como é demonstrativo o recente lançamento da diretiva de inovação [...]"
E05	I.02	"A preocupação com esta área existe [...] O Estado-Maior do Exército está a construir a futura estrutura que enquadrará a inovação e experimentação tecnológica [...]"
E06	I.02	“[...] existe uma preocupação da instituição com o desenvolvimento e cultura de inovação, patenteados na diretiva estratégica do Exército [...]"
E07	I.02	"A Marinha está fortemente comprometida com a inovação [conjugado com resposta 1.a.] [...] existindo uma grande preocupação nesta matéria [...]"
E08	I.02	“[...] tem-se realizado muitos projetos inovadores [...] Sendo uma preocupação, a realidade não nos tem permitido ir mais além. [...]"
E10	I.02; I.03; I.04	“[...] desde 2018 que houve essa preocupação mais explícita [...] proporcionar condições de <i>networking</i> designadamente com os <i>roadshow</i> [...] e as conferências internas IDEIA [Investigação, Desenvolvimento, Experimentação e Inovação da Armada] [...] participa no Exercício REP(MUS) - <i>Robotics Experimentation and Prototyping (Maritime Unmanned Systems)</i> , no âmbito da experimentação operacional [...]"
E12	I.02	"A Academia da Força Aérea procura incentivar os militares a continuar estudos por via de doutoramento, [...] No ensino, os alunos são incentivados para as áreas do empreendedorismo e inovação [...]"
E14	I.02	"Existe, materializado na prevista criação da estrutura para a Inovação na dependência do VCEMFA e nas duas diretivas em fase de elaboração, uma para a inovação e outra para a transformação digital [...]"
E15	I.02; I.04	"É significativamente elevada, contando com o apoio total da estrutura superior. Exemplo ilustrador [...] o Seminário de Inovação do EMGFA que decorreu na Madeira em 2021 e o planeado para o este ano no IUM [...]"
E17	I.02	"A preocupação existe e traduz-se na forma como são transmitidas as grandes linhas orientadoras, [...] e no processo de criação de estruturas no âmbito da inovação [...]"
E19	I.02	“[...]a preocupação existe, porém falta materializar o enquadramento e as condições para o desenvolvimento da cultura de Inovação, para além das criadas através da DIT do EMGFA."
E22	I.02	"[...] Uma entidade como a AMN que não tem uma visão inovadora e de desenvolvimento estará sempre um passo atrás das demais congéneres [...]"
Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E02	I.02	"A cultura de inovação está bem presente hoje na polícia judiciária. [...]"
E09	I.01; I.02	"Essa é a missão do INESC, essa matriz de inovação é mantida mesmo na componente comercial."
E11	I.02	“[...] onde a inovação e o desenvolvimento a par das necessidades da indústria é uma das suas grandes valências [...]"
E13	I.01; I.02	"Sim, procuramos atrair pessoas através da nossa capacidade de nos mantermos na crista da onda do conhecimento tecnológico [...]"
E16	I.02	"É essencial. Não só não é inteligência artificial, é uma questão de mercado [...]"
E18	I.02	“[...] existe uma grande preocupação e uma cultura de inovação na Critical Software. [...] a inovação é claramente uma forma de diferenciação e valorização da nossa oferta [...]"
E20	I.02	"Grande [preocupação], aposta em doutoramentos [...]"



E21	I.02	“[...] Temos tido muito bons resultados de inovação, motivação e criação de uma cultura de melhoria contínua. Os serviços digitais da EDISOFT participam numa organização transversal ao grupo THALES, praticando <i>Agile@Scale</i> desde 2018 [...]”
-----	------	--

Legenda: I.01 - Gênese da organização; I.02 - Possui cultura de Inovação; I.03 - Participação / organização de exercícios; I.04 - Realização de seminários / conferências / roadshows; I.05 - Estruturas de Inovação.

Quadro 34 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 5.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Entidades no Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E01	D.03	"Ainda não chegámos a este patamar [...]"
E03	D.11	"Através de protocolos a estabelecer com universidades e outros parceiros envolvidos nos projetos."
E04	D.03	"[...] ainda não chegámos a esse nível de preocupação."
E05	D.11	"Este trabalho é competência do diretor de cada projeto, sendo efetuado pelos investigadores, através do contato direto com as diferentes entidades envolvidas."
E06	D.08; D.11	"Não se conhece uma linha orientadora no que se refere ao tratamento e utilização dos dados atualmente disponíveis. Relativamente à estrutura de armazenamento, também será neste âmbito praticamente inexistente, mas poderemos fazê-lo via estabelecimento de protocolos [...]"
E07	D.11	"É o maior foco atual, existindo cada vez mais necessidade, mas com capacidade interna através de dados de sensores. Terá de ser sempre avaliado caso a caso, projeto a projeto [...]"
E08	D.08; D.09; D.11	"Internamente a Secretaria-geral tem dados, em quantidade e diversificados. [...] Temos particulares responsabilidades nesta área, onde assume particular relevância o regulamento geral de proteção de dados, de que somos coordenadores a nível da defesa. [complementado com resposta a 6.a.]"
E10	D.08	"[...] Os sensores a bordo dos navios geram quantidades elevadas de dados, pelo que importa ter uma adequada capacidade de gestão dos mesmos."
E12	D.01; D.06; D.11	"Normalmente atuando ao nível dos consórcios estabelecidos, recorre-se a dados de outros projetos, a bases de dados de parceiros para as respetivas áreas/projetos de investigação, a geradores de imagens virtuais e à criação de base de dados especificamente preparadas para disponibilização para efeitos de investigação e desenvolvimento."
E14	D.03	"A Força Aérea ainda não foi confrontada com essa necessidade [...]"
E15	D.11	"É atualmente efetuada através dos projetos/estudos e no âmbito das adaptações de software desenvolvidas nas iniciativas ao nível dos centros de investigação e de inovação [...]"
E17	D.09; D.11	"Possuímos uma Política de Gestão da Informação, com uma estrutura de governação de dados constituída, sob a Chefia do SubCEMFA [...] Ao nível dos projetos, existe uma vincada preocupação no âmbito da identificação das fontes de dados necessárias para o mesmo."
E19	D.09; D.11	"Teremos que estabelecer parcerias para obtenção de dados, assegurando a sua inerente reserva e proteção dos dados [...]"
Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E02	D.01; D.08; D.11	"[...] O projeto da balística é efetuado com recurso a base de dados interna, sendo que os outros assentam em trocas entre parceiros e polícias, com dados previamente anonimizados."
E09	D.05; D.09; D.11	"[...] São assinados protocolos que salvaguardam a sua utilização específica, existindo políticas claras para a sua obtenção, governação, tratamento e utilização. Todas as nossas unidades têm <i>Data Protection Officer</i> (DPO) e, sempre que estão presentes dados médicos, existe [...] uma comissão de ética"
E11	D.01; D.04; D.06; D.11	"A nível industrial, a empresa segue os <i>guidelines</i> impostos pela UE (<i>data governance, international data spaces</i> , etc), tendo atenção específica a nível dos requisitos do cliente, garantindo a anonimidade dos dados, assim como requisitos de descentralização dos mesmos em servidores locais."
E13	D.06; D.07; D.11	"Esta preocupação encontra-se essencialmente ao nível dos projetos, que devem encontrar os dados necessários para o mesmo. Quando não existem [...] recorre-se à geração de dados sintéticos a partir de amostras existentes [...]"



E16	D.04; D.09; D.11	“[...] não existiam dados, optando-se por abordar potenciais interessados e assinar <i>Non Disclosure Agreements</i> (NDAs) [...] no respeito pelo Regimento Geral de Proteção de Dados e nas políticas próprias das organizações envolvidas, existindo ainda a necessidade de definição do local onde residem os dados [...]”
E18	D.10	“[...] soluções que não dependam de grandes volumes de dados pré-formatados e que cubram todo o espectro de conhecimento necessário para treinar esses modelos [...]”
E20	D.02; D.06; D.07; D.11	“[...] são normalmente os clientes que proporcionam os dados necessários. Para os incrementar, com base nos dados dos clientes, recorre-se a geração de dados e, quando possível, através de simulação. Quando necessário, recorre-se a aquisição ou a dados em <i>open source</i> .”
E21	D.04; D.09; D.11	“[...] requisitos legais em torno da proteção de dados pessoais bem como as condições de sigilo e confidencialidade estabelecidas (pe. via NDA – <i>Non Discloser Agreement</i>) [...] usamos uma arquitetura flexível que permite aplicar diferentes mecanismos de gestão da informação, [...] de que é exemplo a capacidade de manter os dados residentes no cliente e utilizá-los em contexto exclusivo do processamento aplicacional, não partilhado [...]”

Legenda: D.01 - Anonimidade dos dados; D.02 - Aquisição de dados; D.03 - Área ainda não considerada; D.04 - Arquitetura flexível (descentralização de dados/ *cloud*/ servidores locais); D.05 - Comissão de ética (dados médicos); D.06 - Criação de dados sintéticos/ simulação; D.07 - Dados *open source*; D.08 - Dados próprios; D.09 - *Data Policy*/ RGPD/ DPO; D.10 - Não dependência de grande volume de dados pré-formatados; D.11 - Protocolos/ Acordos/ NDA/ Dados dos clientes.

Quadro 35 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 6.a.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Entidades no Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E01	D.14	“[...] estamos a tomar contacto com a IA e a promover a adoção muito controlada destes processos, inicialmente muito focada em pequenas ilhas de inovação e conhecimento [...] O processamento de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) pode ser um início, nomeadamente, porque tudo o que tem mecanismos ou processos de trabalho digital tem dados associados [...]”
E03	D.17	“[...] existem no mercado sistemas que já incorporam tecnologia baseada em IA para fins diversos [...]. O Exército tem vindo a acompanhar e a considerar como requisito alguma autonomia em alguns aspetos, nomeadamente no campo da simulação construtiva, [...] na área do ISTAR [...] e na área dos sistemas de informação para o C2 [...]”
E04	D.19	"Aquisição de equipamento para suportar futuras plataformas de reconhecimento e gestão do risco no ciberespaço, expansão do sistema de comando e controlo conjunto e racionalização das redes de dados existentes."
E05	D.16	“[...] proposta para a criação de um centro de cálculo no centro, essencialmente pelas necessidades apresentadas no âmbito do crescente recurso à simulação [...]”
E07	D.16 D.19	"Criação do CINAV Lab para a área da robótica e inteligência artificial, com grande aposta na capacidade de computação de elevada performance, encontrando-se ainda em aquisição <i>Data Science Workstations</i> . Está igualmente equacionada a criação de um laboratório Cyber."
E08	D.12; D.16; D.14; D.17; D.19	“[...] a formação/RH qualificados como o vetor primacial da capacidade [...] Temos também um projeto de modernização do CDD em curso que melhorará a capacidade global do centro, incluindo de computação. Assume particular importância nesta área a capacidade de implementação das interfaces que nos assegurem a interoperabilidade necessária para acesso a diferentes fontes de dados (essencialmente via iAP [Interoperabilidade na Administração Pública]), designadamente externas, entroncando aqui com a necessidade de aprofundamento (AMA I.P.) ou estabelecimento de parcerias (IRN, AT, etc.).”
E10	D.12	"Está a ser criado um <i>Data Lake</i> no âmbito do conhecimento situacional marítimo."
E14	D.19	"É um trabalho que está em curso e uma preocupação real."
E17	D.17	"qualquer aquisição de capacidade de armazenamento e computação tem em consideração esta preocupação, procurando assegurar condições para a adoção destas tecnologias [...]"
E19	D.13; D.19	"O centro de dados da defesa tem tido essa preocupação. Temos o projeto <i>Business Intelligence</i> em curso, que já forçou a um ajustamento, face à necessidade de recurso a sistemas na nuvem [<i>Cloud</i>]. [...]"
E22	D.19	"[...] a modernização do parque tecnológico é a principal preocupação [...]"



Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E02	D.19	"[...] sendo hoje necessário lidar com os <i>Terabytes</i> de dados disponíveis [...] Estão a ser efetuados os investimentos necessários, [...] a fonte de financiamento privilegiada será o Plano de Recuperação e Resiliência (PRR)."
E09	D.12; D.14	"Tanto internamente, ou em cooperação, existem infraestruturas sofisticadas a que o INESC tem acesso, designadamente computacionais, como são exemplo as 2 áreas autónomas existentes no Instituto Superior Técnico [...] os recursos humanos são uma grande preocupação, precisamos dos mais competentes, recorrendo o INESC às universidades e procurando continuar a ter capacidade de atrair graduados e estudantes."
E11	D.12	"A necessidade de parcerias cross-sector."
E13	D.15; D.16	"[...] Extreme data, pela quantidade ou velocidade com que têm de ser tratados, faz com que tenha de existir capacidade computacional muito elevada, constituindo o poder computacional a área mais crítica, face às necessidades das redes neuronais (exemplo do projeto CICLOPE [vigilância de incêndios], processamento de imagem em tempo real), assim como a existência de infraestruturas de comunicação seguras, com largura de banda elevada e capacidade redundante."
E16	D.13; D.19	"[...] inclusão de "mega servidor" para permitir fazer testes de carga internos e de performance através de plataformas na <i>Cloud</i> (Microsoft Azure), suportando tudo menos aplicações de desenvolvimento, que estão na <i>Cloud</i> [...]"
E18	D.13; D.14; D.15	"[...] foi necessário adotar uma solução baseada em serviços na nuvem [...] É possível distribuir processamento a níveis inatingíveis de outra forma bem como obter redundância e segurança da informação. [...] adquiriram-se também novas capacidades, quer a nível de linguagens (e.g. R, Python) quer a nível de ferramentas (e.g. DROOLS, OpenCV)."
E20	D.13; D.18; D.19	"[...] A metodologia adotada é agnóstica a infraestrutura de suporte (recorrendo a infraestrutura como código, ferramentas como Terraform), podendo balancear carga de forma transparente e em função da exigência dos projetos, entre <i>Cloud</i> Privada e <i>Cloud</i> Pública."
E21	D.12; D.19	"[...] parte do grupo THALES e como tal utiliza a sua infraestrutura corporativa. De acordo com necessidades específicas de projetos, o departamento TI providencia os recursos tecnológicos necessários [...]"

Legenda: D.12 - Parcerias para acesso a infraestruturas; D.13 - Infraestruturas/serviços na *Cloud*/ nuvem; D.14 - Competências (tecnologias / ferramentas atuais); D.15 - Comunicações (seguras / elevada largura de banda / redundância); D.16 - Poder computacional; D.17 - Incorporação de requisitos orientados a IA nos processos aquisitivos; D.18 - Infraestrutura como código (*as a service*) [agnóstica face a localização]; D.19 - Investimento em infraestruturas próprias SI/TIC.

Quadro 36 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 6.b.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Entidades no Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E01	T.10; T.14	"Existem competências transversais, onde será necessário criar um <i>skill set</i> para lidar com as tecnologias de IA no âmbito de toda a organização. Existem igualmente competências verticais, que tornam possível a aplicação do conhecimento num domínio específico, os denominados 'engenheiros de IA'. [...] A gestão de carreiras corresponde a um alinhamento de competências. Neste âmbito, numa opinião pessoal, poderá fazer sentido, mas apenas no início da sua adoção [...] Após o domínio da tecnologia, já não haverá tanta necessidade de promover a verticalização de competências, mas sim a promoção de competências transversais."
E03	T.17	"[...] está em desenvolvimento uma iniciativa de capacitação interna [...], podendo envolver a organização e realização por exemplo de <i>bootcamps</i> temáticos, com recurso a especialistas externos e internos."
E05	T.04; T.14	"[...] maior estabilidade e permanência [na Investigação] de quem tem competências [...] formação genérica e transversal sobre inteligência artificial, e outras tecnologias disruptivas."
E06	T.11; T.12; T.14	"[...] alicerçar uma estratégia, alinhada com a estratégia Nacional de desenvolvimento de IA [...] criar uma entidade coordenadora ao nível da componente terrestre (Centro de IA – Dimensão Terrestre) [...] estabelecer um processo de "aculturação de IA" no



		sentido de edificar uma consciência generalizada, ao nível do Ensino (I&D), formação (eg. Liderança, ...) [...]"
E07	T.16	"Disseminar informação, incorporando uma capacidade mínima para programação e computação, designadamente na Escola Naval, e para se perceber o alcance destas tecnologias de forma transversal."
E08	T.05; T.14; T.19; T.20; T.21	"Formação de base sobre inteligência artificial, [...] incluindo formação mais básica e geral para incrementar o conhecimento de forma transversal. Investir na formação de cariz tecnológico ao nível das academias, assumindo-se os centros de investigação como verdadeiros catalisadores para estas áreas, em parcerias com as universidades. Constituição de laboratórios, [...] e parcerias frutuosas (que funcionem), designadamente com a Academia [...] adoção de soluções de recurso a entidades externas para este tipo de necessidades específicas, pois são áreas que podem não se coadunar com a natureza de mobilidade dos militares,[...] havendo que se identificar o melhor modelo para o fazer, sendo a criação de um Instituto Tecnológico das Forças Armadas ou da Defesa Nacional um exemplo a estudar [...]"
E10	T.16	"Criar uma cultura digital em cima da cultura de inovação, onde entra a formação."
E12	T.04; T.16	"[...] um oficial que está a desenvolver estudos e investigação nestas tecnologias de IA, no âmbito do seu doutoramento, e na AFA já se introduziu a cadeira de programação de forma transversal a todos os cursos."
E14	T.07; T.08; T.13; T.16	"[...] sistemas e infraestruturas que certamente assentarão em IA no futuro, alinhados com Planos por sua vez destinados à retenção de talentos que estruturam a atribuição e desenvolvimento de competências. [...] É no entanto necessário conseguir reter e gerir os talentos, assim como assegurar formação, tanto horizontalmente como verticalmente, envolvendo assim todos os níveis [...]"
E15	T.10	"[...] criação de equipas especializadas, incorporando especialistas de várias áreas funcionais e que funcionarão como um embrião [...]"
E17	T.08; T.16	"[...] desenvolvimento, associado aos SI/TIC [...] criação de condições específicas de formação e qualificação; de âmbito mais genérico e transversal, [...] importará incrementar competências na área digital [...]"
E19	T.18	"[...] obter as competências específicas necessárias [...] a exemplo do que foi feito para o domínio do Espaço, com os correspondentes planos associados."
Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E02	T.15; T.18	"[...] sendo necessário outras competências [exemplo Polícia Científica] [...] [PJ] tem de encarar a gestão de carreiras nesta área também. Será necessário colocar competências ao nível da ciência de dados num próximo concurso [...]"
E09	T.13; T.19	"[...] construir um ecossistema, constituído a montante por universidades, com um fluxo de renovação permanente, e a jusante, através da tecnologia, com a criação de empresas. Esta realidade torna o INESC atrativo para alunos e colaboradores, que podem por sua vez criar outros ecossistemas [...]"
E11	T.06; T.17	"[...] capacidade de aconselhamento aos clientes, organizando-se workshops temáticos e o dia da SisTrade [...] Aposta no <i>business development</i> em inovação."
E13	T.14; T.16	"Quando [...] a IA se transforma numa <i>commodity</i> , toda a organização tem de ter know-how disperso para conhecer o quanto basta a tecnologia [...] Será necessário recorrer a ações de formação em sistemas de informação no início, [...] para perceber riscos e oportunidades, de proporcionar formação a pessoas na área das aquisições, logística e grandes estruturas."
E16	T.04; T.08; T.18; T.19	"[...] recrutamento e da manutenção de uma forte relação com a academia, designadamente ao nível dos doutoramentos [...]" "[...] criação de condições de treino anual relevante, possibilitando trazer conhecimento adicional a empresa [...]"
E18	T.09; T.18	"[...] adotou uma abordagem mais ágil, [...] para o desenvolvimento da tecnologia que permite grande adaptabilidade [...]. O mesmo se passa ao nível das competências [...] temos grande capacidade de adaptação a novas tendências e necessidades dos nossos clientes."
E20	T.06	"[...] existência de uma equipa competente que permita, de forma transversal, fazer a ponte entre a tecnologia disponível no mercado e o conhecimento e necessidades funcionais dos clientes [...]"



E21	T.05; T.10	“[...] cooperação com outras empresas do grupo e com uma vasta rede de parceiros [...] os desafios tecnológicos em matérias de IA exigem a continuação desta política, [...] postos de trabalho em IA são reduzidos quando comparados com outras funções [...] na THALES, o especialista de AI está (tipicamente) alocado ao desenvolvimento de uma solução, mas participa numa comunidade IA do grupo [...]”
<p>Legenda: T.04 - Apoio à investigação (Doutoramentos/ Doutorados); T.05 - Apostar na cooperação; T.06 - Apostar no <i>Business Development</i> em inovação; T.07 - Assegurar retenção de talentos; T.08 - Aposta no ensino e formação; T.08.1 - Incrementar a formação transversal em SI/TIC; T.08.2 - Assegurar ensino e formação transversal sobre tecnologias de IA; T.08.3 - Assegurar formação regular às áreas tecnológicas; T.09 - Possuir capacidade de adaptação (abordagem ágil); T.10 - Constituir comunidade especialistas de AI; T.11 - Criar Centro(s) de IA; T.12 - Desenvolver Estratégia para a IA; T.13 - Criar atratividade pela tecnologia e projetos; T.15 - Gerir uma carreira específica para a IA; T.17 - Realizar <i>workshops/ bootcamps</i>; T.18 - Recrutar para novas competências; T.19 - Manter estreita relação com academia; T.20 - Criar Laboratório(s); T.21 - Criar um Instituto Tecnológico (das FFAA ou Defesa).</p>		

Quadro 37 – Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 6.c.

#	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
Entidades no Ministério da Defesa, EMGFA e ramos		
E04	E.01	"Muito útil [...]"
E08	E.01	"tratando-se de tecnologias emergentes, requerem, por natureza, uma forte ligação à Academia e a empresas inovadoras nas áreas de foco do IA [...]"
E12	E.01	"É útil [...]"
E14	E.01	"Sem dúvida..."
E17	E.01	"É fundamental [...]"
E22	E.01	"[...] A resposta é sim, é deveras útil ter sinergias com o ensino superior no âmbito do desenvolvimento de tecnologia, computação, computação quântica e demais desenvolvimento tecnológico [...]"
Entidades externas ao Ministério da Defesa e estrutura das Forças Armadas		
E09	E.01	“[...] tem-se verificado a nível europeu um empenhamento mais significativo (financiamento) na área da defesa, estando o INESC aberto a apoiar novos projetos com as Forças Armadas [...]"
E11	E.01	“[...] é de maior interesse uma colaboração mais próxima com as forças armadas Portuguesas, e instituições ENESII (Entidades não Empresariais do Sistema de I&I) ligadas ao setor [...]"
E13	E.01	"É essencial [...]"
E18	E.01	“[...]é essencial [...] esta relação com as forças armadas é imprescindível [...]"
E21	E.01	“[...] sempre aberta para iniciativas de cooperação com as Forças Armadas/ Universidades/ Centros de Investigação. É essencial o envolvimento (em todos os níveis TRL) do utilizador final de um sistema [...]"
Legenda: E.01 - Sim; E.02 - Não		

Legenda:

AFA – Academia da Força Aérea

AMA – Agência para a Modernização Administrativa

C2 – *Command and Control*

CDD – Centro de Dados da Defesa

CIAFA – Centro de Investigação da Academia da Força Aérea

CINAMIL – Centro de Investigação da Academia Militar

CINAV – Centro de Investigação Naval

DGRDN – Direção-Geral de Recursos de Defesa Nacional

EDA – *European Defence Agency*

EMGFA – Estado-Maior-General das Forças Armadas

IUM – Instituto Universitário Militar

ISTAR – *Intelligence, Surveillance and Target Acquisition*

PS3 – *Portuguese Sky Sentinel System*

SI – *Sistemas de Informação*

TIC – *Tecnologias de Informação e Comunicações*

TRL – *Technology Readiness Level*

**Apêndice F – Matrizes de unidades de contexto e de registo – Parte II****Quadro 38 - Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 7.(C2)**

#	Ordem	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
E01	1	Apoio à Decisão e Gestão	"Apoio à tomada de decisão"
E01	2	Apoio à Decisão e Gestão	"Sistemas de gestão"
E03	1	Planeamento de Capacidades; Apoio à Decisão e Gestão	"Apoio ao planeamento (processos mais eficientes)"
E03	2	Apoio à Decisão e Gestão; C4ISR	"Apoio à decisão (melhor informação/análise, maior rapidez, melhor qualidade da informação) / <i>Human enhancement</i> "
E04	1	C4ISR; Veículos Autónomos	" <i>Common Operational Picture/Situational Awareness</i> "
E04	2	Ciberespaço e espaço informacional	"Cibersegurança"
E05	1	Ciberespaço e espaço informacional	"Cibersegurança e ciberdefesa."
E06	1	Apoio à Decisão e Gestão	"Processo de tomada de decisão "
E06	2	Veículos Autónomos; Armas e Efeitos	" <i>Swarming Technologies</i> , aplicada à sincronização dos sistemas de manobra"
E07	1	Ciberespaço e espaço informacional	"Ciberdefesa"
E10	1	C4ISR; Veículos Autónomos	"Conhecimento situacional marítimo"
E10	2	Apoio à Decisão e Gestão	"Ferramentas de apoio à decisão"
E12	1	Apoio à Decisão e Gestão	"Sistemas de Apoio à Decisão"
E14	1	C4ISR	"Sistema de Comando Aéreo de Portugal"
E14	2	Armas e Efeitos; C4ISR; Veículos Autónomos	" <i>Multi Aegis Site Interface/ CRC site Interface</i> "
E14	3	C4ISR	" <i>Interim Command and Control (ICC)</i> "
E14	4	C4ISR; Apoio à Decisão e Gestão	" <i>Portuguese Sky Sentinel System (PS3)</i> "
E15	1	Apoio à Decisão e Gestão	"Apoio à decisão (ex.: JADC2)"
E17	1	C4ISR	"Sistemas explorados no âmbito do SICCAP (Sistema de C2 Aéreo de Portugal)"

Quadro 39 - Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 7.(Informações)

#	Ordem	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
E01	1	C4ISR	"Integração e análise de sensores"
E03	1	C4ISR	"Recolha, análise e processamento de dados, imagem/vídeo"
	2	Apoio à Decisão e Gestão; C4ISR	"Fusão de informação/dados"
	3	Apoio à Decisão e Gestão; C4ISR	"Predição de acontecimentos/eventos/ "
E04	1	C4ISR	" <i>Image Intelligence</i> "
	2	Ciberespaço e espaço informacional	" <i>Cyber Intel</i> "
E05	1	C4ISR	"Processamento de imagem, reconhecimento facial"
	2	C4ISR	"Processamento de imagem e análise de informação geoespacial"
	3	C4ISR; Apoio à Decisão e Gestão	"Processamento de imagem e análise de risco envolvendo minas e engenhos explosivos improvisados"
E06	1	Apoio à Decisão e Gestão	"Processo de tomada de decisão"
	2	Apoio à Decisão e Gestão; C4ISR	"Análise da ameaça, análise do terreno (IPB)"
	3	C4ISR	"Sistemas de identificação e aquisição de informação"
E07	1	Apoio à Decisão e Gestão; Ciberespaço e espaço informacional	"Análise de padrões em <i>big data</i> para deteção de situações anómalas"
	2	Apoio à Decisão e Gestão	"Análise de padrões em <i>big data</i> "
	3	Apoio à Decisão e Gestão; C4ISR	"Análise de padrões em redes"
E10	1	C4ISR; Veículos Autónomos	"Conhecimento situacional marítimo"
	2	C4ISR	"Reconhecimento e identificação de alvos"
E12	1	Apoio à Decisão e Gestão; C4ISR	"Processamento de dados"
	2	C4ISR	"Identificação de imagens"



E14	1	C4ISR	"Processo ISR - <i>Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance</i> "
	2	C4ISR	"BICES <i>Battlefield Information. Collection and Exploitation System</i> "
	3	C4ISR	" <i>Shared Early Warning (SEW)</i> "
E15	1	Apoio à Decisão e Gestão	"Apoio à decisão (ex.: JADC2)"
	2	C4ISR	"Integração, processamento em apoio à determinação de padrões de comportamento"
E17	1	Apoio à Decisão e Gestão; C4ISR	"Processos de tratamento e fusão de dados"

Quadro 40 - Matriz de unidade de contexto e de registo da questão n.º 7.(Apoio Logístico)

#	Ordem	Unidade de Registo	Unidade de Contexto
E01	1	Veículos Autónomos	"Veículos autónomos"
	2	Veículos Autónomos	"Industria 4.0 (máquinas para efetuar tarefas repetitivas)"
E03	1	Apoio à Decisão e Gestão; Logística	"Apoio ao planeamento e à decisão "
	2	Logística	"Apoio a tarefas de manutenção"
E04	1	Planeamento de Capacidades; Logística	"Gestão de fluxos de informação logística (toda a cadeia de valor)"
E05	1	Planeamento de Capacidades; C4ISR	"Investigação operacional e processamento de grande volume de variáveis e de dados."
E06	1	Veículos Autónomos	"Sistemas autónomos de reabastecimento (transportes, rotas, sincronização)"
	2	Apoio à Decisão e Gestão	"Sistemas de apoio á decisão"
E07	1	Logística	" <i>Business Intelligence</i> para apoio à atividade logística"
E10	1	Apoio à Decisão e Gestão; Logística	"Manutenção preditiva"
E12	1	Logística	"Otimização da gestão de stocks"
E14	1	Logística	"LOGFAS (ADAMS /ACROSS/EVES)"
E15	1	Apoio à Decisão e Gestão; Logística	"Apoio à decisão (ex.: JADC2)"
	2	Apoio à Decisão e Gestão; C4ISR	"Processamento de dados"
	3	Logística	"Gestão de cadeias logísticas"
	4	Veículos Autónomos	"Robotização de processos"
E17	1	Logística	"Sistemas de informação da área logística (cadeia de abastecimento, manutenção)"

Legenda:

ADAMS – *Allied Deployment and Movement System*
 IPB – *Intelligence Preparation of the Battlefield*
 ISR – *Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance*

JADC2 – *Joint All Domain Command and Control*
 LOGFAS – *Logistics Functional Area Services*
 PS3 – *Portuguese Sky Sentinel System*