

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL GENERAL
2024/2025**



TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO INDIVIDUAL

**CONTRIBUTOS PARA UM MODELO DE USO DA INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL, NO EXÉRCITO – NOS PROCESSOS, NO EMPREGO
OPERACIONAL E NOS PROCESSOS DE LIDERANÇA**

**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.**

**João Carlos Fradique Carichas do Amaral Marques
CORONEL DE TRANSMISSÕES**



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**CONTRIBUTOS PARA UM MODELO DE USO DA
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, NO EXÉRCITO – NOS
PROCESSOS, NO EMPREGO OPERACIONAL E NOS
PROCESSOS DE LIDERANÇA**

COR TM João Carlos Fradique Carichas do Amaral Marques

Trabalho de Investigação Individual do CPOG 2024/2025

Pedrouços 2025



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**CONTRIBUTOS PARA UM MODELO DE USO DA
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, NO EXÉRCITO – NOS
PROCESSOS, NO EMPREGO OPERACIONAL E NOS
PROCESSOS DE LIDERANÇA**

COR TM João Carlos Fradique Carichas do Amaral Marques

Trabalho de Investigação Individual do CPOG 2024/2025

Orientador: BGen João Luís Cardoso Modesto Albuquerque Barroso

Pedrouços 2025



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, João Carlos Fradique Carichas do Amaral Marques, declaro por minha honra que o documento intitulado “Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança” corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida, enquanto auditor do Curso de Promoção a Oficial General 2024-2025 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, 05 de maio de 2025

João Carlos Fradique Carichas do Amaral Marques
Coronel de Transmissões



Agradecimentos

A realização deste trabalho de investigação individual constituiu um percurso exigente, mas enriquecedor, que só foi possível concretizar graças ao contributo e apoio de várias pessoas e entidades a quem gostaria de expressar o meu mais sincero agradecimento.

Ao Coronel Nuno Santos Loureiro, responsável pelas Metodologias de Investigação Científica, manifesto a minha gratidão pela permanente disponibilidade e pelos esclarecimentos prestados, que se revelaram fundamentais para ultrapassar dificuldades e aprofundar conhecimentos.

A todos os entrevistados, agradeço a generosidade e o inestimável contributo, cujas perspetivas e experiências se tornaram decisivas para o desenvolvimento e concretização deste estudo.

Ao meu orientador, Brigadeiro-General João Barroso, expresso o meu profundo agradecimento pela orientação científica, pela liberdade académica concedida, pela preocupação com a utilidade prática do trabalho e pelos contributos, que enriqueceram de forma significativa a qualidade desta investigação.

Um agradecimento muito especial aos meus camaradas do Curso de Promoção a Oficial General 2024/2025. Foi um privilégio partilhar esta experiência com todos vós. Obrigado por todos os momentos inesquecíveis de camaradagem, aprendizagem contínua e boa disposição, que fortaleceram laços e criaram amizades duradouras.

Expresso igualmente o meu reconhecimento por ter tido a oportunidade de aprofundar os conhecimentos na área da inteligência artificial, tema que constituiu o núcleo central deste trabalho e que certamente contribuirá para a minha evolução profissional e académica.

À minha família, agradeço todo o apoio incondicional, compreensão e paciência demonstrados ao longo deste percurso exigente. O vosso incentivo constante foi o suporte essencial que me permitiu avançar com confiança e determinação.

Finalmente, faço minhas as palavras da Marcha da Academia Militar, que tão bem traduzem o espírito que nos une:

“Brilha a estrela que nos guia,

Brilhará p'la vida fora.

[...]

Quem quiser ficar que fique,

Porque a malta continua.”



Índice

1. Introdução	13
2. Enquadramento teórico e conceptual	16
2.1 Revisão da literatura e conceitos estruturantes	16
2.1.1 Inteligência artificial	16
2.1.2 Maturidade da inteligência artificial	18
2.1.3 Infraestrutura de dados para a inteligência artificial	19
2.2 Metodologia e método	20
2.2.1 Metodologia	20
2.2.2 Método	21
3. Nível de maturidade e projetos de inteligência artificial no Exército	22
3.1 Organização	22
3.1.1 Plano estratégico da inteligência artificial	22
3.1.2 Parcerias	22
3.1.3 Cultura	24
3.1.4 Estrutura organizacional	24
3.1.5 Desenvolvimento da força de trabalho	25
3.2 Tecnologia	26
3.2.1 Plataformas de inteligência artificial	26
3.3 Processos	26
3.3.1 Inovação de inteligência artificial	26
3.3.2 Utilização e adoção	27
3.4 Dados	28
3.4.1 Arquitetura	28
3.4.2 Segurança e privacidade	28
3.4.3 Governação dos dados de inteligência artificial	29
3.5 Responsabilidade	29
3.5.1 Responsável, governável e contestável	29
3.6 Diagnóstico da maturidade em inteligência artificial	30
3.7 Projetos	30
3.8 Síntese conclusiva e resposta à Questão Derivada 1	31
4. Aplicação da inteligência artificial em ambiente externo ao Exército	33



4.1	Contributos para a aplicação da inteligência artificial.....	33
4.2	Dificuldades na implementação da inteligência artificial.....	34
4.3	Projetos e casos de uso	35
4.4	Síntese conclusiva e resposta à Questão Derivada 2	38
5.	Formulação de contributos para um modelo de uso da aplicação da inteligência artificial no Exército.....	41
5.1	Contributos para a aplicação da inteligência artificial no Exército	41
5.2	Plano de implementação para a evolução da maturidade da IA no Exército.....	43
5.3	Aceleradores - casos de estudo a aplicar	44
5.4	Validação dos projetos do Exército com o plano de implementação	45
5.5	Síntese conclusiva e resposta à Questão Central	46
6.	Conclusões.....	47
	Referências Bibliográficas.....	52

Índice de Apêndices

Apêndice A – Corpo de Conceitos	Apd A-1
Apêndice B – Modelo de Análise.....	Apd B-1
Apêndice C – Entrevistas	Apd C-1
Apêndice D – Análise de conteúdo das entrevistas.....	Apd D-1
Apêndice E – Representação de projetos de inteligência artificial do Exército.....	Apd E-1
Apêndice F – Projetos piloto de inteligência artificial do Exército.....	Apd F-1
Apêndice G – Lista de projetos de inteligência artificial externos ao Exército	Apd G-1

Índice de Figuras

Figura 1 - <i>Specialised domains of Artificial Intelligence</i>	17
Figura 2 - <i>AI Maturity Model Overview: Pillars, Dimension, and Assessment Levels</i>	18
Figura 3 - Modelo de governação do ecossistema de inovação existente	24
Figura 4 – Avaliação qualitativa do nível de maturidade do Exército em IA por dimensão - MMIA adaptado.....	30
Figura 5 – Número de projetos de IA identificados no Exército por domínio funcional	30



Índice de Quadros

Quadro 1 – Quadro de implementação: resumo com fases, tecnologias prioritárias e aplicações propostas.....	37
Quadro 2 – Análise SWOT correlacional.....	41
Quadro 3 – Contributo para o Modelo de Uso	42
Quadro 4 – Objetivo: Criar as bases institucionais, normativas e organizacionais para a adoção sustentada da IA.....	43
Quadro 5 – Objetivo: Desenvolver os meios humanos e tecnológicos necessários à operacionalização segura da IA	44
Quadro 6 –Objetivo: Expandir a adoção da IA a casos de uso operacionais com impacto mensurável	44
Quadro 7 – Alinhamento dos Projetos do Exército com a abordagem escalonada	45
Quadro 8 –Modelo de Uso BIA.....	46
Quadro 9 - Modelo de análise.....	Apd B-1
Quadro 10 – Lista de entidades entrevistadas	Apd C-1
Quadro 11 – Guião das entrevistas realizadas	Apd C-2
Quadro 12 – Modelo de Maturidade da Inteligência Artificial Adaptado MITRE ...	Apd C-3
Quadro 13 – Análise de conteúdo das entrevistas	Apd D-1
Quadro 14 – Representação de Projetos de Inteligência Artificial do Exército	Apd E-1
Quadro 15 – Projetos de Inteligência Artificial do Exército	Apd F-1
Quadro 16 – Lista de Projetos de Inteligência Artificial externos ao Exército	Apd G-1



Resumo

Esta investigação analisa a aplicação da Inteligência Artificial (IA) no Exército, com o objetivo de propor um modelo de uso orientador para a utilização desta tecnologia nos contextos organizacional, operacional e de liderança. Foi adotada uma abordagem qualitativa, com base em raciocínio indutivo, apoiada no modelo de maturidade de IA adaptado da MITRE *Corporation*. Realizaram-se entrevistas semiestruturadas a 21 entidades nacionais e internacionais com relevância estratégica no domínio da Defesa.

Os resultados indicam um nível de maturidade situado entre os níveis Inicial e Comprometido, com projetos-piloto relevantes, mas sem integração plena nos sistemas e processos. Foram identificadas limitações estruturais, técnicas e culturais, bem como oportunidades relacionadas com parcerias, evolução regulatória e inovação tecnológica. A análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* (SWOT) correlacional permitiu sistematizar os fatores internos e externos, alinhando-os com as prioridades estratégicas.

Com base nesta análise, foi desenvolvido o modelo “Bússola para a Inteligência Artificial” (BIA), composto por objetivos estratégicos e linhas de ação. O modelo visa orientar uma adoção progressiva, segura e eficaz da IA, contribuindo para a transformação digital do Exército e para o reforço das suas capacidades de decisão e operacionais.

Palavras-chave: inteligência artificial no Exército; maturidade da inteligência artificial; modelo de uso da inteligência artificial; transformação digital no Exército.



Abstract

This research analyses the application of Artificial Intelligence (AI) in the Army, aiming to propose a guiding usage model for this technology across organisational, operational, and leadership contexts. A qualitative approach was adopted, supported by inductive reasoning and based on the AI maturity model adapted from the MITRE Corporation. Semi-structured interviews were conducted with 21 national and international entities of strategic relevance in the field of Defence.

The findings indicate a maturity level between Initial and Engaged, with relevant pilot projects, although full integration into systems and processes is still lacking. Structural, technical, and cultural limitations were identified, along with opportunities related to partnerships, regulatory developments, and technological innovation. A correlational Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (SWOT) analysis allowed for the systematisation of internal and external factors and their alignment with strategic priorities.

Based on this analysis, the “Compass for Artificial Intelligence” (BIA) model was developed, structured around strategic objectives and lines of action. This model aims to guide the progressive, secure, and effective adoption of AI, contributing to the Army’s digital transformation and enhancing its decision-making and operational capabilities.

Keywords: *artificial intelligence in the Army; artificial intelligence maturity; artificial intelligence usage model; digital transformation in the Army.*



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

AA	Aprendizagem Automática (<i>Machine Learning</i>)
ACTING	<i>Advanced European Platform and Network of Cybersecurity Training and Exercises Centres</i>
AMIDA-UT	<i>Automated Modelling, Identification and Damage Assessment of Urban Terrain</i>

B

BELLONA	<i>Base para la Evaluación Logística y Logística Operacional con Nuevas Aplicaciones</i>
---------	--

BIA	Bússola para a Inteligência Artificial
-----	--

C

C2	Comando e Controlo
C4ISR	<i>Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i>
CCTSC	Centro de Capacitação Tática, Simulação e Certificação
CDABI	Centro de Desenvolvimento Aplicacional e <i>Business Intelligence</i>
CEME	Chefe do Estado-Maior do Exército
CEMTE _x	Centro de Experimentação e Modernização Tecnológica do Exército
CIGeoE	Centro de Informação Geoespacial do Exército
CINAMIL	Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar
COCO	<i>Centro Operativo de Coordinación y Operaciones</i>

D

DCI	Direção de Comunicações e Informação
DIANA	<i>Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic</i>
DID	Divisão de Inovação e Doutrina
DN	Defesa Nacional

E

EDA	<i>European Defence Agency</i> (Agência Europeia de Defesa)
EDF	<i>European Defence Fund</i>
EDN	Estratégia Digital Nacional
EID	Empresa de Investigação e Desenvolvimento de Eletrónica



EME	Estado-Maior do Exército
EMGFA	Estado-Maior-General das Forças Armadas
EUA	Estados Unidos da América
F	
FAP	Força Aérea Portuguesa
FCT	Fundação para a Ciência e a Tecnologia
FFAA	Forças Armadas
G	
Gesdoc	Gestão Documental
GONZALO	<i>Generador de Opciones No lineales para Zonas de Actuación y Localización de Objetivos</i>
GPT	<i>Generative Pre-trained Transformer</i>
I	
IA	Inteligência Artificial
IDOYA	<i>Inteligencia Documental y Organización Y Apoyo</i>
INDIANA I	<i>Intelligent Management and Display of Data for Platform Crew's Increased Situational Awareness</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
ISR	<i>Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i>
IUM	Instituto Universitário Militar
L	
LLM	Modelo de Linguagem de Grande Escala (<i>Large Language Model</i>)
LOSS-J	Localizar, Organizar, Sumariar, Sugerir e Justificar
LPM	Lei de Programação Militar
LSTM	<i>Long Short-Term Memory</i>
M	
MDN	Ministério da Defesa Nacional
MDO.ai	<i>Multi-Domain Operations – Artificial Intelligence</i>
MGCP	<i>Multinational Geospatial Co-production Program</i> (Programa Multinacional de Coprodução Geoespacial)
MMIA	Modelo de Maturidade da Inteligência Artificial



N

NATO Organização do Tratado do Atlântico Norte (*North Atlantic Treaty Organization*)

NCIA NATO *Communications and Information Agency*

NEP Norma de Execução Permanente

NIST *National Institute of Standards and Technology*

O

OE Objetivo Específico

OG Objetivo Geral

P

PLN Processamento de Linguagem Natural (*Natural Language Processing*)

PRISMA *Plataforma de Reconocimiento Integrado y Seguimiento Multidominio Autónomo*

Q

QC Questão Central

QD Questão Derivada

R

RAG *Retrieval-Augmented Generation*

RGPD Regulamento Geral de Proteção de Dados

S

SGMDN Secretaria-Geral do Ministério da Defesa Nacional

SIC-T Sistema de Informação e Comunicações Tático

SIGDN Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional

SIPLOC *Sistema Inteligente de Planificación y Localización de Obstáculos de Combate*

STO *Science and Technology Organization*

SWOT *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*

T

TI Tecnologias de Informação

TII Trabalho de Investigação Individual

TN Território Nacional

TOPFAS.ai *Tool for Operational Planning, Force Activation and Simulation – Artificial Intelligence*



U

UE União Europeia

V

VC Visão por Computador (*Computer Vision*)

X

XAI *Explainable Artificial Intelligence* (Inteligência Artificial Explicável)

XDR *Extended Detection and Response*



1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) é uma tecnologia emergente e disruptiva que se tornou num elemento central de uma estratégia de segurança e defesa a nível global (Brundage, 2018, pp. 3-7).

As declarações de alguns dirigentes globais reforçam a relevância estratégica da IA. O líder da Federação Russa, Vladimir Putin afirmou que quem dominar esta tecnologia “governará o mundo” (Vincent, 2017); por sua vez, Xi Jinping sublinhou que ciência e tecnologia se tornaram o principal campo da rivalidade global (Feng, 2021); e a Casa Branca apelou à liderança dos Estados Unidos da América (EUA) na aplicação responsável da IA (Cordell, 2024).

A IA tem vindo a assumir um papel crucial na modernização das capacidades militares, contribuindo decisivamente para a eficácia operacional e a otimização dos processos de tomada de decisão no Exército. A implementação de sistemas inteligentes facilita a análise rápida e precisa de grandes volumes de dados operacionais, permitindo identificar padrões e prever cenários, aumentando assim a capacidade de antecipação. Além disso, tecnologias avançadas como os Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLM) promovem uma gestão mais eficiente da informação classificada e garantem maior autonomia e resiliência em cenários operacionais de elevada complexidade (Goecks, 2024).

Vários especialistas têm sugerido que a IA, à semelhança de tecnologias de uso geral anteriores, poderá provocar transformações comparáveis às de uma nova revolução industrial (Scharre, 2024, p. 11).

Como sublinha Oliveira (2025, p. 32) “é cada vez mais importante saber gerir e explorar os dados e a informação disponível nas organizações e nos estados.” Esta afirmação é particularmente relevante para o contexto militar, onde a eficácia da IA depende diretamente da forma como os dados são estruturados, governados e aplicados no apoio à decisão.

Apesar do seu potencial transformador e da disponibilização de ferramentas de co-inteligência que rivalizam com as capacidades humanas (Mollick, 2024, p. 18), a implementação da IA nas organizações, incluindo no contexto militar, enfrenta desafios tecnológicos, organizacionais e culturais. De acordo com o estudo (Ångström et al., 2023, pp. 5-22) sobre a implementação da IA, baseado num questionário aplicado a cerca de 2 500 decisores com experiência nesta área, a sua aplicação eficaz exige mais do que a simples adoção de tecnologia avançada; requer uma profunda transformação das estruturas



organizacionais, um investimento consistente no desenvolvimento de competências técnicas e uma mudança significativa nas atitudes culturais perante o uso de dados e algoritmos. As dificuldades frequentemente identificadas incluem a falta de dados adequadamente estruturados, a escassez de recursos humanos com formação suficiente em IA e uma resistência cultural às mudanças induzidas por estas tecnologias. Ultrapassar estes desafios implica, por isso, uma estratégia integrada que combine a aposta na formação contínua, uma gestão adaptativa e uma visão clara dos benefícios concretos que a IA pode oferecer às organizações militares (Ångström et al., 2023, pp. 5-22).

Neste contexto, o tema "Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança" justifica-se pela necessidade de orientar a aplicação estruturada da IA no Exército. Reconhecendo-se a importância desta tecnologia para a modernização organizacional e a eficácia operacional, e face à perceção de um nível de maturidade ainda incipiente resultante da análise de documentação e entrevistas exploratórias, a presente investigação adotou intencionalmente uma abordagem holística.

Face a este enquadramento, optou-se por uma abordagem metodológica e conceptual de natureza abrangente, que considera a interdependência entre os processos, o emprego operacional e a liderança. Esta perspetiva integrada permite não só identificar os principais constrangimentos à adoção da IA, como também formular contributos realistas e articulados para o desenvolvimento de condições estruturais, tecnológicas e humanas sustentáveis no contexto do Exército.

A escolha desta abordagem justifica-se pela necessidade urgente de compreender e tratar a complexidade dos fatores críticos que influenciam a implementação da IA. Ao invés de uma análise fragmentada por áreas, procura-se construir uma visão estratégica coerente e aplicável, capaz de responder de forma eficaz aos desafios multidimensionais colocados por esta transformação tecnológica.

O presente trabalho tem por objeto de estudo a aplicação da IA no Exército, propondo contributos para um modelo de uso da IA, denominado Bússola para a Inteligência Artificial (BIA), por forma a impulsionar o desenvolvimento, adoção responsável e utilização desta tecnologia disruptiva no Exército. A investigação apresenta a seguinte delimitação (Santos, L.A.B.; Lima, J.M.M. (Coord.), 2019, p. 42):



- temporalmente, de junho de 2019 a maio de 2025, compreendendo o período entre a publicação da estratégia nacional para a IA (Portugal INCoDe.2030, 2019) e a conclusão do TII (Trabalho de Investigação Individual);
- espacialmente, ao Território Nacional (TN) no contexto do Exército;
- Em termos de conteúdo, restringe-se a investigação à problemática da aplicação, nível de maturidade e projetos/casos de uso da IA no Exército.

O Objetivo Geral (OG) do presente estudo consiste em propor contributos para um modelo de uso da IA no Exército e integrando os seguintes Objetivos Específicos (OE):

- OE1: Analisar o nível de maturidade e projetos de IA no Exército;
- OE2: Analisar a aplicação da IA em ambiente externo ao Exército.

A Questão Central (QC) orientadora do presente trabalho é a seguinte: De que forma pode ser aplicada a IA no Exército?

A QC decompõe-se em duas questões derivadas (QD), cada uma diretamente associada a cada OE:

- QD1: Qual o nível de maturidade e quais os projetos de IA no Exército?
- QD2: Que contributos pode o Exército obter a partir do desenvolvimento, adoção e implementação de projetos de IA em ambiente externo?

O presente TII segue o formato de artigo escolar¹ e encontra-se estruturado em seis capítulos, contemplando: a introdução; o enquadramento teórico e conceptual da investigação; análise do nível de maturidade e projetos de IA no Exército e resposta à QD1; análise da aplicação da IA em ambiente externo ao Exército e resposta à QD2; apresentação de uma proposta de contributos para aplicar a IA no Exército e resposta à QC; e apresentação das conclusões, contributos para o conhecimento, limitações e propostas de estudos futuros.

¹ Definido pelo Instituto Universitário Militar (IUM), em conformidade com a NEP/INV-003(A3) (Instituto Universitário Militar, 2020).



2. Enquadramento teórico e conceptual

Este capítulo apresenta o enquadramento teórico e conceptual da investigação.

2.1 Revisão da literatura e conceitos estruturantes

2.1.1 Inteligência artificial

O termo "Inteligência Artificial" foi criado por John McCarthy em 1956, na Conferência de Dartmouth, considerada o marco inicial da IA como disciplina formal de investigação (McCarthy, 1996).

Contudo, na documentação analisada constata-se não existir uma definição consensual de IA, devido à sua natureza interdisciplinar e evolução constante. Instituições como o *International Organization for Standardization* (ISO) (International Organization for Standardization, 2025) e o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) (National Institute of Standards and Technology, 2025), referem que as definições variam de acordo com o contexto técnico, legal e cultural.

Para o presente trabalho de investigação adota-se a definição de IA da iniciativa estratégica portuguesa AI PORTUGAL 2030 (Portugal INCoDe.2030, 2019, p. 16) como a “área científica e o conjunto de tecnologias que utilizam programas e dispositivos físicos para imitar facetas avançadas da inteligência humana”, considerando que surge no âmbito nacional e que é completa e atual.

A IA compreende as seguintes áreas: IA Generativa (*Generative AI*), Aprendizagem Automática (AA) – *Machine Learning* (ML), Processamento de Linguagem Natural (PLN) – *Natural Language Processing* (NLP) e a Visão Computacional (VC) – *Computer Vision* (CV). A figura 1 mostra as áreas e as suas aplicações (New South Wales Government, 2024).

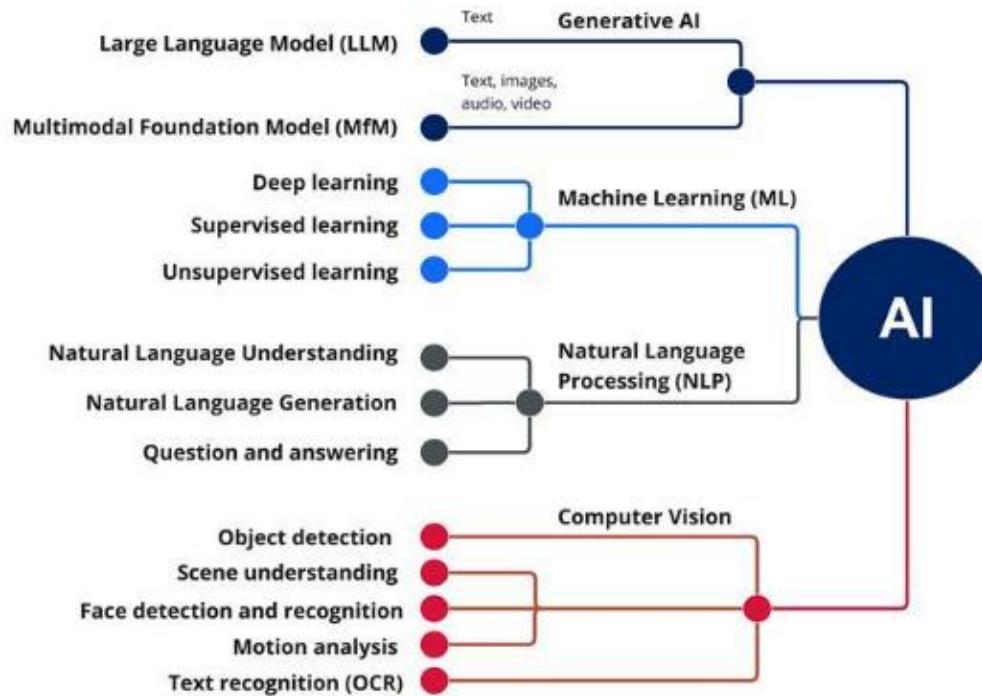


Figura 1 - *Specialised domains of Artificial Intelligence*

Fonte: New South Wales Government (2024)

A IA Generativa refere-se a modelos de IA projetados para criar conteúdos, como texto, imagens, som, ou código, baseados na aprendizagem de padrões de dados. São exemplos, os Modelos de Linguagem de Larga Escala (*Large Language Model – LLM*) e o *Generative Pre-trained Transformer* (GPT) para texto, o modelo DALL-E para imagens e o *Deepfake* para vídeos (NVIDIA, 2025).

A AA utiliza algoritmos e estatísticas para permitir que sistemas aprendam a partir de dados, sem ser explicitamente programados para cada tarefa. São exemplos a aprendizagem supervisionada (como classificação e regressão), não supervisionada (como agrupamento) e aprendizagem por reforço (International Business Machines Corporation, 2025). Na área militar, os algoritmos de AA são utilizados para identificar veículos, equipamentos e tropas inimigas em tempo real a partir de *drones* ou satélites (Shinego, 2024).

O PLN é um campo da IA que estuda a interação entre os computadores e a linguagem humana, tendo como objetivo que as máquinas compreendam, interpretem e respondam a texto ou fala em linguagem natural. Entre as suas aplicações mais comuns incluem-se os *chatbots* e os tradutores automáticos (Microsoft, 2025).

A VC é um campo da IA que ensina computadores a interpretar e compreender o mundo visual, permitindo o reconhecimento de objetos, imagens, vídeos e outros padrões



visuais. São exemplos as aplicações de reconhecimento facial, análise de imagens médicas e carros autónomos (Intel Corporation, 2025).

No meio militar, a VC já é empregue em reconhecimento facial em postos de controlo (Staff, 2023), na navegação autónoma de *drones* de reconhecimento (MQ-9 Reaper) (Air Force Special Operations Command, 2025) e na análise automatizada de imagens de satélite para vigilância de tropas (National Geospatial Intelligence Agency, 2025).

2.1.2 Maturidade da inteligência artificial

A adoção eficaz da IA requer mais do que o desenvolvimento de soluções técnicas; exige uma transformação organizacional progressiva e estruturada. Da análise da documentação, não identificando um modelo definido especificamente para o contexto militar, o Modelo de Maturidade da Inteligência Artificial (MMIA) da organização MITRE Corporation² (MITRE Corporation, 2025), constitui uma ferramenta estratégica para conduzir as organizações no processo de avaliação e evolução das suas capacidades em IA, promovendo a sua utilização ética, eficaz e sustentável (MITRE Corporation, 2023).

O MMIA está organizado, conforme a figura 3, em seis pilares fundamentais: (1) Utilização Ética, Equitativa e Responsável; (2) Estratégia e Recursos; (3) Organização; (4) Facilitadores Tecnológicos; (5) Dados; e (6) Desempenho e Aplicação. Os seis pilares no seu conjunto possuem 20 dimensões, sendo cada uma avaliada individualmente (MITRE Corporation, 2023).

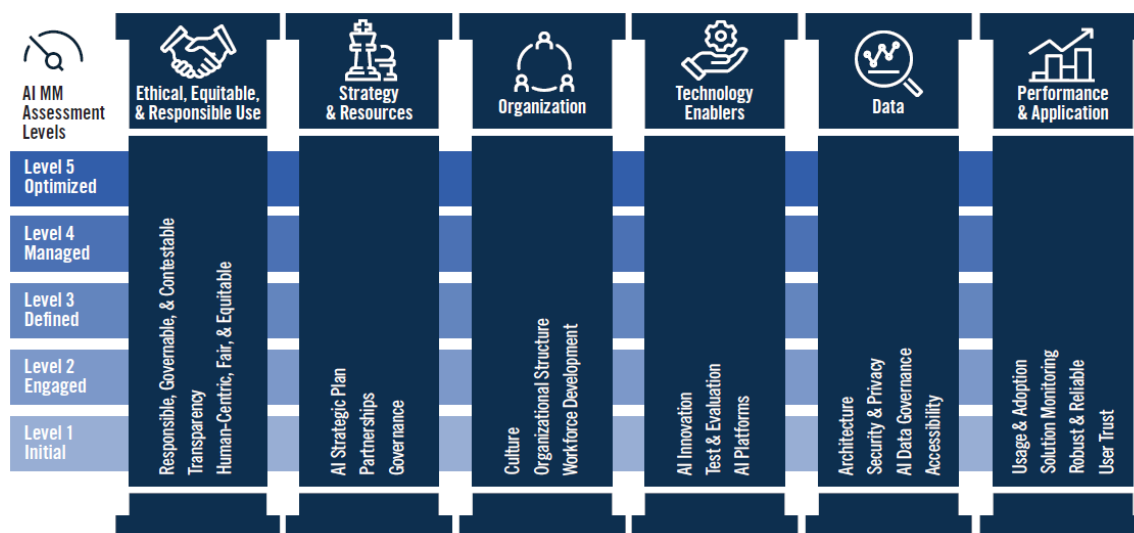


Figura 2 - AI Maturity Model Overview: Pillars, Dimension, and Assessment Levels

Fonte: MITRE Corporation (2023, p. 5)

² A MITRE Corporation é uma organização norte-americana sem fins lucrativos que gere centros de investigação ao serviço do governo dos EUA, desenvolvendo soluções tecnológicas avançadas em áreas como defesa, cibersegurança e inteligência artificial (MITRE Corporation, 2025).



O MMIA propõe cinco níveis de maturidade — Inicial, Comprometido, Definido, Gerido e Otimizado — que descrevem qualitativamente a progressão de uma organização desde esforços exploratórios até uma integração plena e sustentada da IA nas suas operações. Este percurso é apoiado por uma ferramenta de avaliação organizacional que permite medir, comparar e planear melhorias de forma sistemática (MITRE Corporation, 2023).

No contexto do Exército, a adoção de um modelo como o MMIA permite alinhar as iniciativas de IA com objetivos estratégicos e garantir uma implementação segura e responsável da tecnologia. Este modelo pode ser particularmente útil para as Forças Armadas (FFAA), permitindo avaliar a prontidão organizacional, mitigar riscos éticos e operacionais e orientar a capacitação de infraestruturas e pessoal para um futuro digital interoperável (C. Trifiletti, 2023).

Em virtude de o modelo ser muito completo e de se constatar através de contactos exploratórios que o nível de maturidade da IA no Exército se deve situar predominantemente entre os níveis 1 e 2 (Inicial e Comprometido) nos vários indicadores, para efeitos de investigação, houve uma adaptação do modelo, conforme Quadro 12 – Modelo de Maturidade da Inteligência Artificial Adaptado MITRE do Apêndice C, considerando 12 das 20 dimensões e 5 dos 6 pilares.

No modelo de análise do trabalho de investigação, as dimensões correspondem aos pilares e os indicadores correspondem às dimensões do MMIA (MITRE Corporation, 2023).

2.1.3 Infraestrutura de dados para a inteligência artificial

A implementação eficaz da IA na defesa está intrinsecamente dependente de uma infraestrutura de dados robusta, que sustente todas as fases do ciclo de vida dos sistemas algorítmicos (Lenk, 2021). A qualidade da arquitetura de dados influencia diretamente a interoperabilidade entre aliados, a segurança da informação e a escalabilidade tecnológica (North Atlantic Treaty Organization, 2024b), sendo considerada um pilar estratégico para a maturidade institucional em IA (MITRE Corporation, 2023). A inexistência de uma arquitetura sólida compromete a reutilização eficiente de informação, aumenta os custos operacionais e dificulta a auditabilidade das decisões automatizadas (Microsoft, 2024). No contexto militar, esta infraestrutura deve assegurar resiliência operacional, interoperabilidade multinacional e segurança, integrando *data lakes*, *pipelines* em tempo real e ambientes controlados de experimentação, como os *Data Ranges*³ (Lenk, 2021).

³ *Data Ranges* – ambiente seguro que permite aos profissionais praticar, testar e desenvolver capacidades de ciência de dados com dados sensíveis, apoiados por infraestruturas e serviços especializados (Lenk, 2021, p. 19).



A Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO) adotou um modelo modular que articula a infraestrutura em camadas funcionais, segmentadas por níveis de segurança, sendo uma referência para o desenvolvimento nacional (Lenk, 2021). Em paralelo, a governação de dados é central para assegurar a qualidade, integridade, explicabilidade e utilização ética dos dados (MITRE Corporation, 2023). O novo regulamento da União Europeia (UE) 2024/1689 reforça esta exigência, impondo requisitos de governação e supervisão adequados ao risco das aplicações, sobretudo em contextos sensíveis (União Europeia, 2024).

Em Portugal, a integração de dados no Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional (SIGDN) representa um passo relevante, embora ainda não exista uma arquitetura dedicada à IA. Projetos como o Localizar, Organizar, Sumariar, Sugerir e Justificar (LOSS-J), do Comando de Pessoal do Exército, evidenciam a necessidade de ambientes seguros para treinar modelos com dados sensíveis.

Em síntese, a infraestrutura de dados para IA é um requisito estratégico para garantir soberania digital, segurança da decisão e eficácia operacional. A adoção de uma arquitetura modular, alinhada com boas práticas da NATO, da UE e de entidades como a MITRE e o NIST, deve ser acompanhada de um modelo de governação transparente, responsável e eticamente robusto, assegurando a maturidade e a confiança nos sistemas de IA no Exército e, por extensão, nas FFAA (MITRE Corporation, 2023; National Institute of Standards and Technology, 2024; North Atlantic Treaty Organization, 2024a).

2.2 Metodologia e método

2.2.1 Metodologia

A definição do modelo de análise, apresentado no Apêndice B, assentou numa metodologia de raciocínio indutivo, por corresponder a uma abordagem que parte da recolha de dados empíricos relativos à aplicação da IA em entidades militares e civis. Com base nessa recolha, foi elaborada uma generalização, formulando os contributos e respondendo ao OG do estudo (Santos, L.A.B.; Lima, J.M.M. (Coord.), 2019, p. 18).

Foi utilizada uma estratégia qualitativa, assente no MMIA, com o propósito de identificar o grau de maturidade da IA no Exército e compreender a forma como esta tecnologia tem sido aplicada, tanto internamente como em entidades externas (Santos, L.A.B.; Lima, J.M.M. (Coord.), 2019, pp. 25-31).

Os dados qualitativos, de natureza ordinal, sustentaram o diagnóstico com base no MMIA Adaptado, contribuindo para a análise do ambiente interno.



O desenho de pesquisa adotado foi do tipo estudo de caso (Santos, L.A.B.; Lima, J.M.M. (Coord.), 2019, pp. 36-37), centrando-se num fenómeno particular, inserido no contexto da aplicação da IA no domínio da Defesa (Saunders, 2009, p. 145).

2.2.2 Método

A recolha e análise de dados baseou-se em fontes documentais e entrevistas semiestruturadas, realizadas por email e presencialmente. Foram elaborados guiões específicos, adaptados aos entrevistados, em função das suas funções e afinidade com o tema da investigação.

No caso das entrevistas presenciais, foi solicitada autorização para gravação, e as respetivas transcrições foram enviadas previamente aos entrevistados para validação. A todos os participantes foi igualmente pedida autorização formal para a inclusão do conteúdo nas análises constantes deste trabalho.

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas a 21 entidades (Apêndice C), selecionadas pela relevância estratégica na aplicação da IA, considerando a posição ocupada e a diversidade de funções, tendo sido utilizados três tipos de guiões: um dirigido ao Exército, outro a entidades militares (nacionais e estrangeiras), à NATO *Communications and Information Agency* (NCIA) e à Secretaria-Geral do Ministério da Defesa Nacional (SGMDN) e um terceiro para empresas civis.

A análise dos conteúdos recolhidos, provenientes das entrevistas, artigos científicos, legislação, literatura técnica e documentação militar, foi realizada segundo a metodologia de análise qualitativa proposta por Santos e Lima (2019, pp. 113-116), empregando a ferramenta de análise SWOT correlacional, assegurando a identificação, categorização e interpretação sistemática dos dados.



3. Nível de maturidade e projetos de inteligência artificial no Exército

Neste capítulo, analisa-se, através do MMIA, o nível de maturidade e os projetos de IA em curso no Exército, respondendo à QD1. NA aplicação do MMIA adaptado, o nível de maturidade de cada indicador é o valor médio da avaliação dos seis entrevistados do Exército. Cada entrevistado, para elaborar a sua avaliação, utilizou o Quadro 12 do Apêndice C - Entrevistas, onde se explica ao detalhe cada indicador com evidências de suporte e explicação de cada nível (do Inicial ao Otimizado).

3.1 Organização

3.1.1 Plano estratégico da inteligência artificial

O Exército ainda não dispõe de uma estratégia formal e autónoma especificamente dedicada à IA. No entanto, esta tecnologia tem vindo a ser progressivamente integrada em estratégias mais amplas de transformação digital e inovação (R. Bettencourt, entrevista por email, 17 de março de 2025). Entre os documentos estruturantes que enquadram a aplicação da IA, destacam-se a Estratégia de Inovação do Exército (Exército, 2022), a Diretiva N.º 042/CEME/24 - Diretiva para a investigação, desenvolvimento e inovação no Exército (Exército, 2024b) e a Diretiva Estratégica do Exército 2024-2026 (Exército, 2024a). Esta última define como objetivo estratégico modernizar os sistemas e tecnologias para um Exército digital (Exército, 2024a, p. 13). A Estratégia de Inovação destaca a importância de adotar tecnologias emergentes e disruptivas e promover a “digitalização de sistemas” com vista à otimização funcional e à eficácia operacional (Exército, 2022, p. 8). Estas orientações são acompanhadas de um compromisso institucional crescente, demonstrado pela nomeação de um Oficial General como Assessor de S. Exa. o General Chefe do Estado-Maior do Exército (CEME) para a área da IA (Chefe do Estado-Maior do Exército, 2025) e pelo esforço em alinhar a transformação tecnológica com a Estratégia Digital Nacional (EDN) (Estratégia Digital Nacional, 2024), através da criação de uma gestão própria da IA no Exército (P. Cruz, entrevista por email, 27 de março de 2025).

Em resultado desta evolução, considera-se que o Exército se situa atualmente no nível de maturidade Comprometido (nível 2 numa escala de 5), estando em curso a definição da missão, visão, políticas e alocação de recursos, embora ainda sem um plano final aprovado.

3.1.2 Parcerias

As parcerias existentes visam reforçar as capacidades tecnológicas nacionais, envolvendo universidades, empresas e entidades internacionais em projetos conjuntos de IA (P. Cruz, *op. cit.*).



Destacam-se a colaboração com a Microsoft e a Universidade do Minho, numa prova de conceito realizada em 2024 no âmbito do Pessoal; a participação no projeto europeu *Intelligent Management and Display of Data for Platform Crew's Increased Situational Awareness* (INDIANA I), desenvolvido em parceria com a Rheinmetall, que visa melhorar a consciência situacional através da gestão inteligente e da visualização eficiente de dados operacionais; e a interação com outras entidades nacionais e internacionais, através da participação em conferências e demonstrações de tecnologias aplicáveis à Defesa. (P. Cruz, *op. cit.*).

Ao nível académico e científico, são relevantes os contributos da Universidade do Minho, Instituto Superior Técnico, Universidade do Porto e do Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar (CINAMIL). O CINAMIL participa em projetos europeus como o:

- *Automated Modelling, Identification and Damage Assessment of Urban Terrain* (AMIDA-UT), para modelação automática, identificação e avaliação de danos em terrenos urbanos para apoio a operações;
- *Integrated Holographic Management Map for Safety and Crisis Events* (OVERWATCH), para gestão de crises e segurança através de mapas holográficos integrados;
- *Advanced European Platform and Network of Cybersecurity Training and Exercises Centres* (ACTING), para treino e exercícios de cibersegurança;
- *Cyber Defence Platform for Real-time Threat Hunting, Incident Response and Information Sharing* (PANDORA), para deteção de ameaças em tempo real, resposta a incidentes e partilha de informação (R. Bettencourt, *op. cit.*).

Destaca-se também, internacionalmente, a integração na iniciativa *Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic* (DIANA) da NATO e a colaboração com a Agência Europeia de Defesa - *European Defence Agency* (EDA) no projeto *Category B – Autonomous Tactical Reconnaissance and Identification Technology I* (CAT-B ATRIT I), que visa desenvolver tecnologias autónomas de reconhecimento e identificação tática para reforçar a consciência situacional e a resposta operacional. A Comissão Europeia complementa este ecossistema com programas de financiamento como o InvestAI, Horizonte Europa e o Programa Europa Digital (P. Cruz, *op. cit.*).

A nível nacional, existe articulação entre o Ministério da Defesa Nacional (MDN), o Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMGFA), a SGMDN, a Fundação para a



Ciência e a Tecnologia (FCT) e o Instituto da Defesa Nacional (IDN), promovendo a integração estratégica da IA na Defesa, através de infraestruturas, financiamento e produção de conhecimento (P. Cruz, *op. cit.*).

Estas iniciativas refletem um compromisso institucional do Exército com a inovação tecnológica, avaliando-se esta dimensão com um nível de maturidade Gerido (nível 3), dado o número crescente de parcerias ativas e o enquadramento estratégico em desenvolvimento.

3.1.3 Cultura

A cultura organizacional do Exército ainda é conservadora, com baixa tolerância ao risco e resistência à mudança, apesar de crescente consciência do potencial da IA (J. Barroso, entrevista presencial, 13 de março de 2025). Alguns militares utilizam ferramentas de IA individualmente, mas persiste receio institucional quanto à exposição de dados. O atual comando tem demonstrado vontade de mudança e reconhece a importância da IA, sendo fundamental sensibilizar e formar as lideranças (Barroso, *op. cit.*). Em termos de maturidade, esta dimensão é classificada como Inicial (nível 1), dado que ainda não existem rotinas ou normas institucionais que promovam a adoção generalizada da IA. Há, contudo, uma consciência interna da necessidade de evoluir para uma cultura mais aberta à experimentação e de incorporar a IA de forma natural nos processos (P. Cruz, *op. cit.*).

3.1.4 Estrutura organizacional

Atualmente, o Exército não dispõe de estruturas permanentes nem de cargos exclusivamente dedicados à IA (J. Barroso, *op. cit.*). Os esforços nesta área são conduzidos através do ecossistema de inovação existente, aproveitando-se órgãos e capacidades já instituídas, onde o modelo de governação está definido a nível estratégico, operacional e tático (Exército, 2022, pp. 12,13).

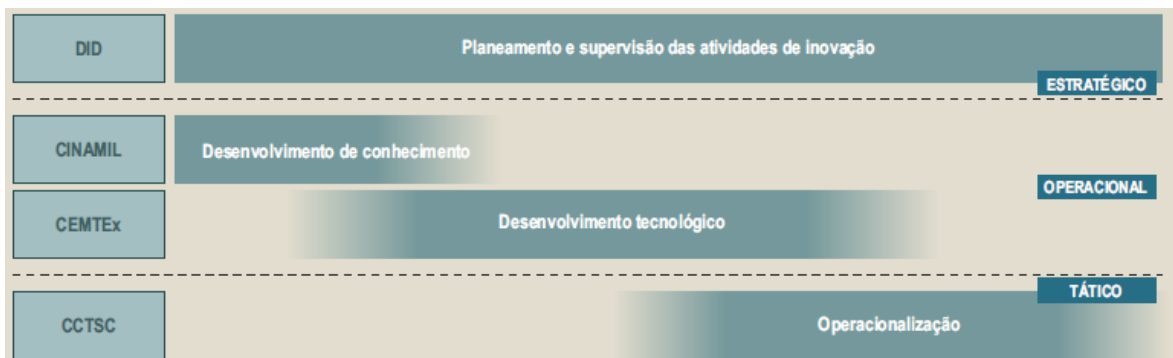


Figura 3 - Modelo de governação do ecossistema de inovação existente

Fonte: Estratégia de Inovação do Exército (2022, pp. 12,13)



A Divisão de Inovação e Doutrina (DID) do Estado-Maior do Exército (EME), assume um papel central no planeamento e supervisão das iniciativas de inovação, em articulação com a Direção de Comunicações e Informação (DCI), responsável pelos aspetos tecnológicos e de infraestrutura. Contribuem ainda para este esforço o CINAMIL - geração de conhecimento, o Centro de Experimentação e Modernização Tecnológica do Exército (CEMTEEx) - desenvolvimento tecnológico em colaboração com a indústria e academia, o Centro de Capacitação Tática, Simulação e Certificação (CCTSC) - aplicação de IA em treino e simulação e o Centro de Desenvolvimento Aplicacional e *Business Intelligence* (CDABI) - integração de IA nos sistemas operacionais/estratégicos (R. Bettencourt, *op. cit.*).

Perspetiva-se a criação de grupos de trabalho flexíveis para coordenar projetos de IA e adaptar estruturas, à semelhança do modelo adotado para o *Business Intelligence* (R. Bettencourt, *op. cit.*).

Apesar de existirem recursos humanos qualificados em Tecnologias de Informação (TI), estes ainda não foram formalmente alocados a projetos específicos de IA. Por este motivo, a maturidade estrutural do Exército nesta área é considerada Inicial (nível 1), refletindo uma fase de mobilização e nomeação de responsáveis, mas sem estruturas institucionalizadas nem equipas dedicadas (J. Barroso, *op. cit.*).

3.1.5 Desenvolvimento da força de trabalho

O Exército ainda não dispõe de um programa estruturado e robusto de formação em IA, enfrentando um défice significativo de massa crítica especializada nesta área (Bettencourt, *op. cit.*). Embora conte com alguns oficiais e técnicos com formação em tecnologias de informação e ciência de dados, estes são em número reduzido e estão maioritariamente ocupados com tarefas operacionais de TI, o que limita a sua participação em projetos de inovação. Acresce que, mesmo quem tem formação técnica nas áreas de engenharia, necessita de atualizar os conhecimentos em ciência de dados e IA (F. Oliveira, entrevista por email, 31 de março de 2025). O sucesso do desenvolvimento da IA depende da alocação de capital humano e formação adequada (P. Pinto, entrevista por email, 31 de março de 2025).

Reconhecendo esta limitação, estão previstas medidas como a introdução de uma licenciatura ou especialização em ciência de dados na Academia Militar e o lançamento de programas de formação contínua em IA, incluindo ações de sensibilização para os quadros superiores (J. Barroso, *op. cit.*).



Estas iniciativas visam expandir as competências internas e formar especialistas capazes de liderar projetos em IA. No entanto, a sua implementação encontra-se numa fase Inicial, pelo que o desenvolvimento da força de trabalho é atualmente classificado como estando no nível Comprometido (2/5), refletindo um compromisso ativo, mas ainda com execução incipiente (J. Barroso, *op. cit.*).

3.2 Tecnologia

3.2.1 Plataformas de inteligência artificial

O Exército dispõe de uma infraestrutura tecnológica híbrida, que combina sistemas próprios *on-premises* com serviços de *cloud* pública (Microsoft *Azure*), embora esta ainda não esteja totalmente adaptada às aplicações de IA (R. Bettencourt, *op. cit.*). Reconhecendo esta limitação, foram lançados projetos piloto em 2025 para explorar requisitos técnicos e testar soluções, incluindo uma experiência com modelos de linguagem aplicada à documentação administrativa, em colaboração com a Universidade do Porto. Simultaneamente, a DCI e o EME implementaram um laboratório especializado com *hardware Graphics Processing Units* (GPUs) dedicado à experimentação segura de algoritmos, funcionando como base para uma futura plataforma de IA soberana (R. Bettencourt, *op. cit.*).

Encontra-se em estudo uma arquitetura dual: uma vertente estratégica, baseada numa futura *cloud* governamental para aplicações centrais; e uma vertente tática, integrada no Sistema de Informação e Comunicações Tático (SIC-T), orientada para operações no terreno. O projeto AI@TacticalEdge.Land exemplifica esta abordagem, ao procurar dotar as forças destacadas de capacidades computacionais autónomas para correr IA localmente, mesmo sem ligação a centros de dados fixos (Exército, 2024c).

A maturidade tecnológica é classificada como nível 2 – Comprometido, refletindo investimentos e iniciativas relevantes, mas ainda sem plataformas consolidadas nem standards técnicos plenamente implementados (R. Bettencourt, *op. cit.*).

3.3 Processos

3.3.1 Inovação de inteligência artificial

Atualmente, a IA está integrada nos processos do Exército apenas de forma experimental, através de projetos-piloto, sem fluxos permanentes consolidados. No domínio operacional, foram identificadas aplicações promissoras, como a prevenção de fratricídio por análise de comunicações em tempo real, apoio a missões de reconhecimento através da



análise automática de imagens e vídeo, e assistência no planeamento operacional com recomendações automáticas para melhorar planos táticos (R. Bettencourt, *op. cit.*).

No contexto administrativo, destacam-se assistentes virtuais na gestão de recursos humanos, capazes de responder automaticamente sobre legislação e regulamentos, e análise preditiva para gestão proativa de efetivos (J Barroso, *op. cit.*).

A logística beneficiará com sistemas inteligentes que fornecem apoio técnico em tempo real, manutenção preditiva com sensores *Internet of Things* (IoT) e otimização da gestão de stocks. Também a gestão de infraestruturas prevê automatizar decisões de licenciamento em zonas de servidão militar, integrando normas legais com IA. Adicionalmente, planeia-se o desenvolvimento de assistentes virtuais especializados em diversas áreas administrativas, com bases de conhecimento continuamente atualizadas (Bettencourt, *op. cit.*).

Para treino e simulação, o Exército explora o desenvolvimento de simuladores virtuais avançados que incorporam IA para criar cenários de treino tático imersivo, com eventos dinâmicos e adversários virtuais inteligentes (Bettencourt, *op. cit.*).

A maturidade nesta dimensão foi avaliada como Comprometido (nível 2) – existem diversas iniciativas ativas e reconhecimento claro da necessidade de IA, mas ainda não há uma abordagem estruturada de engenharia de sistemas que integre estas soluções no dia-a-dia da instituição, nem uma harmonização dos esforços entre si (Bettencourt, *op. cit.*).

3.3.2 Utilização e adoção

Embora exista um portfólio diversificado de projetos em curso (Exército, 2024), os processos com IA ainda não estão consolidados na rotina organizacional do Exército. As iniciativas concentram-se, sobretudo, em fases preliminares como levantamento de requisitos, provas de conceito e testes piloto, não existindo ainda sistemas de IA plenamente operacionais e amplamente utilizados nas rotinas diárias. Os benefícios concretos observam-se apenas em casos isolados, como no Comando de Pessoal, onde um assistente virtual melhorou a eficiência no processamento documental, reduzindo tempos de resposta em tarefas administrativas específicas (J. Barroso, *op. cit.*).

Espera-se, contudo, que até ao final de 2025 alguns sistemas entrem em produção, especialmente em áreas administrativas, possibilitando a avaliação de impactos e o aperfeiçoamento da adoção (Bettencourt, *op. cit.*). A médio prazo, prevê-se que a IA traga ganhos relevantes na capacidade analítica e na eficiência interna, libertando recursos humanos de tarefas rotineiras. No entanto, a adoção plena implicará superar desafios



organizacionais, como a necessidade de requalificação de pessoal e a gestão da mudança, para evitar resistências ou impactos negativos (Bettencourt, *op. cit.*).

Globalmente, o nível de maturidade da IA no Exército é classificado como Comprometido (2/5), refletindo a existência de uma visão estratégica e de projetos piloto com apoio da liderança, mas sem integração generalizada nos processos organizacionais (J. Barroso, *op. cit.*).

3.4 Dados

3.4.1 Arquitetura

A centralização dos dados administrativos no SIGDN representou um avanço relevante, ao eliminar silos informacionais e criar uma base comum no Exército, potenciando o desenvolvimento de projetos de IA (J. Barroso, *op. cit.*). No entanto, ainda não foi implementada uma arquitetura de dados orientada especificamente para IA. Não existem, por exemplo, *data lakes*, *data warehouses* ou *pipelines* dedicados, nem infraestruturas de dados em tempo real adaptadas a este fim. Os dados continuam a ser recolhidos e tratados de forma isolada por cada projeto, o que limita a escalabilidade e a eficiência (R. Bettencourt, *op. cit.*).

Neste contexto, a maturidade da arquitetura de dados para IA no Exército é considerada Inicial (nível 1), refletindo a ausência de uma estrutura comum e de *standards* definidos para suporte às iniciativas de IA (J. Barroso, *op. cit.*).

3.4.2 Segurança e privacidade

Devido à sensibilidade dos dados militares e pessoais, o Exército adota uma postura cautelosa, privilegiando soluções internas (*on-premises*) em detrimento da *cloud* pública, de modo a evitar exposição externa (J. Barroso, *op. cit.*). Os projetos de IA atualmente em curso seguem medidas rigorosas de segurança, incluindo controlo de acessos, anonimização e ambientes isolados de teste, como exemplificado pelo projeto "LOSS-J", que enfatiza a conformidade com o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD) e transparência nas respostas geradas (R. Bettencourt, *op. cit.*). O Exército acompanha de perto as regulamentações emergentes, como a integração de IA responsável na NATO (North Atlantic Treaty Organization, 2024b) e o regulamento europeu de IA (União Europeia, 2024), incorporando-os desde a fase inicial dos projetos. No entanto, ainda não existe regulamentação interna específica para segurança de dados na IA, estando a maturidade nesta dimensão classificada como Inicial (nível 1) (R. Bettencourt, *op. cit.*).



3.4.3 Governação dos dados de inteligência artificial

Embora o Exército disponha de mecanismos gerais de gestão de dados através do SIGDN, estes ainda não foram adaptados às exigências específicas da IA. Aspectos fundamentais como a mitigação de enviesamentos, a rastreabilidade para garantir explicabilidade algorítmica e a gestão rigorosa de dados de treino permanecem por regulamentar. A governação atual resulta de iniciativas de digitalização anteriores e revela-se insuficiente para responder aos desafios éticos e técnicos associados à IA (R. Bettencourt, *op. cit.*).

Não existem, até ao momento, processos dedicados de monitorização, conformidade ou uma entidade com responsabilidade específica sobre a utilização de dados em projetos de IA (R. Bettencourt, *op. cit.*). Por conseguinte, o nível de maturidade nesta dimensão é classificado como Inicial (1/5), refletindo a ausência de estruturas, normas e auditorias adaptadas às exigências emergentes da IA (J. Barroso, *op. cit.*).

3.5 Responsabilidade

3.5.1 Responsável, governável e contestável

O Exército reconhece a relevância da adoção responsável da IA, nomeadamente no que respeita à governabilidade, fiabilidade, ética e auditabilidade dos sistemas (Bettencourt, *op. cit.*). No entanto, ainda não dispõe de mecanismos específicos de supervisão ética ou regulamentar aplicáveis à IA, operando com estruturas de governação tradicionais (Barroso, *op. cit.*). Apesar dessa limitação, existe um compromisso da liderança em alinhar-se com normas internacionais, como a estratégia da NATO para a IA (North Atlantic Treaty Organization, 2024b) e o Regulamento Europeu 2024/1689 sobre regras harmonizadas nesta matéria (União Europeia, 2024), prevendo-se o desenvolvimento de orientações internas que assegurem a conformidade legal, ética e a contestabilidade das decisões algorítmicas (R. Bettencourt, *op. cit.*).

Há, igualmente, uma consciência crescente sobre os riscos do viés algorítmico, a importância da transparência, a definição de responsabilidades e a salvaguarda da decisão humana (*human-in-the-loop/human-in-command*) em aplicações críticas, especialmente em contextos com potencial letal (R. Bettencourt, *op. cit.*).

Deste modo, a maturidade nesta dimensão é considerada Inicial (nível 1), sendo necessária uma evolução urgente para um modelo específico de governação ética e regulamentar para a IA (Barroso, *op. cit.*).



3.6 Diagnóstico da maturidade em inteligência artificial

Com base na análise precedente das várias dimensões, conclui-se que o Exército se encontra num nível de maturidade entre o Inicial e o Comprometido (MITRE Corporation, 2023), conforme representado na figura 4.

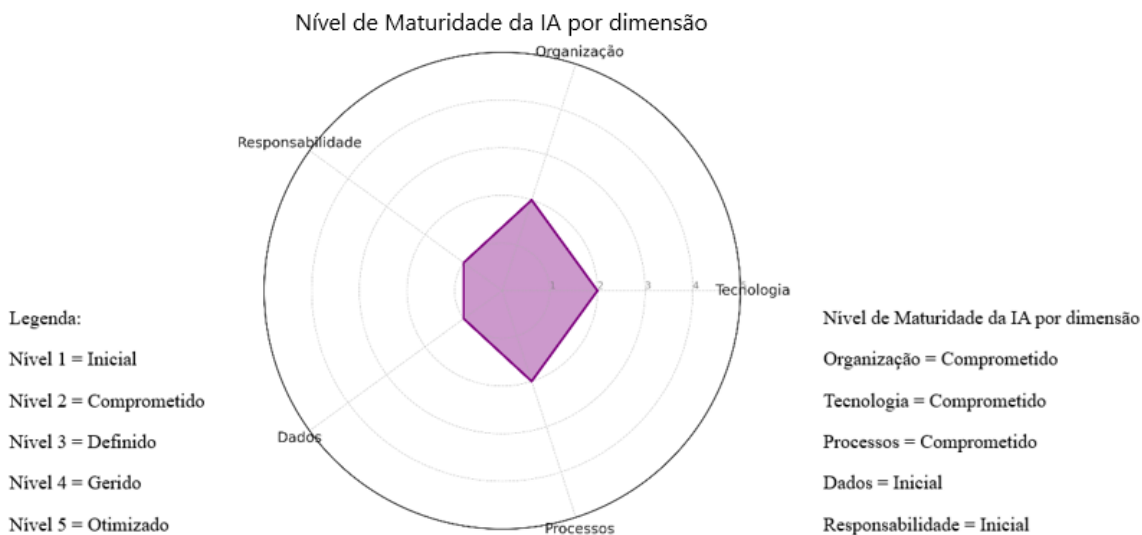


Figura 4 – Avaliação qualitativa do nível de maturidade do Exército em IA por dimensão - MMIA adaptado

3.7 Projetos

O Exército desenvolveu um portefólio de 30 projetos de IA, em diferentes fases de maturidade (conceção, planeamento, piloto e implementação), com execução prevista até 2030. Na figura 5, apresenta-se a distribuição dos projetos por domínios funcionais (Exército, 2024c, pp. 1-21).

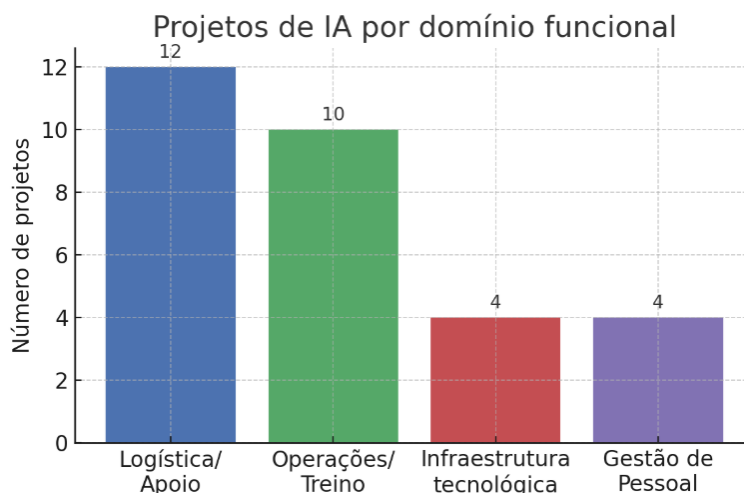


Figura 5 – Número de projetos de IA identificados no Exército por domínio funcional

Fonte: Projetos da Defesa Nacional (DN) que envolvam Inteligência Artificial (Exército, 2024c, pp. 1-21)



Estes projetos contribuem diretamente para a Agenda Nacional de IA, que corresponde à décima iniciativa de dezasseis da EDN (Presidência do Conselho de Ministros, 2024).

As iniciativas (apêndice E) abrangem desde a gestão interna (recursos humanos, logística, administração e infraestrutura) até ao apoio direto às operações militares. No curto prazo (apêndice F), a prioridade incide em ganhos de eficiência administrativa, como assistentes virtuais, bem como a criação de condições técnicas base, como uma infraestrutura segregada para IA. A médio prazo, o foco será a aplicação em Comando e Controlo (C2), gestão logística, reconhecimento, treino e ciberdefesa (Exército, 2024c).

O portefólio revela uma abordagem prática e progressiva de adoção tecnológica, ainda que num contexto de maturidade organizacional limitada. Como refere Bettencourt (*op. cit.*), “o Exército está a aprender fazendo”, apostando em experiências concretas, como base para a aquisição de competências e consolidação futura.

3.8 Síntese conclusiva e resposta à Questão Derivada 1

Reunidos os fundamentos que permitem responder à QD1 – Qual é o nível de maturidade e quais os projetos de IA no Exército? – considera-se o seguinte:

Em 2025, o Exército posiciona-se entre os níveis Inicial e Comprometido na adoção da IA. Reconhece-se a importância estratégica da tecnologia, existindo liderança designada, projetos concretos e parcerias ativas. Contudo, persistem fragilidades estruturais e culturais, como a ausência de uma estratégia formal, a falta de estruturas dedicadas e a escassez de recursos humanos especializados (J. Barroso, R. Bettencourt, *op. cit.*).

Apesar destas limitações, a existência de 30 projetos em áreas-chave (Exército, 2024c) e a articulação com entidades nacionais e internacionais revelam uma visão integrada e colaborativa (P. Cruz, *op. cit.*). Conforme analisado, existe a expectativa de durante o ano de 2025 haver avanços nos desenvolvimentos dos projetos descritos, principalmente nos projetos piloto (apêndice F).

O diagnóstico revela as seguintes potencialidades P (forças) no desenvolvimento, adoção e uso da IA:

- (P1) Reconhecimento estratégico da IA (Barroso, *op. cit.*);
- (P2) Parcerias emergentes com a academia e indústria (R. Bettencourt, *op. cit.*);
- (P3) Projetos diversificados em múltiplas áreas funcionais (R. Bettencourt, *op. cit.*);
- (P4) Desenvolvimento de infraestrutura tecnológica híbrida (R. Bettencourt, *op. cit.*);
- (P5) Dados administrativos consolidados no SIGDN (J. Barroso, *op. cit.*);



- (P6) Consciência da necessidade de uma IA responsável e ética (P. Cruz, *op. cit.*).

Contudo, são igualmente identificadas as seguintes vulnerabilidades V (fraquezas) no desenvolvimento, adoção e uso da IA:

- (V1) Falta de uma estratégia formal de IA (J. Barroso, *op. cit.*);
- (V2) Cultura organizacional conservadora e avessa ao risco (J. Barroso, *op. cit.*);
- (V3) Ausência de estruturas organizacionais dedicadas à IA (J. Barroso, *op. cit.*);
- (V4) Dificuldade em alocar e formar recursos humanos especializados (R. Bettencourt, *op. cit.*);
- (V5) Risco de perda de relevância operacional face a parceiros mais avançados (R. Bettencourt, *op. cit.*);
- (V6) Inexistência de grupo de trabalho específico sobre IA (P. Pinto, *op. cit.*);
- (V7) Necessidade de requalificação digital dos efetivos (J. Barroso, *op. cit.*);
- (V8) Infraestrutura tecnológica ainda limitada e sem normas (R. Bettencourt, *op. cit.*);
- (V9) Falta de arquitetura de dados adequada para IA (R. Bettencourt, *op. cit.*);
- (V10) Inexistência de mecanismos específicos para governação algorítmica (R. Bettencourt, *op. cit.*);
- (V11) Ausência de sistemas de ciberdefesa baseados em IA (J. Barroso, *op. cit.*).

As forças e fraquezas aqui identificadas serão cruzadas com as oportunidades e ameaças externas no capítulo 5, através de uma análise SWOT correlacional, para gerar orientações estratégicas para o modelo de uso da IA no Exército.



4. Aplicação da inteligência artificial em ambiente externo ao Exército

Neste capítulo, procedeu-se a uma análise comparativa de entidades externas ao Exército com o objetivo de responder à QD2. Foram analisadas entidades nacionais da Defesa — SGMDN, EMGFA, Marinha e Força Aérea Portuguesa (FAP) —, organizações internacionais (NCIA/NATO) e Exércitos aliados (Espanha, Alemanha, Itália e Polónia), selecionados com base na existência de iniciativas concretas de IA, na sua ligação institucional ao Exército Português e na relevância estratégica que representam. Espanha destaca-se pela implementação de uma estratégia formal de IA para a Defesa, e a Polónia pelo aumento do investimento impulsionado pela guerra na Ucrânia. Adicionalmente, foram incluídas empresas tecnológicas com soluções já integradas ou com elevado potencial de aplicação no Exército (Microsoft, Cisco, Thales, Quidgest e EID).

4.1 Contributos para a aplicação da inteligência artificial

A primeira tendência evidenciada é a estruturação organizacional e estratégica da IA. Entidades como a Marinha Portuguesa (P. Simões, entrevista por email, 16 de março de 2025), o Exército Espanhol (*Ejército de Tierra*) (F. Garcia, entrevista por email, 10 de março de 2025), a NCIA/NATO (M. Street, entrevista por email, 06 de março de 2025) e o Exército Polaco (Polaco, entrevista por email, 02 de abril de 2025) criaram grupos de trabalho (Marinha - Despacho n.º24/24), centros de inovação ou estratégias formais com o objetivo de consolidar a integração da IA no seio das suas operações e processos.

Outra dimensão recorrente diz respeito à adoção de LLM. Estes têm vindo a ser testados ou aplicados para apoio à decisão, geração de resumos técnicos, planeamento militar e operações táticas, como ilustrado pelos projetos *Generador de Opciones No lineales para Zonas de Actuación y Localización de Objetivos* (GONZALO), *Centro Operativo de Coordinación y Operaciones* (COCO), *Base para la Evaluación Logística y Logística Operacional con Nuevas Aplicaciones* (BELLONA) da Espanha (F. Garcia, *op. cit.*), LLM da Marinha Portuguesa (M. Guimarães, entrevista por email, 21 de fevereiro de 2025) e soluções propostas pela Microsoft (T. Zawerthal, entrevista por email, 28 de março de 2025), Thales (R. Silva, entrevista por email, 22 de fevereiro de 2025) e pela NCIA (M. Street, *op. cit.*).

A automação de processos administrativos constitui igualmente um contributo transversal. Ferramentas como o Microsoft *Copilot* - referido pela FAP (C. Batalha, entrevista por email, 05 de março de 2025) e EMGFA (R. Marcelo, entrevista por email, 19 de março de 2025), o assistente documental da SGMDN (A. Francisco, entrevista por email,



25 de março de 2025), o sistema Gestão Documental (Gesdoc) da Quidgest (B. Guimarães, entrevista por email, 19 de março de 2025) e o assistente virtual para apoio documental e administrativo *Inteligencia Documental y Organización Y Apoyo* (IDOYA) da Espanha (F. Garcia, *op. cit.*), demonstram que a IA tem vindo a ser aplicada com sucesso na agilização e desburocratização de tarefas.

Também se registou a integração da IA em sistemas de cibersegurança, como proposto pela CISCO (J. Henriques, entrevista por email, 12 de março de 2025), pela NCIA (M. Street, *op. cit.*) e EMGFA (R. Marcelo, *op. cit.*), e a crescente aplicação da IA a dados multimodais (áudio, vídeo, imagem), conforme referido pela Empresa de Investigação e Desenvolvimento de Eletrónica (EID) (N. Cordeiro, entrevista por email, 02 de abril de 2025) e em contextos de vigilância, deteção de anomalias e suporte a operações na Marinha e NCIA (M. Guimarães, M. Street, *op. cit.*).

Adicionalmente, observa-se o reforço da análise de grandes volumes de dados através de algoritmos de AA, com destaque para os projetos da EID – *Long Short-Term Memory* (LSTM) (N. Cordeiro, *op. cit.*), *Plataforma de Reconocimiento Integrado y Seguimiento Multidominio Autónomo* (PRISMA), *Sistema Inteligente de Planificación y Localización de Obstáculos de Combate* (SIPLOC) de Espanha (F. Garcia, *op. cit.*), e o *Tool for Operational Planning, Force Activation and Simulation (Artificial Intelligence)* (TOPFAS.ai) da NCIA (M. Street, *op. cit.*).

O alinhamento com agendas estratégicas nacionais e internacionais é fundamental para a integração da IA na Defesa. A nível nacional, destaca-se a estruturação de projetos no âmbito do Plano Setorial da EDN (A. Francisco, *op. cit.*). Internacionalmente, sobressaem a cooperação com a NATO e a articulação de iniciativas com parceiros como a Espanha em convergência com as agendas da NATO e da UE (M. Street, F. Garcia, *op. cit.*).

Finalmente, verifica-se a importância atribuída à cooperação interinstitucional e internacional, com programas conjuntos, como a *Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas* (COINCIDENTE) em Espanha e parcerias com a indústria e academia, que demonstram uma abordagem integrada ao desenvolvimento tecnológico (F. Garcia, *op. cit.*).

4.2 Dificuldades na implementação da inteligência artificial

Apesar dos progressos observados, subsistem dificuldades estruturais que afetam transversalmente as organizações analisadas. Uma das dificuldades referidas é a ausência ou limitação da infraestrutura tecnológica necessária para suportar soluções de IA (C. Batalha,



A. Francisco, R. Marcelo *op. cit.*). A inexistência de um *backbone* digital robusto compromete a escalabilidade e segurança das aplicações (C. Batalha, *op. cit.*).

A integração de IA com sistemas legados representa outro entrave significativo. A complexidade dos sistemas existentes, muitas vezes desatualizados ou não interoperáveis, dificulta a incorporação de novos modelos e soluções inteligentes (N. Cordeiro, A. Francisco, M. Guimarães, R. Silva, M. Street, *op. cit.*).

A escassez de competências técnicas internas e a rotatividade de pessoal qualificado são também referidas com frequência, comprometendo a sustentabilidade dos projetos e aumentando a dependência de fornecedores externos (Exército Alemão, A. Francisco, F. Garcia, M. Guimarães, Exército Polaco, *op. cit.*).

Problemas associados à governação e qualidade dos dados – incluindo fragmentação, falta de padronização e de acesso – limitam a fiabilidade e aplicabilidade da IA (N. Cordeiro, A. Francisco, F. Garcia, M. Street, *op. cit.*).

Acrescem ainda desafios de natureza ética e legal, resultantes da falta de maturidade regulatória, sobretudo face à entrada em vigor do Regulamento (UE) 2024/1689 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de junho de 2024 (União Europeia, 2024). Estes desafios incluem preocupações com privacidade, explicabilidade dos modelos e responsabilidade das decisões automatizadas (P. Simões, *op. cit.*).

Outras dificuldades incluem o desalinhamento de expectativas entre decisores e técnicos, a resistência cultural à adoção de IA e a incapacidade de transitar de protótipos para soluções operacionais robustas, em parte devido à falta de critérios de validação adaptados ao contexto militar (M. Guimarães, *op. cit.*).

4.3 Projetos e casos de uso

O apêndice G apresenta uma análise sistematizada de projetos nacionais e internacionais que ilustram o atual estado de implementação da IA em contextos militares, identificando os respetivos objetivos, estado, benefícios, dificuldades e tecnologia aplicada.

A análise dos projetos no ambiente externo ao Exército permitiu identificar um conjunto alargado de aplicações de IA no contexto da defesa. A metodologia aplicada consistiu na recolha, organização e classificação de projetos relevantes segundo cinco atributos essenciais: entidade, objetivo, estado de desenvolvimento, benefícios e dificuldades, aos quais se acrescentou uma coluna relativa à tecnologia aplicada, por exemplo, LLM, *Retrieval-Augmented Generation* (RAG), PLN e IA Preditiva.

Esta abordagem permitiu identificar padrões de adoção e maturidade tecnológica.



Com base nessa análise, definiu-se um conjunto de critérios para hierarquizar as tecnologias com maior potencial de adoção no Exército:

- **Maturidade tecnológica:** A avaliação da maturidade é realizada com base nos níveis de prontidão tecnológica (TRLs), amplamente utilizados por organizações como a NATO STO (*Science and Technology Organization*) e a EDA. Esta abordagem permite mitigar riscos e garantir que as tecnologias propostas já foram testadas e demonstradas em contextos comparáveis (Department of Defense, 2023a; European Defence Agency, 2021);
- **Aplicabilidade direta no Exército:** A adoção de tecnologias deve ser orientada pela procura e alinhamento com necessidades operacionais imediatas. Geoff Mulgan (Mulgan, 2014, p. 7) destaca que a inovação no setor público deve ser dirigida por necessidades reais, o que é corroborado pela Estratégia de Inovação e Digitalização das FFAA (Estado-Maior-General das Forças Armadas, 2022, p. 15);
- **Infraestrutura necessária:** A infraestrutura física e lógica disponível, incluindo redes segregadas, capacidade de processamento local e requisitos de segurança, determina a viabilidade da adoção. A EDA (European Defence Agency, 2020) e a iniciativa DIANA da NATO (Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic, 2023) sublinham a importância de garantir as bases tecnológicas para a integração segura da IA;
- **Risco e complexidade de adoção:** Cornelius Bartels (Bartels, 2023) sublinha que barreiras culturais, organizacionais e regulatórias são tão relevantes quanto as barreiras técnicas. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE) reforça esta visão, apontando para a necessidade de capacitação e gestão da mudança nas instituições públicas (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, 2021);
- **Benefício operacional percebido:** O valor de uma tecnologia é determinado pelo seu impacto prático. A RAND Corporation (Morgan, 2020) e o Department of Defense Joint AI Center (Department of Defense, 2023b) apontam que o principal motor da adoção de IA em contexto militar é a utilidade operacional clara e mensurável.

A aplicação destes critérios permitiu destacar tecnologias como os LLM, RAG, IA para planeamento e IA preditiva como prioritárias.

A implementação deve ser estruturada em três fases sequenciais:



- Fase 1, adoção rápida com o foco na eficiência interna, apoio à decisão e gestão documental;
- Fase 2, modernização operacional com o foco no planeamento tático, treino, ciberdefesa e vigilância;
- Fase 3, capacitação estruturante com o foco na integração sistémica, soberania digital e governança.

Face ao referido, apresenta-se o Quadro 1 com as fases, tecnologias prioritárias e aplicações propostas.

Quadro 1 – Quadro de implementação: resumo com fases, tecnologias prioritárias e aplicações propostas

Fase	Tecnologia Prioritária	Aplicação Proposta
Fase 1 – Adoção rápida	LLM	Geração de relatórios, apoio à decisão, resposta a documentos técnicos
	RAG	Consulta de bases de dados militares e doutrina operacional
	<i>Chatbots</i> internos	Assistência administrativa e consulta automatizada
	PLN	Classificação, sumarização e análise de documentos
Fase 2 – Modernização operacional	IA para planeamento tático (IA preditiva, XAI ⁴ , LLM + RAG, Agentes Inteligentes)	Planeamento de forças e operações com algoritmos otimizados
	<i>Video Analytics</i> e VC	Reconhecimento de padrões e deteção de Contactos de Interesse (COI) em patrulhamento
	Cibersegurança com IA (AA, IA Preditiva)	Deteção de anomalias e mitigação de ameaças com <i>Extended Detection and Response</i> (XDR)
	Simuladores com IA (AA, PLN, XAI, VC)	Aceleração de treino operacional automatizado
Fase 3 – Capacitação estruturante	Infraestrutura nacional para IA	Execução segura de modelos sensíveis com soberania digital
	<i>Data fusion</i> / IA multidomínio	Integração de dados em operações conjuntas
	Análise multimodal (voz, vídeo, imagem)	Análise, reconhecimento e transcrição automatizada
	Centros de implementação de IA	Governança, coordenação e apoio técnico à adoção transversal

⁴ *Explainable Artificial Intelligence* - explicabilidade algorítmica.



4.4 Síntese conclusiva e resposta à Questão Derivada 2

Encontrando-se reunidos os elementos necessários para responder à QD2 – Que contributos pode o Exército obter a partir do desenvolvimento, adoção e implementação de projetos de IA em ambiente externo? – considera-se que:

A aplicação da IA no ambiente externo ao Exército tem sido caracterizada por uma abordagem multifacetada, com ênfase na modernização administrativa, no reforço das capacidades operacionais e na adaptação progressiva às exigências de interoperabilidade e transformação digital das entidades.

Da análise realizada aos benefícios e desafios comuns, resultam oportunidades e ameaças.

O diagnóstico revela as seguintes oportunidades (O) no desenvolvimento, adoção e uso da IA:

- (O1) Melhoria da eficiência organizacional e operacional. A IA permite automatizar tarefas rotineiras e complexas, otimizando recursos, reduzindo erros humanos e acelerando processos administrativos e operacionais, como observado nos projetos da NCIA, Marinha e Exército Espanhol. Esta eficiência contribui diretamente para a prontidão e capacidade de resposta das FFAA (P. Simões, *op. cit.*);
- (O2) Aumento da vantagem tecnológica e de apoio à decisão. A integração da IA permite superioridade na análise de dados e na tomada de decisão em tempo real, especialmente em ambientes de operações multidomínio, como nos projetos *Tool for Operational Planning, Force Activation and Simulation – Artificial Intelligence* (TOPFAS.ai) e *Multi-Domain Operations – Artificial Intelligence* (MDO.ai) da NATO. Tal vantagem traduz-se em melhor conhecimento situacional e eficácia operacional (Street, *op. cit.*);
- (O3) Acesso a financiamento europeu e internacional. A participação em programas de inovação tecnológica da UE e da NATO, como o *European Defence Fund* (EDF) e o DIANA, oferece apoio financeiro, técnico e político ao desenvolvimento de soluções de IA na Defesa (M. Guimarães, 2025);
- (O4) Acesso a financiamento governamental. Várias iniciativas de financiamento para inovação e digitalização onde se inclui a IA. Por exemplo, o Plano de Ação 2025-2026 para a Transformação Digital de Portugal, inserido na EDN, delinea um conjunto de iniciativas estratégicas destinadas a acelerar a transição digital do país. Este plano está estruturado em 49 ações distribuídas por 16 iniciativas estratégicas



em que a decima iniciativa corresponde ao plano de ação para acelerar a adoção de IA em Portugal, com o objetivo de garantir um ecossistema robusto de IA até 2030 (Estratégia Digital Nacional, 2024);

- (O5) Colaboração interinstitucional e com a indústria. A cooperação com universidades, centros de investigação e empresas tecnológicas permite acelerar a inovação, facilitar o acesso a talento qualificado e fomentar a experimentação controlada de soluções, como observado nos casos da Quidgest, Microsoft, Cisco, EID, Thales e Exército Espanhol (F. Garcia, *op. cit.*);
- (O6) Existência de modelos e práticas consolidadas em países aliados. A observação e partilha de boas práticas permitem replicar abordagens bem-sucedidas e adaptar soluções às especificidades nacionais, minimizando riscos e promovendo interoperabilidade (Street, *op. cit.*);
- (O7) Alinhamento com agendas estratégicas nacionais e transnacionais, proporcionando sinergia com iniciativas governamentais e alianças multilaterais (A. Francisco, *op. cit.*);
- (O8) Criação de uma infraestrutura de suporte à IA no MDN – “*cloud soberana*” (A. Francisco, *op. cit.*);
- (O9) Criação de uma infraestrutura de suporte à IA no EMGFA – “redes de missão para as operações militares” (R. Bettencourt, *op. cit.*);
- (O10) Evolução da IA generativa e *edge AI* para aplicações militares (R. Bettencourt, *op. cit.*);
- (O11) Crescente volume de dados operacionais. A proliferação de sensores, sistemas autónomos e plataformas conectadas gera uma vasta quantidade de dados que, se corretamente explorados pela IA, podem fornecer *insights* valiosos para operações, planeamento logístico e simulação tática. (Bettencourt, *op. cit.*).

Contudo, são igualmente evidentes as seguintes ameaças (A) no desenvolvimento, adoção e uso da IA:

- (A1) Ameaças híbridas e interferência externa: o aumento da utilização de IA por atores estatais e não estatais em operações de desinformação, ciberataques e manipulação de narrativas constitui uma ameaça crescente à segurança nacional e à coesão interna dos aliados da NATO (North Atlantic Treaty Organization, 2024b);
- (A2) Dependência excessiva de tecnologias externas: a falta de autonomia tecnológica pode gerar dependência crítica de fornecedores estrangeiros,



- dificultando o controlo sobre algoritmos, dados e sistemas sensíveis, e comprometendo a soberania tecnológica em contextos estratégicos. (M. Guimarães, 2025);
- (A3) Concorrência com o setor privado na retenção de talentos especializados (M. Guimarães, 2025);
 - (A4) Restrições orçamentais dificultam o desenvolvimento e adoção da IA (A. Francisco, *op. cit.*);
 - (A5) Fragilidade legal na responsabilização da utilização da IA: a regulamentação internacional e a falta de maturidade regulatória, sobretudo face à entrada em vigor do Regulamento (UE) 2024/1689 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de junho de 2024 (União Europeia, 2024), geram incerteza sobre a responsabilidade, governação, transparência, explicabilidade e contestabilidade das decisões algorítmicas. (P. Simões, *op. cit.*);
 - (A6) A integração limitada com sistemas legados, devido à obsolescência e falta de interoperabilidade (M. Guimarães, *op. cit.*);
 - (A7) A insuficiência de infraestruturas digitais robustas, comprometendo a escalabilidade dos projetos (C. Batalha, *op. cit.*);
 - (A8) A governação deficiente dos dados, dificultando a padronização, o acesso e a confiança nos modelos (Street, *op. cit.*);
 - (A9) A dificuldade em passar de protótipos para soluções operacionais robustas, muitas vezes devido à ausência de critérios de validação ajustados à realidade militar (Street, *op. cit.*).

As oportunidades e ameaças identificadas neste capítulo alimentarão a análise SWOT correlacional no capítulo seguinte, permitindo a articulação entre o diagnóstico externo e os contributos estratégicos para o Exército.



5. Formulação de contributos para um modelo de uso da aplicação da inteligência artificial no Exército

Neste capítulo, decorrente das análises anteriores, para responder à QC, é apresentado o modelo de uso BIA, composto por três componentes:

- Contributos para a aplicação da inteligência artificial no Exército;
- Plano de implementação para a evolução da maturidade da IA no Exército;
- Aceleradores - casos de estudo a aplicar.

De seguida, analisando os quatro projetos piloto do Exército (Apêndice F), é possível estabelecer, para cada um, a respetiva fase de implementação e validar o seu planeamento.

5.1 Contributos para a aplicação da inteligência artificial no Exército

Para a apresentação dos contributos, foi realizada uma análise SWOT correlacional (Quadro 2) que sintetiza as principais orientações estratégicas que resultam do cruzamento entre os fatores internos, Forças – representado por S (*Strengths*) e Fraquezas – representado por W (*Weaknesses*) e externos Oportunidades – representado por O (*Opportunities*) e Ameaças – representado por T (*Threats*):

Quadro 2 – Análise SWOT correlacional

Dimensão	Orientações Estratégicas
S-O (Forças + Oportunidades)	<ul style="list-style-type: none">- Alinhar o reconhecimento estratégico da IA com agendas e programas de financiamento nacionais e internacionais.- Potenciar projetos existentes e parcerias emergentes para consolidar casos de uso e acelerar a adoção.- Integrar infraestruturas e dados existentes em plataformas IA-<i>ready</i> com apoio do MDN e EMGFA.
S-T (Forças + Ameaças)	<ul style="list-style-type: none">- Utilizar a consciência institucional e os projetos atuais para mitigar riscos legais, éticos e operacionais.- Reduzir a dependência externa com o desenvolvimento interno de infraestrutura híbrida.- Reforçar a ciberresiliência e a proteção de dados com base na experiência já adquirida em governação.
W-O (Fraquezas + Oportunidades)	<ul style="list-style-type: none">- Desenvolver estratégia formal de IA alinhada com referências NATO/UE.- Criar estruturas organizacionais e grupos de trabalho dedicados à coordenação e governação da IA.- Investir em capacitação técnica e requalificação digital, aproveitando financiamentos e colaborações externas.- Definir arquitetura de dados e modernizar infraestrutura com base em iniciativas transversais.
W-T (Fraquezas + Ameaças)	<ul style="list-style-type: none">- Evitar que a ausência de estratégia e estruturas amplifique riscos legais e operacionais.- Corrigir o défice de competências para responder a ameaças híbridas e tecnológicas.- Criar mecanismos de governação de dados e responsabilidade algorítmica para garantir a adoção segura e sustentável.- Prevenir a estagnação digital com um plano progressivo e escalável de modernização tecnológica.



A partir da análise SWOT correlacional, foram identificadas doze linhas de ação estratégicas que orientam o desenvolvimento do modelo de uso da IA no Exército. Estas linhas de ação são simultaneamente respostas às vulnerabilidades e ameaças identificadas e aproveitamento estratégico das forças e oportunidades existentes. Cruzam-se também as linhas de ação estratégica com os indicadores do MMIA adaptado, identificando o contributo específico de cada ação para a evolução da maturidade da IA no Exército. O Quadro 3 sintetiza de forma estruturada a transição da análise SWOT correlacional para o modelo de uso BIA, garantindo a coerência entre diagnóstico, proposta e objetivos de evolução da maturidade institucional.

Quadro 3 – Contributo para o Modelo de Uso

Linha de Ação Estratégica	Contributo para o Modelo de Uso	Indicador MMIA Adaptado
LA1: Desenvolver uma estratégia formal de IA alinhada com as referências NATO/EU/Portugal.	Estratégia de IA aprovada com visão, objetivos, princípios e prioridades claras (W1+O7; S1+O1/O2)	Plano Estratégico da IA
LA2: Criar uma estrutura organizacional dedicada à coordenação e governação da IA.	Núcleo de Coordenação da IA no Exército com ligação ao EME, EMGFA e SGMDN (W3+O8/O9; W6+T5)	Estrutura Organizacional
LA3: Estabelecer um programa de formação e requalificação digital com base em perfis funcionais.	Plano de capacitação modular para quadros operacionais, técnicos e decisores (W4/W7+O3/O4; T3)	Desenvolvimento da Força de Trabalho
LA4. Potenciar os dados administrativos (SIGD) e operacionais com curadoria e arquitetura IA- <i>ready</i> .	Arquitetura de dados interoperável e orientada à IA com políticas de curadoria e gestão (S5+O11; W9+T8)	Arquitetura de Dados
LA5. Integrar a IA nas infraestruturas digitais (<i>cloud</i> soberana, redes missão).	<i>Stack</i> tecnológico de IA em ambiente seguro e compatível com infraestrutura nacional (S4+O8/O9; W8+T7)	Plataformas de IA
LA6. Consolidar e expandir parcerias com a indústria, academia, UE e NATO.	Mecanismo de gestão de parcerias com objetivos, indicadores e retorno claro (S2+O5/O6; T3)	Parcerias
LA7. Promover mudança cultural interna com programas de sensibilização e jogos.	Programa interno de literacia e aceitação da IA entre militares e civis (W2+O5/O6; T9)	Cultura



LA8. Definir e validar casos de uso prioritários (administração, rede tática, vigilância, apoio à decisão, ciberdefesa).	Portefólio de casos de uso operacionais com impacto imediato e escalabilidade futura (S3+O1/O11; W5+O10)	Utilização e Adoção
LA9. Criar um <i>pipeline</i> de inovação com critérios de experimentação, validação e escalabilidade.	Ciclo estruturado de I&D com integração de protótipos em processos militares reais (S3+T9; W5+O10)	Inovação de IA
LA10. Estabelecer normas de segurança e privacidade específicas para IA.	Políticas técnicas e jurídicas de proteção de dados sensíveis em ambientes IA (W10+T5/T1; S6+T1)	Segurança e Privacidade
LA11. Implementar governação de dados de IA com mecanismos de supervisão, responsabilidade e auditabilidade.	Política de governação dos dados com acesso controlado, curadoria e rastreabilidade (W10+T8; S6+T5)	Governação dos Dados de IA
LA12. Institucionalizar princípios éticos e jurídicos para uso responsável e contestável da IA.	Quadro de IA responsável com código de conduta, canais de recurso e mecanismos de controlo interno (S6+O7; W10+T5)	Responsável, Governável e Contestável

5.2 Plano de implementação para a evolução da maturidade da IA no Exército

O presente plano de implementação propõe de acordo com o MMIA adaptado (MITRE Corporation, 2023, pp. 29-32) uma abordagem faseada para uma evolução da maturidade da IA de pelo menos um nível em cada indicador no Exército. Para a evolução é elaborada uma divisão por fases garantido que as fundações estratégicas, organizacionais e éticas são consolidadas antes da adoção tecnológica e operacional, assegurando assim uma transição segura, responsável e eficaz:

- Fase 1: Estruturação Estratégica e Institucional (0–12 meses) – ver Quadro 4

Quadro 4 – Objetivo: Criar as bases institucionais, normativas e organizacionais para a adoção sustentada da IA

Indicador	Ações-chave
Plano estratégico da IA	Redigir e aprovar uma estratégia formal da IA.
Estrutura organizacional	Criar um Grupo de Trabalho de Coordenação da IA com funções definidas.
Cultura	Implementar campanhas de sensibilização e literacia em IA para todos os níveis da hierarquia.
Governação dos dados de IA	Estabelecer políticas de curadoria, acessos, metadados e responsabilização na gestão de dados.
Responsável, governável e contestável	Institucionalizar princípios de IA ética, com canais de recurso, código de conduta e auditoria.



- Fase 2: Capacitação Técnica e Infraestrutural (12–24 meses) – ver Quadro 5

Quadro 5 – Objetivo: Desenvolver os meios humanos e tecnológicos necessários à operacionalização segura da IA

Indicador	Ações-chave
Desenvolvimento da força de trabalho	Implementar plano de formação modular e certificações (se aplicável) diferenciadas por perfis funcionais.
Plataformas de IA	Definir <i>stack</i> tecnológico e iniciar aquisição de soluções testáveis e escaláveis.
Arquitetura	Desenvolver arquitetura de dados interoperável, compatível com <i>cloud</i> soberana/redes missão.
Segurança e privacidade	Definir e aplicar políticas específicas para IA em conformidade com regulamentos UE e NATO.

- Fase 3: Aplicação Operacional e Inovação (24–36 meses) – ver Quadro 6

Quadro 6 – Objetivo: Expandir a adoção da IA a casos de uso operacionais com impacto mensurável

Indicador	Ações-chave
Utilização e adoção	Validar e escalar casos de uso críticos: apoio à decisão, logística, <i>Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i> (ISR), administração e ciberdefesa.
Inovação de IA	Criar um ciclo contínuo de inovação com laboratórios de ideias, prototipagem rápida e experimentação.
Parcerias	Consolidar parcerias com resultados, aumentando projetos conjuntos e cofinanciados com entidades externas.

5.3 Aceleradores - casos de estudo a aplicar

São considerados quatro casos que, ao serem aplicados, contribuirão para acelerar a adoção da IA no Exército.

- Instalação de 200 licenças Microsoft *Copilot*. A implementação do Microsoft *Copilot* configura-se como uma oportunidade estratégica para potenciar a transformação digital no Exército, ao permitir a redução da carga administrativa, a melhoria da qualidade dos processos e o aumento da celeridade na execução de tarefas, transversalmente a todos os níveis funcionais;
- A utilização da plataforma Microsoft *Fabric* constitui uma solução estruturante para o tratamento e valorização dos dados no contexto do Exército. Esta tecnologia permite centralizar e integrar múltiplas fontes de informação, automatizar processos analíticos, melhorar a fiabilidade da gestão de dados e aplicar IA para extrair conhecimento estratégico, potenciando assim uma tomada de decisão mais informada, preditiva e eficiente. Em particular, a integração com dados provenientes do SIGDN, representa uma oportunidade concreta para desenvolver e



testar modelos de IA em ambiente realista e controlado. Esta capacidade de experimentação com dados consolidados e de elevado valor organizacional reforça o papel de uma plataforma habilitadora da transformação digital e da maturação da IA no Exército;

- A modernização da gestão documental com IA automatiza a classificação e indexação de documentos, melhora a recuperação da informação e aumenta a eficiência administrativa. Inclui funcionalidades como geração automática de atas e resumos, tradução, síntese de conteúdos técnicos e pesquisa por voz, suportadas por modelos alojados na infraestrutura tecnológica do Exército, que garantem segurança e confidencialidade;
- Desenvolver os 4 projetos identificados no Apêndice F - Projetos Piloto de Inteligência Artificial do Exército, nas várias vertentes, *on-premises* ou *reachback* ligado ao Centro de Sistemas Operacionais do Exército, em redes não classificadas e classificadas, para aquisição de conhecimento e experiência. A aprendizagem adquirida é fundamental para os projetos seguintes.

5.4 Validação dos projetos do Exército com o plano de implementação

Analizados os quatro projetos piloto (Apêndice F), baseados nas entrevistas e documentação, de acordo com a abordagem escalonada proposta nesta investigação no Quadro 1, identifica-se a fase de implementação (Quadro 7).

Quadro 7 – Alinhamento dos Projetos do Exército com a abordagem escalonada

Projeto	Tecnologia Aplicada	Aplicação	Fase de Implementação
Piloto IA e LLM <i>on-premises</i>	LLM, RAG	Apoio à decisão no Estado-Maior e Ciberdefesa em redes segregadas	Fase 1 – Adoção rápida
LOSS-J	LLM, RAG	<i>Chatbots</i> para recrutamento, jurídico e <i>helpdesk</i> com justificações documentais	Fase 1 – Adoção rápida
IA projetável em rede de missão (SIC-T)	LLM, RAG, <i>Edge AI</i>	Aplicação na rede tática, em ambiente de missão, apoio ao Batalhão de Transmissões e Ciberdefesa	Fase 2 – Modernização
IA na Gestão de Recursos Humanos	ML, IA Preditiva	Nomeações, antecipação de disfunções, apoio à gestão de competências	Fase 3 – Capacitação estruturante

A priorização centrada em assistentes baseados em LLM e RAG, seguida de uma expansão progressiva a nível tático e operacional, e culminando em projetos estruturantes com IA analítica e preditiva em recursos humanos, permite avançar com segurança e



eficácia. Este alinhamento confirma que a opção estratégica seguida pelo Exército está em sintonia com as boas práticas internacionais e com os eixos de desenvolvimento utilizados nos projetos analisados.

5.5 Síntese conclusiva e resposta à Questão Central

Com base nas respostas às QD foi elaborada uma análise SWOT correlacional, que permitiu a elaboração do modelo de uso BIA, composto por contributos, plano de implementação e aceleradores, para a aplicação da IA no Exército (Quadro 8).

Quadro 8 – Modelo de Uso BIA

Modelo de uso BIA	
Fase 1: Estruturação Estratégica e Institucional (0–12 meses)	
Objetivo: Criar as bases institucionais, normativas e organizacionais para uma adoção sustentada da IA	
Redigir e aprovar uma estratégia formal de IA.	
Criar um Grupo de Trabalho de Coordenação da IA com funções definidas.	
Implementar campanhas de sensibilização e literacia em IA para todos os níveis da hierarquia.	
Estabelecer políticas de curadoria, acessos, metadados e responsabilização na gestão de dados.	
Institucionalizar princípios de IA ética, com canais de recurso, código de conduta e auditoria.	
Fase 2: Capacitação Técnica e Infraestrutural (12–24 meses)	
Objetivo: Desenvolver os meios humanos e tecnológicos necessários à operacionalização segura da IA	
Implementar plano de formação modular e certificações (se aplicável) diferenciadas por perfis funcionais.	
Definir <i>stack</i> tecnológico e iniciar aquisição de soluções testáveis e escaláveis.	
Desenvolver arquitetura de dados interoperável, compatível com <i>cloud</i> soberana/redes missão.	
Definir e aplicar políticas específicas para IA em conformidade com regulamentos UE e NATO.	
Fase 3: Aplicação Operacional e Inovação (24–36 meses)	
Objetivo: Expandir a adoção da IA a casos de uso operacionais com impacto mensurável	
Validar e escalar casos de uso críticos: apoio à decisão, logística, ISR, administração e ciberdefesa.	
Criar um ciclo contínuo de inovação com laboratórios de ideias, prototipagem rápida e experimentação.	
Consolidar parcerias com resultados, aumentando projetos conjuntos e cofinanciados com entidades externas.	
Aceleradores	
Instalação de 200 licenças Microsoft <i>Copilot</i> .	Utilização da plataforma Microsoft <i>Fabric</i> .
Integração de IA na Gestão Documental do Exército (Gesdoc).	Desenvolver os 4 projetos piloto de IA (Apêndice F).

Deste modo, considera-se que a aplicação da IA no Exército deve materializar-se através do modelo de uso BIA, respondendo-se assim à QC – De que forma pode ser aplicada a IA no Exército? – e concretizando-se o OG deste trabalho de investigação – Propor contributos para um modelo de uso da IA no Exército.



6. Conclusões

A IA é uma tecnologia emergente e disruptiva, assumindo um papel fundamental na modernização militar. Permite processar em tempo real grandes volumes de dados (de sensores, satélites ou redes de comunicação), acelerando e tornando mais precisa a tomada de decisão por meio de ferramentas de apoio que identificam padrões e simulam cenários. A IA é igualmente determinante na automação de sistemas não tripulados, na condução de operações cibernéticas e na otimização da manutenção e da logística, recorrendo a técnicas de previsão e aprendizagem automática. Esta transformação tecnológica, ao integrar-se de forma transversal nas funções de combate, apoio e comando, configura a IA como uma tecnologia chave para assegurar a eficácia operacional, a resiliência e a superioridade da guerra da informação das forças militares no século XXI.

Apesar do potencial transformador da IA, o seu desenvolvimento, adoção e utilização levantam desafios tecnológicos, organizacionais e culturais como a falta de dados adequadamente estruturados, a escassez de recursos humanos com formação suficiente e uma resistência cultural às mudanças induzidas por esta tecnologia. Esta investigação demonstra que a IA pode ser aplicada no Exército de forma estruturada, gradual e alinhada às necessidades institucionais, contribuindo para ganhos em eficiência administrativa, eficácia operacional e qualidade na tomada de decisão.

Esta investigação assentou numa metodologia de raciocínio indutivo, associado a uma estratégia qualitativa e o desenho de pesquisa é do tipo estudo de caso.

Neste âmbito, e em resposta ao OE1 – Analisar o nível de maturidade e projetos de IA no Exército, e associada à QD1 – Qual é o nível de maturidade e quais os projetos de IA no Exército? verificou-se, com base na análise documental e na análise de conteúdo de seis entrevistas, que o nível de maturidade institucional em IA do Exército posiciona-se entre os níveis Inicial (1) e Comprometido (2) do modelo de cinco níveis adotado.

Esta maturidade traduz-se na ausência de uma doutrina ou estratégia de IA dedicadas, embora a IA já esteja contemplada na estratégia de inovação existente. Ainda não existe um plano estratégico formal exclusivamente orientado à IA; contudo, observa-se um reconhecimento estratégico claro da importância da IA, como a nomeação de um Oficial General assessor do CEME para a área da IA e a preparação de 30 projetos-piloto em diversas áreas funcionais. Estes projetos cobrem desde melhorias na gestão interna (recursos humanos, logística, administração) até aplicações em operações militares (C2, reconhecimento, ciberdefesa), indicando uma abordagem estruturante. No entanto, há um



défice significativo de recursos humanos especializados em ciência de dados e ausência de um grupo de trabalho para a IA.

Em termos culturais, constatou-se a existência de resistência à inovação, embora esteja a crescer a consciencialização sobre o potencial transformador da IA. Há necessidade de requalificação digital para adaptar militares e civis a novas funções tecnológicas no contexto da IA. Existem colaborações ativas com instituições académicas e empresas tecnológicas e uma consciência clara sobre a necessidade de adoção responsável, governável e contestável da IA, apesar de ainda não haver mecanismos específicos para garantir a adoção responsável. Há uma estrutura de dados administrativos consolidados no SIGDN, mas não há uma estrutura específica para dados de IA. A infraestrutura tecnológica atual não está preparada para as necessidades específicas de IA e ainda não há estruturas novas em produção, mas há uma infraestrutura híbrida a acompanhar os projetos piloto em desenvolvimento.

Em suma, o Exército encontra-se numa fase inicial de adoção, com iniciativas diversificadas e infraestruturas de dados em consolidação, mas demonstra compromisso crescente em integrar a IA nas suas capacidades.

Em cumprimento do OE2 – Analisar a aplicação da IA em ambiente externo ao Exército e respondendo à QD2 associada – Que contributos pode o Exército obter a partir do desenvolvimento, adoção e implementação de projetos de IA em ambiente externo? concluiu-se, com base na análise de 15 entidades externas, que os contributos são relevantes. Destacam-se: a importância da criação de centros de coordenação e de estratégias específicas para IA; a promoção da colaboração interinstitucional e com a indústria; a integração da IA em sistemas de cibersegurança; a capacidade de interpretar dados multimodais (áudio, vídeo e imagem); o reforço da capacidade analítica dos algoritmos; a automatização de tarefas administrativas e documentais; e o apoio à decisão através da automatização de análises técnicas. Estes contributos demonstram o potencial da IA para conferir vantagem tecnológica e apoio à decisão, promovendo simultaneamente uma maior eficiência organizacional e operacional. São também oportunidades a possibilidade de criação de infraestruturas de suporte à IA no MDN e EMGFA, acesso a financiamento governamental, europeu e internacional (NATO), a existência de modelos e práticas consolidadas em países aliados e o alinhamento com agendas estratégicas nacionais e transnacionais. Para concluir a QD2, foram referidas como dificuldades, a insuficiência de infraestruturas digitais robustas, a integração limitada com sistemas legados, a escassez de competências técnicas internas, a rotatividade de recursos humanos qualificados, a governação deficiente dos



dados, os desafios de responsabilidade legal e a dificuldade em passar de protótipos para soluções operacionais robustas.

Deste modo, em resposta à QC da investigação – De que forma pode ser aplicada a IA no Exército? – concluiu-se, que o estudo apresenta como principal contributo para o conhecimento, o modelo de uso designado por Bússola para a Inteligência Artificial (BIA) que orienta o desenvolvimento e adoção da IA no Exército até 2028. Este modelo de uso proposto, desenvolvido com rigor metodológico e científico, integra três componentes complementares: (1) um conjunto de contributos estratégicos para a adoção da IA no Exército, (2) um plano de implementação faseado para evoluir o nível de maturidade institucional em IA e (3) um portefólio de casos de estudo aceleradores *quick wins* para demonstrar valor e catalisar a utilização alargada da IA.

Concretamente, os contributos estratégicos abrangem 12 ações identificadas no estudo: (1) elaborar um plano estratégico autónomo de IA, alinhado com a estratégia de inovação mas com objetivos próprios e visão de longo prazo; (2) formalizar a criação de um grupo de trabalho permanente em IA que reúna militares das áreas técnicas e operacionais; (3) implementar campanhas de sensibilização e literacia em IA para todos os níveis da hierarquia; (4) estabelecer políticas de curadoria, acessos, metadados e responsabilização na gestão de dados; (5) institucionalizar princípios de IA ética, com canais de recurso, código de conduta e auditoria; (6) Implementar planos de formação modulares por perfis funcionais; (7) definir *stack* tecnológico e iniciar a aquisição de soluções testáveis e escaláveis; (8) desenvolver arquitetura de dados interoperável, compatível com *cloud* soberana/redes missão; (9) definir e aplicar políticas específicas para IA em conformidade com os regulamentos da UE e NATO; (10) validar e escalar casos de uso críticos - apoio à decisão, logística, ISR, administração, ciberdefesa; (11) criar um ciclo contínuo de inovação com laboratórios de ideias, prototipagem rápida e experimentação; e (12) consolidar parcerias com resultados, aumentando projetos conjuntos e cofinanciados com entidades externas.

Este modelo BIA orienta o Exército em direção a um patamar superior de maturidade, servindo como referência para decisões de investimento e prioridade. Além disso, o plano de implementação faseado contempla três etapas sequenciais até 2028: uma fase 1 de adoção rápida, focada em ganhos de eficiência interna, apoio à decisão administrativa e modernização da gestão documental; uma fase 2 de modernização operacional, incorporando IA em processos táticos, treino militar, ciberdefesa e capacidades de vigilância; e uma fase



3 de capacitação estruturante, visando a integração sistémica da IA nas plataformas ISR, assegurando soberania digital e uma governança abrangente da IA.

Em cada fase identificam-se tecnologias prioritárias e casos de uso exemplares – por exemplo, assistentes virtuais e *chatbots* internos na fase inicial (para apoio administrativo, triagem de documentos e resposta a questões frequentes), algoritmos de planeamento otimizado e visão computacional na fase intermédia (para apoio ao comando e reconhecimento automático de ameaças) e, na fase avançada, a consolidação de uma infraestrutura de IA e de centros de implementação especializados (garantindo capacidade orgânica de desenvolvimento e interoperabilidade multinacional).

Por fim, os aceleradores propostos incluem projetos de aplicação imediata com potencial de demonstrar resultados tangíveis a curto prazo, tais como: instalação de 200 licenças Microsoft *Copilot*; licenciamento da plataforma Microsoft *Fabric*; modernização da gestão documental no Exército, através da integração de funcionalidades baseadas em IA; e desenvolver os 4 projetos piloto identificados, tendo sido validada a sua prioridade, nas várias vertentes, *on-premises* ou *reachback* ligado ao Centro de Sistemas Operacionais do Exército, em redes não classificadas e classificadas, para aquisição de conhecimento e experiência.

Estes casos de uso não exigem condições ideais e podem ser implementados com os dados e infraestrutura já disponíveis, servindo de catalisadores para uma adoção mais ampla.

Em síntese, o modelo BIA delineado oferece um roteiro estratégico-tecnológico para que o Exército maximize o potencial da IA de forma faseada e controlada, acelerando a sua transformação digital, sem comprometer a segurança nem a missão.

Importa realçar que os contributos e o modelo propostos foram concebidos em articulação com as boas práticas internacionais e enquadramentos normativos atuais. Em especial, o modelo BIA e o plano de implementação alinham-se com o MMIA adaptado da MITRE *Corporation*, um referencial reconhecido que enquadra a evolução de organizações “iniciais” a “otimizadas” em IA. Este referencial da MITRE – que contempla dimensões como Organização, Tecnologia, Processos, Dados e Responsabilidade – facilitou a identificação das lacunas internas, inclusive com referência a evidências de suporte para melhor avaliação e as ações-chave necessárias para suplantá-las e evoluir na maturidade. Em acréscimo, o Exército poderá tirar partido das iniciativas multinacionais de estímulo à inovação em IA, como a NATO DIANA e o EDF, que oferecem suporte financeiro e técnico para projetos de IA na defesa.



Esta investigação apresenta duas limitações. Em primeiro lugar, o número reduzido de especialistas em IA no Exército condicionou o número e diversidade das entrevistas realizadas, limitando potencialmente a profundidade e a abrangência das conclusões relativas à maturidade institucional. Em segundo lugar, a disponibilidade de dados foi condicionada. Embora tenham sido realizadas entrevistas e analisados documentos estratégicos, alguns dados relevantes de entidades externas ao Exército não estiveram acessíveis por razões de confidencialidade ou por inexistência formal, o que restringiu parcialmente a profundidade e abrangência da análise comparativa efetuada.

Face aos resultados obtidos, recomendam-se linhas de investigação futura. Uma é a realização de estudos longitudinais que acompanhem os projetos-piloto e avaliem o impacto dos primeiros sistemas operacionais. Outra será a expansão do estudo a outros níveis da DN, promovendo sinergias inter-ramos.

Em conclusão, esta investigação contribuiu com um modelo de uso conceptual para o desenvolvimento, adoção e aplicação da IA no Exército. Compete a futuras investigações aprofundar, testar e atualizar os contributos aqui propostos, garantindo que o Exército rentabilize o potencial da IA de forma segura, ética e eficaz, preservando simultaneamente a sua relevância operacional e a vantagem estratégica num mundo cada vez mais orientado por dados e algoritmos.



Referências Bibliográficas

- Air Force Special Operations Command. (2025). *MQ-9 Reaper*. Retirado de Official United States Air Force Website: <https://www.afsoc.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/2547323/mq-9-reaper/>
- Ångström et al., R. C. (2023). *Getting AI implementation right: Insights from a global survey*. pp. 5–22. doi:<https://doi.org/10.1177/00081256231190430>
- Bartels, C. (2023). *NATO AI Adoption: Enablers and Obstacles*. NATO Innovation Hub.
- Brundage, M. A. (2018). *The malicious use of artificial intelligence: Forecasting, prevention, and mitigation*. Future of Humanity Institute. Retirado de <https://arxiv.org/pdf/1802.07228>
- C. Trifiletti. (2023). *NATO Leverages MITRE's AI Expertise*. Retirado de MITRE Corporation: <https://www.mitre.org/news-insights/impact-story/nato-leverages-mitres-ai-expertise>
- Chefe de Estado-Maior da Armada. (2024). Diretiva 07/CEMA/2024 - *Tecnologias Emergentes Disruptivas*. (CEMA, Ed.)
- Chefe do Estado-Maior do Exército. (2025). *Nomeação de Assessor para a Inteligência Artificial - Despacho n°235/CEME/2025*.
- Cordell, C. (2024). *White House memo on AI national security includes workforce training and streamlined immigration proposals*. Retirado de Government Executive: <https://www.govexec.com/management/2024/10/white-house-memo-ai-national-security-includes-workforce-training-streamlined-immigration-proposals/400534/>
- Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic. (2023). *Infrastructure for Dual-Use Technologies*. Retirado de <https://www.diana.nato.int>
- Department of Defense. (2021). *Department of Defense Outside the Continental United States (OCONUS) Cloud Strategy*. DoD, Office of the DoD Chief Information Officer. Retirado de <https://dodcio.defense.gov/Portals/0/Documents/Library/DoD-OCONUSCloudStrategy.pdf>
- Department of Defense. (2023a). *Technology Readiness Assessment Guidebook*. Office of the Under Secretary of Defense for Research and Engineering. Retirado de <https://www.cto.mil/wp-content/uploads/2023/07/TRA-Guide-Jun2023.pdf>
- Department of Defense. (2023b). *Data, Analytics, and Artificial Intelligence Adoption Strategy*. Washington, DC: Department of Defense. Retirado de



- https://media.defense.gov/2023/Nov/02/2003333300/-1/-1/1/DOD_DATA_ANALYTICS_AI_ADOPTION_STRATEGY.PDF
- Élysée. (2025). *Paris Declaration on Maintaining Human Control in AI enabled Weapon Systems*. Retirado de <https://www.elysee.fr/emmanuel-macron/2025/02/11/paris-declaration-on-maintaining-human-control-in-ai-enabled-weapon-systems#:~:text=Underlining%20that%20responsibility%20and%20accountability%20can%20never%20be,judgement%20and%20control%20over%20the%20use>
- Estado-Maior-General das Forças Armadas. (2022). *Diretiva Estratégica para a Inovação nas Forças Armadas*. Lisboa: EMGFA. Retirado de https://www.emgfa.pt/pt/inovacao/Documents/Documentacao/DIR%20ESTRATEGICA%20INOVACAO%20FORCAS%20ARMADAS%2022_32_pt_21.03.2022.pdf
- Estratégia Digital Nacional. (2024). *Estratégia Digital Nacional e plano de ação 2025-2026*. Retirado de <https://digital.gov.pt/estrategias/estrategia-digital-nacional>
- European Defence Agency. (2020). Artificial Intelligence: Joint quest for future defence applications. *European Defence Matters*, 19. Retirado de <https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2020/08/25/artificial-intelligence-joint-quest-for-future-defence-applications>
- European Defence Agency. (2021). *EDA Technology Foresight Exercise 2021: Final Results*. Brussels: EDA. Retirado de <https://eda.europa.eu/docs/default-source/eda-publications/edatechnologyforesightexercise-finalresults.pdf>
- Exército. (2022). *Estratégia de Inovação do Exército*. Retirado de <https://assets.exercito.pt/SiteAssets/GabCEME/Inovar/Imagens%20Site%20Exercito/Estrat%20C3%A9gia%20de%20Inova%20C3%A7%C3%A3o%20do%20Ex%20C3%A9rcito.pdf>
- Exército. (2024a). *Diretiva Estratégica do Exército 2024-2026 – 1.º Fascículo*. Estado-Maior do Exército.
- Exército. (2024b). *Diretiva N.º 42/CEME/2024, de 22 de fevereiro de 2024, Diretiva Para a Investigação, Desenvolvimento e Inovação no Exército*.
- Exército. (2024c). *IA - Projetos da Defesa Nacional que envolvam Inteligência Artificial (Ofício N.º GABCEME-ADJCEME-2024-S-004148)*.
- Feng, C. (2021). *Chinese President Xi Jinping seeks to rally country's scientists for self-reliance*. Retirado de South China Morning Post:



- https://www.scmp.com/news/china/politics/article/3135328/chinese-president-xi-jinping-seeks-rally-countrys-scientists?module=perpetual_scroll_0&pgtype=article
- Goecks, V. G. (2024). *COA-GPT: Generative Pre-trained Transformers for Accelerated Course of Action Development in Military Operations*. pp. 1-8. Retirado de <https://arxiv.org/pdf/2402.01786>
- Instituto Universitário Militar. (2020). *NEP/INV-003(A3) - Estrutura e regras de citação e referência de trabalhos escritos a realizar no Instituto Universitário Militar*. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Intel Corporation. (2025). *Edge AI Overview*. Retirado de Intel: <https://www.intel.com/content/www/us/en/learn/edge-ai.html>
- Intel Corporation. (2025). *What Is Computer Vision?* Retirado de Intel: <https://www.intel.com/content/www/us/en/learn/what-is-computer-vision.html?wapkw=Computer%20vision>
- International Business Machines Corporation. (2024). *What is hybrid cloud?* (Stephanie Susnjara e Ian Smalley) Retirado de <https://www.ibm.com/think/topics/hybrid-cloud?>
- International Business Machines Corporation. (2024). *What is RAG (retrieval augmented generation)?* Retirado de https://www.ibm.com/think/topics/retrieval-augmented-generation?mhsrc=ibmsearch_a&mhq=Retrieval-Augmented%20Generation%20%26lpar%3BRAG%26rpar%3B%20
- International Business Machines Corporation. (2025). *What is machine learning?* (U. B. of, Produtor) Retirado de IBM: <https://www.ibm.com/topics/machine-learning>
- International Organization for Standardization. (2025). *What is artificial intelligence (AI)?* Retirado de ISO - International Organization for Standardization: <https://www.iso.org/artificial-intelligence/what-is-ai>
- Lenk, P. S. (2021). *Data Science as a Service: The Data Range*. pp. 1-18.
- Marinha - Despacho n.º24/24. (2024). *Criação do Grupo de trabalho para o desenvolvimento de Inteligência Artificial na Marinha*.
- Marques, J. (2025). *Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança*.
- McCarthy, J. (1996). *A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*. Retirado de <https://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>



- Microsoft. (2024). *Plataforma de dados para cargas de trabalho de IA no Azure*. (Microsoft, Ed.) Retirado de <https://learn.microsoft.com/pt-pt/azure/well-architected/ai/data-platform>
- Microsoft. (2024). *What is a data lake?* (A. Prasad, Produtor) Retirado de Microsoft: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/architecture/data-guide/scenarios/data-lake>
- Microsoft. (2025). *Tecnologia de processamento de linguagem natural*. Retirado de Microsoft: <https://learn.microsoft.com/pt-pt/azure/architecture/data-guide/technology-choices/natural-language-processing>
- MITRE Corporation. (2023). *The MITRE AI Maturity Model and Organizational Assessment Tool Guide: A Path to Successful AI Adoption*. Retirado de <https://www.mitre.org/sites/default/files/2023-11/PR-22-1879-MITRE-AI-Maturity-Model-and-Organizational-Assessment-Tool-Guide.pdf>
- MITRE Corporation. (2025). *Our Story*. Retirado de <https://www.mitre.org/who-we-are/our-story>.
- Mollick, E. (2024). *Co-inteligência - Viver e Trabalhar com IA*. Ideias de Ler.
- Morgan, F. E. (2020). *Military Applications of Artificial Intelligence: Ethical Concerns in an Evolving Field*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Retirado de https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3139-1.html
- Mulgan, G. (2014). *Innovation in the public sector*. Retirado de <https://www.nesta.org.uk/report/innovation-in-the-public-sector/>
- National Geospatial Intelligence Agency. (2025). *About NGA*. Retirado de <https://www.nga.mil/index.html>
- National Institute of Standards and Technology. (2024). *AI Risk Management Framework*. (U. D. Commerce, Editor) Retirado de <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>
- National Institute of Standards and Technology. (2025). *Artificial Intelligence*. Retirado de National Institute of Standards and Technology: https://csrc.nist.gov/glossary/term/artificial_intelligence
- New South Wales Government, D. N. (2024). *A common understanding: simplified AI definitions from leading standards*. Retirado de A NSW Government website: <https://www.digital.nsw.gov.au/policy/artificial-intelligence/a-common-understanding-simplified-ai-definitions-from-leading#anchor-what-is-ai>



- North Atlantic Treaty Organization. (2024a). *Interoperability: a Cornerstone Concept of NATO*. Retirado de NATO: <https://www.act.nato.int/article/interoperability-cornerstone-concept/>
- North Atlantic Treaty Organization. (2024b). *Summary of NATO's revised Artificial Intelligence (AI) strategy*. Retirado de North Atlantic Treaty Organization: https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_227237.htm
- NVIDIA. (2025). *What is Generative AI?* Retirado de <https://www.nvidia.com/en-us/glossary/generative-ai/>
- Oliveira, A. (2025). *A Inteligência Artificial Generativa*. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico. (2021). *AI in the Public Sector: Promises and Pitfalls*. Retirado de https://www.oecd-ilibrary.org/artificial-intelligence-in-the-public-sector_869f83c1-en.pdf
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico. (2024). *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*. Retirado de OECD Legal Instruments: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>
- Portugal INCoDe.2030. (2019). *Estratégia Inteligência Artificial 2030*. Retirado de AI PORTUGAL 2030: <https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=%3d%3dBAAAAB%2bLCAAAAAAABACzMDQxAQC3h%2byrBAAAAA%3d%3d>
- Presidência do Conselho de Ministros. (2024). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 207/2024, de 30 de dezembro (aprova a Estratégia Digital Nacional e o respetivo modelo de governação)*. Retirado de Diário da República: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/207-2024-901536081>
- Santos, L.A.B.; Lima, J.M.M. (Coord.). (2019). *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação (2.ª ed, revista e atualizada)*. Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Saunders, M. L. (2009). *Research Methods for Business Students (5th ed.)*. Pearson Education.
- Scharre, P. (2024). *Four Battlegrounds*. New York: W. W. Norton & Company, Inc.
- Shinego, M. W. (2024). *Defense Department Tests AI Software, Advances to Improve Physical Security Posture*. Retirado de US Department of Defense:



<https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/3946607/defense-department-tests-ai-software-advances-to-improve-physical-security-post/>

Staff, T. (2023). *Israel increasingly using facial recognition to track Palestinians – Amnesty*.

Retirado de The times of Israel: <https://www.timesofisrael.com/israel-increasingly-using-facial-recognition-to-track-palestinians-amnesty/>

União Europeia. (2024). *Regulamento (UE) 2024/1689 do Parlamento Europeu e do*

Conselho, de 13 de junho de 2024. Retirado de EUR-Lex: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=OJ:L_202401689

Vincent, J. (2017). *Putin says the nation that leads in AI “will be the ruler of the world”*.

Retirado de The Verge: <https://www.theverge.com/2017/9/4/16251226/russia-ai-putin-rule-the-world>



Apêndice A – Corpo de Conceitos

Bússola para a Inteligência Artificial (BIA) - Conceito próprio introduzido no trabalho como modelo de uso estruturante que orienta a implementação sistemática da inteligência artificial no Exército, definindo fases, objetivos estratégicos e áreas prioritárias de aplicação tecnológica (Marques, 2025).

Co-inteligência - Colaboração entre humanos e sistemas de inteligência artificial, combinando as capacidades cognitivas de ambos para potenciar a resolução de problemas, a tomada de decisão e a criação de conhecimento. Neste modelo, a IA não substitui o ser humano, mas atua como parceiro cognitivo, ampliando competências existentes e permitindo novos níveis de desempenho (Mollick, 2024).

Data Lakes - Repositórios centralizados que armazenam grandes quantidades de dados em bruto (estruturados e não estruturados), sem pré-definir a sua utilização, facilitando aplicações analíticas avançadas e IA (Microsoft, 2024).

Edge AI – Tecnologia que executa algoritmos de inteligência artificial diretamente em dispositivos locais próximos da fonte de dados, reduzindo dependência de conexões externas e garantindo respostas rápidas em ambientes táticos (Intel Corporation, 2025).

Human-in-the-Loop (Humano no Ciclo) – Princípio operacional que implica a participação ativa de operadores humanos em decisões automatizadas ou semi-automatizadas tomadas por sistemas de inteligência artificial, sendo particularmente relevante em contextos militares e de segurança (Elysée, 2025).

Interoperabilidade - Capacidade de diferentes sistemas e organizações comunicarem, trocarem dados e operarem em conjunto de forma eficaz e segura, especialmente crucial em operações militares conjuntas e na integração multinacional no âmbito da NATO e da EU (North Atlantic Treaty Organization, 2024a).

On-premises – Sistemas informáticos instalados e operados localmente nas instalações da organização, proporcionando controlo direto sobre a infraestrutura tecnológica, segurança e gestão dos dados sensíveis (International Business Machines Corporation, 2024).

Pipeline de dados - sequência organizada de processos automáticos que recolhem, transformam, analisam e disponibilizam dados, garantindo que a informação flui de forma eficiente, segura e estruturada entre diferentes etapas, desde a origem dos dados até ao seu consumo final (Lenk, 2021, p. 19).

Reachback - Conceito operacional que implica a capacidade de forças destacadas no terreno solicitarem, remotamente e em tempo real, apoio especializado ou informação adicional a estruturas de comando e controlo ou centros de análise localizados na retaguarda ou em centros estratégicos. O uso de inteligência artificial aumenta significativamente a eficácia deste processo, permitindo respostas rápidas e precisas em operações militares (Department of Defense, 2021, p. 4).

Responsabilidade Algorítmica (Accountability) - Capacidade de rastrear e justificar decisões automatizadas tomadas por algoritmos, assegurando transparência, ética e possibilidade de contestação pelos utilizadores afetados pelas decisões (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico, 2024).

Retrieval-Augmented Generation (RAG) - Técnica de inteligência artificial generativa que combina recuperação de informação com geração automática de texto, permitindo respostas precisas com base em grandes conjuntos de dados estruturados e não estruturados (International Business Machines Corporation, 2024).

Tecnologias Emergentes e Disruptivas (TED) - As TED são inovações que estão em fase de crescimento e desenvolvimento, mas demonstram um potencial de emprego significativo, com impacto substancial na sociedade, economia ou tecnologia. São aquelas que envolvem avanços em campos como inteligência artificial, robótica, biotecnologia, hipervelocidade, computação quântica, espaço, *big data* e sistemas autónomos, com aplicabilidades ainda por explorar. São ainda caracterizadas pela sua capacidade de alterar fundamentalmente os processos existentes ou criar paradigmas, ou seja, não se referem apenas à novidade da tecnologia, mas à capacidade de criar uma mudança transformadora e radical no modo como os processos são abordados. (Chefe de Estado-Maior da Armada, 2024)



Apêndice B – Modelo de Análise

Quadro 9 - Modelo de análise

Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial no Exército - nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança							
Objeto de Estudo	Aplicação da Inteligência Artificial	Delimitação (tempo, espaço e conteúdo)		Tempo – JUN2019 (data referente à publicação da estratégia nacional para a inteligência artificial) a MAI25 (data referente à conclusão do trabalho individual de investigação) Espaço – TN no contexto Exército Conteúdo – Aplicação, nível de maturidade e projetos/casos de uso de IA no Exército			
Objetivo Geral	Propor contributos para um modelo de uso da IA no Exército.	Questão Central		De que forma pode ser aplicada a IA no Exército?			
Objetivos Específicos		Questões Derivadas		Conceitos Estruturantes	Dimensões	Indicadores	Técnicas de Recolha de Dados
OE1	Analisar o nível de maturidade e projetos de IA no Exército.	QD1	Qual é o nível de maturidade e quais os projetos de IA no Exército?	Inteligência Artificial Modelo Maturidade Inteligência Artificial Infraestrutura de dados	Organização	Plano estratégico Parcerias Cultura Estrutura Organizacional Desenvolvimento da força de trabalho Nível do MMIA Adaptado	Análise documental Entrevistas semiestruturadas Questionário MMIA Adaptado
					Tecnologia	Plataformas IA Nível do MMIA Adaptado	
					Processos	Inovação Utilização e adoção Nível do MMIA Adaptado	
					Dados	Arquitetura Segurança e privacidade Governança dos dados Nível do MMIA Adaptado	
					Responsável	Responsável, governável e contestável Nível do MMIA Adaptado	
					Projetos	Objetivo Estado Benefícios Dificuldades	
OE2	Analisar a aplicação da IA em ambiente externo ao Exército.	QD2	Que contributos pode o Exército obter a partir do desenvolvimento, adoção e implementação de projetos de IA em ambiente externo?	Inteligência Artificial Modelo Maturidade Inteligência Artificial Infraestrutura de dados	Desenvolvimento e adoção	Contributos	Análise documental Entrevistas semiestruturadas
					Projetos e casos de estudo	Objetivo Estado Benefícios Dificuldades	
Problema de Investigação		Metodologia de raciocínio			Desenho de Pesquisa	Estratégia de Investigação	
De que forma se aplica a IA.		Indutivo			Estudo de caso	Mista	

MMIA – Modelo Maturidade da Inteligência Artificial



Apêndice C – Entrevistas

Quadro 10 – Lista de entidades entrevistadas

#	Função	Entidade	Data	Método	Guião
E1	Assessor para a Inteligência Artificial de S. Exa. o General CEME	BGEN Rui Bettencourt	17mar25	Email	I
E2	Diretor de Comunicações e Informação - Exército Português	BGEN João Barroso	13mar25	Presencial	I
E3	Chefe da Divisão de Inovação e Doutrina - Exército Português	CORTIR Vale Cruz	27mar25	Email	I
E4	Chefe do Centro de Capacitação Tática Simulação e Certificação - Exército Português	TCOR Prata Pinto	31mar25	Email	I
E5	Chefe da Secção de Conceção e Desenvolvimento (Centro de Informação Geoespacial do Exército Português)	TCOR Filipe Oliveira	31mar25	Email	I
E6	OF3 - Portuguese MGCP and TREx Production Manager (Centro de Informação Geoespacial do Exército Português)	MAJ Tiago Castro	31mar25	Email	I
E7	Secretário-Geral Adjunto do Ministério da Defesa Nacional	COM Rui Alves Francisco	25mar25	Presencial	II
E8	Chefe da Divisão de Inovação e Transformação do EMGFA	COM Rui Marcelo	19mar25	Email	II
E9	Chefe da Divisão de Inovação e Transformação da Marinha Portuguesa	CMG Paulo Simões	16mar25	Email	II
E10	Diretor Célula de Inovação e Experimentação Operacional de Sistemas Não Tripulados – Marinha Portuguesa	CFR Marco Guimarães	21fev25	Email	II
E11	Chefe da Divisão de Inovação e Transformação Organizacional da Força Aérea Portuguesa	COR Carlos Batalha	05mar25	Email	II
E12	<i>Chief Exploiting Data Science & AI / NATO Communications and Information Agency (NCIA)</i>	Michael Street	06mar25	Email	II
E13	<i>Jefe Sección de Planificación Tecnológica/División de Planes / Ejército de Tierra - Exército Espanhol</i>	COR Fernando Garcia (Exército Espanhol)	10mar25	Email	II
E14	Exército Alemão*	Exército Alemão	13fev25	Email/RFI	II
E15	Exército Italiano*	Exército Italiano	20mar25	Email/RFI	II
E16	Exército Polaco*	Exército Polaco	02abr25	Email/RFI	II
E17	CISCO / Account Manager Public Sector	João Henriques	12mar25	Email	III
E18	THALES / Land & Air Defence Systems Manager	Rui M. Silva	22fev25	Email	III
E19	QUIDGEST / Coordenadora da área de Sistemas de Gestão de Informação e Processos de Negócio	Beatriz Guimarães	19mar25	Email	III
E20	MICROSOFT/ Account Executive – Public Safety, Defense, Justice and External Affairs	Teresa Zaverthal	28mar25	Email	III
E21	EID / Director of Engineering	Nuno Cordeiro	02abr25	Email	III

*As entrevistas seguiram no formato de *Request for Information* (RFI) e as respostas chegaram através do EMGFA / respetivas embaixadas, não possuindo identificação personalizada.



Quadro 11 – Guião das entrevistas realizadas

Entidades entrevistadas E1 - E6 – Guião I	
1.	Em relação ao desenvolvimento, adoção e uso da Inteligência Artificial (IA), há iniciativas em análise no Exército? Se sim, quais?
2.	Há casos de uso de IA no Exército? Se sim, quais?
3.	É utilizado algum modelo de maturidade ou roteiro para apoiar o desenvolvimento, adoção e uso da IA?
4.	Para apoiar na estruturação do pedido de colaboração, foram utilizadas as dimensões organização, tecnologia, processos, dados e responsabilidade do Modelo de Maturidade da Inteligência Artificial Adaptado MITRE, que se encontram no Quadro 12. a. Organização (1) Existe um plano estratégico, documentos formais, ou doutrina de IA no Exército? (2) Existem parcerias no âmbito da IA com as FA, MDN, outras entidades do governo, indústria, universidades e centros de investigação e desenvolvimento? (3) Existem iniciativas/programas de financiamento para a IA na NATO, na EU e em Portugal? (4) Existe uma cultura na organização em que a IA é aceite com todas as mudanças que podem implicar? (5) As normas e valores organizacionais apoiam uma cultura adaptativa e tolerante ao risco que está pronto a aceitar devido às mudanças que a IA pode implicar? (6) Considera que existe uma cultura de adaptação a novos cenários operacionais e de gestão? (7) As estruturas, cargos e processos de IA são definidos, documentados e executados na organização? (8) Há algum documento/diretiva relativa ao desenvolvimento de uma força de trabalho em IA? (9) Como poderia ser organizada a força de trabalho de IA, tendo em consideração as estruturas EME/Divisão de Inovação e Doutrina; DCI/Centro de Desenvolvimento Aplicacional e BI; Centro de Experimentação e Modernização Tecnológica do Exército (CEMTE), Centro de Capacitação Tática Simulação e Certificação (CCTSC) e Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar (CINAMIL)? Mais alguma estrutura? (10) Considera que há recursos humanos (militares e/ou civis) preparados para desenvolver na área de IA? (11) Considera que deve ser criado um grupo de trabalho para o desenvolvimento da IA no Exército? (12) Considera importante militares frequentarem formação relevante na área de IA? b. Tecnologia (1) Existe um conjunto definido de arquiteturas, normas, redes informáticas, hardware e ferramentas de software que permitem apoiar o desenvolvimento, a integração e o funcionamento de soluções de IA? (2) Considera uma boa solução a Secretaria-Geral do Ministério da Defesa (SGMDN), onde se encontra o Sistema Integrado de Gestão (SIG), disponibilizar a infraestrutura tecnológica para se implementar projetos de IA, comuns às Forças Armadas? (3) No Exército onde deve residir a infraestrutura tecnológica (plataformas de IA)? No Centro de Sistemas Operacionais? c. Processos (1) Existe inovação de IA, onde existem processos através dos quais a investigação, a engenharia de sistemas e os princípios e melhores práticas de conceção Humano-Máquina integram a IA nas operações da organização? (2) Há identificação e documentação dos casos de utilização da IA e a aplicação de soluções, e os processos integrados em fluxos de trabalho produzem resultados estratégicos concretizados? (3) Considera que o desenvolvimento, adoção e uso da IA permite otimizar a componente operacional e de gestão do Exército? d. Dados (1) Existe uma arquitetura/estrutura de dados de IA comum? (2) Existe a segurança e privacidade, ou seja, a proteção dos dados para a IA é incorporada e mantida pelos indivíduos que concebem, utilizam e supervisionam os sistemas de IA para controlar a segurança, a especificidade e o intercâmbio de informações digitais pessoais? (3) Existe uma estrutura de governação dos dados, ou seja, existem processos de gestão do desempenho e da conformidade dos dados de IA para evitar a distorção dos dados e garantir disponibilidade, facilidade de utilização e integridade dos dados nos sistemas de IA? (4) No Exército a nossa estrutura de dados onde deve estar localizada? No Centro de Sistemas Operacionais/Grupo de Controlo e Gestão de Sistemas/Centro de Transmissões do Exército? e. Responsabilidade (1) Responsável, governável e contestável. Existem formas de supervisão e governação de modo a garantir a conformidade regulamentar e organizacional do desenvolvimento e dos resultados do sistema de IA, incluindo processos atempados de responsabilização e para permitir contestações/recursos à utilização e aos resultados?
5.	Que desafios ou benefícios considera que existem nesta transformação da adoção e uso da IA?
6.	No quadro 12, encontra-se o modelo de maturidade de inteligência artificial adaptado MITRE, com os seus pilares, dimensões e caracterização dos 5 níveis de maturidade. Diretamente no quadro, assinala com um X o



<p>nível de maturidade que considera adequado no Exército para cada uma das dimensões identificadas. Se considerar relevante, após cada avaliação pode fazer um comentário relativamente a cada dimensão.</p> <p>7. Nos projetos que o Exército tem elencados, quais considera os prioritários?</p> <p>8. Para finalizar, gostaria de acrescentar mais alguma informação que considere útil para esta investigação?</p>
<p>Entidades entrevistadas E7 – E17 – Guião II</p>
<p>1. Em relação ao desenvolvimento, adoção e uso da Inteligência Artificial (IA), existem na sua organização processos em que esteja a ser aplicada a IA?</p> <p>a. Se sim:</p> <p>(1) Em que processo(s)?</p> <p>(2) Que caso(s) de uso existem?</p> <p>(3) É utilizado algum modelo de maturidade ou roteiro para apoiar o desenvolvimento, adoção e uso da Inteligência Artificial (IA)?</p> <p>(4) Que passos foram dados para a adoção da inteligência artificial em termos de organização, tecnologia, processos, dados e outra(s) dimensão ou dimensões que considere relevante? Para apoiar na estruturação do pedido de colaboração, foram utilizadas algumas dimensões do modelo de maturidade da inteligência artificial MITRE, que se encontram no quadro seguinte.</p> <p>(5) Que desafios ou benefícios foram encontrados nesta transformação?</p> <p>b. Se não:</p> <p>(1) Há iniciativas de IA em análise?</p> <p>(2) Se sim, quais?</p> <p>2. A Marinha possui um plano estratégico para a integração da IA?</p> <p>3. Para finalizar, gostaria de acrescentar mais alguma informação que considere útil para esta investigação?</p>
<p>Entidades entrevistadas E17 – E20 – Guião III</p>
<p>1. Que soluções de IA adotadas ou aplicadas pela vossa empresa podem ser utilizadas no Exército?</p> <p>2. Qual o objetivo e estado de implementação dessa(s) soluções?</p> <p>3. Quais os benefícios?</p> <p>4. Quais as dificuldades?</p>

Quadro 12 – Modelo de Maturidade da Inteligência Artificial Adaptado MITRE

Retirado de <https://www.mitre.org/news-insights/publication/mitre-ai-maturity-model-and-organizational-assessment-tool-guide>

<p>Organização</p>
<p>Plano estratégico da IA. Existem documentos formais que suportem um plano para alcançar a missão, visão, políticas e normas definidas para a IA. Evidências de suporte: estratégia/plano organizacional da IA; estratégia de comunicação da IA; inquéritos aos colaboradores sobre IA.</p>
<p>Nível 1 - Inicial: A organização não produziu uma declaração de missão/visão, políticas, normas, cargos de liderança ou orçamento de IA; Nível 2 – Comprometido: Está a ser definida uma declaração de missão/visão da IA, políticas, normas, cargos de liderança e orçamento; Nível 3 – Definido: Declaração de missão/visão da IA aprovada, cargos de liderança e orçamento estão a alcançar os objetivos e resultados definidos; Nível 4 – Gerido: A estratégia, políticas e normas de missão/visão da IA são articuladas, a liderança é envolvida e ocorre a monitorização dos resultados e objetivos; Nível 5 – Otimizado: A estratégia, políticas e normas de IA são continuamente revistas, modificadas e atualizadas para melhorar os resultados da organização e definir objetivos e capacidades futuras. Comentário:</p>
<p>Parcerias. Parcerias no âmbito da IA entre o governo, empresas privadas, instituições académicas e/ou centros de investigação e desenvolvimento, encontram-se disponíveis para colaboração e asseguram uma diversidade de perspetivas para a representação das diferentes partes interessadas, enquanto constroem capacidades e competências de IA responsável. Evidências de suporte: parcerias estratégicas de IA com a indústria, academia ou outras agências.</p>
<p>Nível 1 – Inicial: Não existem parcerias de IA com a indústria, academia ou outras agências; Nível 2 – Comprometido: Estão a ser desenvolvidas parcerias de IA com a indústria, academia e/ou outras agências; Nível 3 – Definido: Existe(m) parceria(s) de IA com a indústria, o meio académico ou outras agências. As práticas éticas de utilização responsável estão incluídas nos acordos de parceria; Nível 4 – Gerido: A informação proveniente de parcerias entre o meio académico, a indústria e as agências está a ser aplicada para informar e melhorar as iniciativas de IA; Nível 5 – Otimizado: As parcerias de colaboração entre as comunidades académica, industrial e governamental estão a melhorar os resultados, e existe um processo para identificar, iniciar e desenvolver novas parcerias para melhorar as iniciativas de IA. Comentário:</p>
<p>Cultura. As normas e valores organizacionais apoiam uma cultura adaptativa e tolerante ao risco que está pronto a aceitar devido às mudanças que a IA pode implicar. Evidências de suporte: estratégia/plano de cultura de IA da empresa; inquéritos aos colaboradores sobre IA; abordar a forma como serão transmitidas normas como a utilização responsável, as crenças e os valores.</p>
<p>Nível 1 – Inicial: Podem existir projetos de IA, mas a organização não desenvolveu normas que permitam uma aceitação e utilização generalizadas da IA; Nível 2 – Comprometido: Está em curso a avaliação da cultura da organização e das mudanças necessárias para a adoção da IA; Nível 3 – Definido: As mudanças culturais necessárias para uma adoção bem-sucedida da IA estão identificadas, e uma estratégia de implementação e formação está em vigor e a começar a ser executada; Nível 4 – Gerido: A aceitação da utilização da IA é generalizada e as mudanças culturais são monitorizadas, medidas e analisadas, apoiando políticas de utilização responsável; Nível 5 – Otimizado: A IA é</p>



<p>aceite e adotada por toda a organização, os comportamentos culturais são adaptativos e orientados para a ação para garantir abordagens e resultados de IA responsáveis e inovadores. Comentário:</p>
<p>Estrutura organizacional. As estruturas, cargos e processos de IA são definidos, documentados e executados na organização. Evidências de suporte: objetivos da estratégia organizacional de IA; publicadas as funções e responsabilidades definidas da IA; publicadas as <i>Standard Operating Procedures (SOPs)</i> da IA; organograma da IA, estratégia/plano de cultura da IA (como serão transmitidas as normas, como a utilização responsável, crenças e valores); inquéritos aos colaboradores sobre a IA.</p>
<p>Nível 1 – Inicial: A organização não tem estruturas, cargos e processos específicos de IA definidos e documentados; Nível 2 – Comprometido: As estruturas de IA da organização são rudimentares, mas funcionais. Os cargos e os processos estão presentes, mas são limitados em termos de definição e documentação; Nível 3 – Definido: As estruturas, cargos e processos de IA encontram-se definidos na organização; Nível 4 – Gerido: As estruturas, cargos e processos de IA da organização encontram-se implementados e os recursos são disponibilizados para monitorizar e medir o desempenho; Nível 5 – Otimizado: As estruturas, cargos e processos de IA da organização encontram-se definidos, documentados e medidos. As métricas são utilizadas para melhorar as atividades e implementar as melhores práticas. Comentário:</p>
<p>Desenvolvimento da força de trabalho. Existem processos para a formação, recrutamento e sensibilização para o impacto na carreira de equipas de IA diversificadas, a fim de desenvolver e remodelar uma força de trabalho organizacional de IA. Evidências de suporte: estratégia da força de trabalho de IA; estratégia/orientação da força de trabalho em função do impacto da IA; planos e resultados da formação em IA; dados da força de trabalho de IA.</p>
<p>Nível 1 – Inicial: Não foi implementada nenhuma solução ou plano de força de trabalho para o desenvolvimento da força de trabalho da IA; Nível 2 – Comprometido: Está em curso um plano de desenvolvimento da força de trabalho de IA; Nível 3 – Definido: Está a ser implementado um plano de desenvolvimento da força de trabalho da IA com impacto nas necessidades de recursos no âmbito das iniciativas existentes. Estão a decorrer workshops e certificações necessárias para os membros da equipa; Nível 4 – Gerido: O plano de desenvolvimento da força de trabalho de IA atende às expectativas atuais e captura métricas para definir as necessidades atuais e futuras da força de trabalho no âmbito de um conjunto de iniciativas em expansão; Nível 5 – Otimizado: As estruturas, funções e processos de IA da organização são definidos, documentados e medidos. As métricas são utilizadas para melhorar as atividades e implementar as melhores práticas. Comentário:</p>
<p style="text-align: center;">Tecnologia</p>
<p>Plataformas de IA. Existe um conjunto definido de arquiteturas, normas, redes informáticas, hardware e ferramentas de software que permitem apoiar o desenvolvimento, a integração e o funcionamento de soluções de IA. Evidências de suporte: desenho da arquitetura e normas, estratégia e contratos de ferramentas/plataformas de IA; arquitetura e plataforma de desenvolvimento e testes de IA; registos de acesso.</p>
<p>Nível 1 – Inicial: Não estão disponíveis plataformas, processos e ferramentas específicos para a IA; Nível 2 – Comprometido: Estão a ser identificadas e adquiridas plataformas, processos e ferramentas específicas de IA (incluindo conjuntos de ferramentas de teste) para apoiar iniciativas e projetos; Nível 3 – Definido: Estão disponíveis plataformas, ferramentas e processos específicos de IA para apoiar iniciativas e projetos; Nível 4 – Gerido: As plataformas otimizadas para IA são monitorizadas regularmente para capturar dados de desempenho da plataforma e suportar a atualização tecnológica; Nível 5 – Otimizado: As plataformas otimizadas para IA são utilizadas para iniciativas e projetos e melhoradas por dados de desempenho. Comentário:</p>
<p style="text-align: center;">Processos</p>
<p>Inovação de IA. Existem processos através dos quais a investigação, a engenharia de sistemas e os princípios e melhores práticas de conceção Humano-Máquina integram a IA nas operações da organização. Evidências de suporte: estratégia de inovação; planos de projetos de I&D em IA; abordagens de engenharia de sistemas de IA; princípios de conceção Homem-Máquina; documentos sobre iniciativas de IA; dados sobre iniciativas/ inovação em IA.</p>
<p>Nível 1 – Inicial: Não existe uma abordagem definida para investigar, identificar e utilizar a engenharia de sistemas específica da IA e as práticas Humano-Máquina são aplicadas em soluções de IA; Nível 2 – Comprometido: Está a ser desenvolvida uma abordagem à engenharia de sistemas específica da IA e às práticas Humano-Máquina; Nível 3 – Definido: Existe uma abordagem aprovada para a engenharia de sistemas específicos de IA e para as práticas Humano-Máquina; Nível 4 – Gerido: A abordagem aprovada para a engenharia de sistemas específicos de IA e para as práticas Humano-Máquina encontra-se generalizada e é comunicada, estando a ser recolhidas e analisadas métricas para medir a eficácia; Nível 5 – Otimizado: A abordagem da engenharia de sistemas específica da IA e das práticas Humano-Máquina está a ser aperfeiçoada para melhorar o alinhamento com os objetivos da organização. Comentário.</p>
<p>Utilização e adoção. Procede-se à identificação e documentação dos casos de utilização da IA e a aplicação de soluções, e os processos integrados em fluxos de trabalho produzem resultados estratégicos concretizados. Evidências de suporte: documentação do caso de uso de IA; dados do caso de uso de IA; dados da avaliação das partes interessadas pela solução de IA (ou seja, quem é afetado, possível impacto); informações relativas à lógica ou ao funcionamento geral das soluções.</p>
<p>Nível 1 – Inicial: Não foram identificados, nem documentados casos de utilização da IA pela organização. As competências necessárias, soluções integradas e processos necessários não estão ligados aos fluxos de trabalho; Nível 2 – Comprometido: Os casos de utilização da IA pela organização estão a ser desenvolvidos e documentados por equipas competentes e as soluções integradas estão alinhadas com os fluxos de trabalho; Nível 3 – Definido: Existe um conjunto aprovado de casos de utilização de IA pela organização, as soluções integradas estão alinhadas com os fluxos de trabalho e os resultados estratégicos estão a ser formulados; Nível 4 – Gerido: Os casos de utilização da IA pela organização estão ligados a soluções, que são quantificadas em indicadores-chave de desempenho (KPI) específicos que medem resultados estratégicos; Nível 5 – Otimizado: Os casos de utilização e as soluções empresariais</p>



de IA são regularmente avaliados por KPIs para informar dos resultados e melhorar os futuros objetivos estratégicos, planejamento e implementação. Comentário:
Dados
Arquitetura. Existem processos de recolha, armazenamento, organização e manutenção dos dados criados e recolhidos por uma organização, incluindo o léxico e a ontologia. Evidências de suporte: documentação; dados de habilitação da arquitetura de dados.
Nível 1 – Inicial: Não existe uma arquitetura/estrutura de dados de IA comum; Nível 2 – Comprometido: Está a ser desenvolvida uma arquitetura/estrutura inicial de dados de IA; Nível 3 – Definido: Uma arquitetura/estrutura de dados aprovada a nível de toda a organização é coerente com o plano de implementação da IA e com as necessidades das iniciativas de IA; Nível 4 – Gerido: Uma arquitetura/estrutura de dados para toda a organização encontra-se implementada, utilizada de forma consistente e monitorizada; Nível 5 – Otimizado: Uma arquitetura/estrutura de dados comum otimizada é utilizada em toda a organização e é atualizada para atender às necessidades em evolução das iniciativas de IA. Comentário:
Segurança e privacidade. A proteção dos direitos de privacidade e dos direitos de segurança dos dados para a IA é incorporada e mantida pelos indivíduos que concebem, utilizam e supervisionam os sistemas de IA para controlar a segurança, a especificidade e o intercâmbio de informações digitais pessoais. Evidências de suporte: documentação sobre os riscos de segurança de dados partilhados de IA e sua mitigação; dados de monitorização do risco e segurança da IA.
Nível 1 – Inicial: Não existem direitos, abordagens e normas de privacidade e de segurança de dados específicos da IA para a segurança individual, o controlo, a segurança e a especificidade na troca de informações digitais. Nível 2 – Comprometido: Estão a ser desenvolvidos direitos, abordagens e normas de privacidade e segurança dos dados específicos da IA para o controlo individual da segurança, especificidade e intercâmbio de informações digitais; Nível 3 – Definido: Encontram-se definidos e aprovados direitos, abordagens e normas de privacidade e segurança de dados específicos da IA para o controlo individual da segurança, especificidade e intercâmbio de informações digitais; Nível 4 – Gerido: São geridos e monitorizados os direitos, as abordagens e as normas de privacidade e de segurança dos dados específicos da IA para toda a organização, para o controlo individual da segurança, da especificidade e do intercâmbio de informações digitais; Nível 5 – Otimizado: Em toda a organização, são melhorados e otimizados os direitos, abordagens e normas de privacidade e segurança de dados específicos da IA para o controlo individual da segurança, especificidade e intercâmbio de dados digitais, com base nas tendências dos dados. Comentário:
Governança dos dados de IA. Existem processos de gestão do desempenho e da conformidade dos dados de IA para evitar a distorção dos dados e garantir disponibilidade, facilidade de utilização e integridade dos dados nos sistemas de IA. Evidências de suporte: documento de governação dos dados e <i>Standard Operating Procedures</i> (SOPs); entidade de governação dos dados de IA; resultados da auditoria dos dados de IA; listas de verificação de padrões de dados de IA; padrões e processo de verificação da qualidade dos dados de IA.
Nível 1 – Inicial: Não existe uma estrutura de governação, auditorias, processos e normas de IA em vigor; Nível 2 – Comprometido: Foram iniciados a governação e os processos de IA para orientar e supervisionar a forma como a IA é desenvolvida e utilizada; Nível 3 – Definido: A governação e os processos de IA são estabelecidos, os responsáveis são identificados e as auditorias encontram-se implementadas e são utilizadas; Nível 4 – Gerido: A governação da IA é levada a cabo de forma rotineira e a participação é representativa da entidade organizacional. As métricas são recolhidas de forma consistente e informam sobre a adesão às normas definidas; Nível 5 – Otimizado: A governação da IA está ativamente empenhada em melhorar o desenvolvimento e utilização de soluções de IA através da reavaliação das normas, processos, políticas e procedimentos existentes. Comentário:
Responsabilidade
Responsável, governável e contestável. Existem formas de supervisão e governação de modo a garantir a conformidade regulamentar e organizacional do desenvolvimento e dos resultados do sistema de IA, incluindo processos atempados de responsabilização e para permitir contestações/recursos à utilização e aos resultados. Evidências de suporte: estrutura para a identificação fácil de normas e políticas de uso responsável regulatório e organizacional; política/estrutura para identificação de decisões e operações que nunca devem ser delegadas à IA; processo para contestar/questionar/recorrer de resultados de soluções de IA, viés, etc.; processos de aplicação, conformidade e responsabilização pelo uso responsável, dados ou algoritmos utilizados no desenvolvimento de sistemas de IA.
Nível 1 – Inicial: Não existe um processo de governação da utilização responsável para a responsabilização e para garantir a conformidade regulamentar e generalizada dos resultados das soluções de IA, incluindo indicadores de enviesamento dos dados e a capacidade de contestar os resultados; Nível 2 – Comprometido: A governação da utilização responsável e a aplicação de abordagens responsáveis, contestáveis e de conformidade estão em curso; Nível 3 – Definido: Estão em vigor práticas de governação, conformidade e aplicação de utilização responsável para soluções de IA responsáveis e contestáveis; Nível 4 – Gerido: A utilização responsável da IA é generalizada e rotineiramente utilizada com governação, e estão em vigor práticas de aplicação para monitorizar, comunicar e aplicar soluções de IA responsáveis e contestáveis; Nível 5 – Otimizado: A utilização responsável da IA é generalizada a toda a organização e aplicada de forma rotineira, e as abordagens de responsabilização, contestação e conformidade são melhoradas com base nos dados e tendências de governação e responsabilização. Comentário:



Apêndice D – Análise de conteúdo das entrevistas

Quadro 13 – Análise de conteúdo das entrevistas

OE1 - Analisar a aplicação da IA em ambiente interno ao Exército				
Dimensão	Indicador	Entidade	Unidade de registro	Conceitos-chave
Organização	Plano estratégico	E2	“Existem documentos formais, mas não temos doutrina definida. É uma das preocupações, por isso, nomeámos o nosso Brigadeiro para liderar a edificação dessa doutrina, que está a ser desenvolvida pela Divisão de Inovação e Doutrina do Estado-Maior do Exército.”	Ausência de doutrina específica; existência de documentos formais; nomeação de assessor (Brigadeiro) para desenvolver doutrina de IA
		E1	“As tecnologias de IA estão inseridas, como outras tecnologias emergentes, na Estratégia de Inovação do Exército, não tendo sido à data da sua elaboração considerada a necessidade de concretizar uma estratégia dedicada a cada uma delas.”	IA incluída na estratégia de inovação existente; inexistência de estratégia dedicada exclusivamente à IA
		E3	“Embora ainda não exista explicitamente um plano estratégico ou uma doutrina de IA no Exército, existem várias iniciativas e documentos que demonstram um compromisso com a inovação tecnológica e a aplicação da IA. Neste âmbito, a IA tem, nos últimos anos, uma importância acrescida, como atesta a nomeação de um Assessor de S. Exa. o General CEME, para a IA.”	Inexistência de plano estratégico formal; compromisso evidenciado em iniciativas; IA com importância crescente (nomeação de assessor para IA)
	Parcerias	E1	“Sim. Depois de um projeto inicial de prova de conceito em 2024, no âmbito do Pessoal, efetuado com a Microsoft e com a Universidade do Minho, foi já este ano aprovado o financiamento para o desenvolvimento de uma plataforma de software que integra Modelos de <i>Large Language Models</i> (LLM), com técnicas de <i>Retrieval Augmented Generation</i> (RAG) e visualizações baseadas em grafos. [...] O projeto destaca a transparência, a precisão contextual e a conformidade com normas de privacidade, como o RGPD.”	Colaboração com indústria (Microsoft) e academia (Universidade do Minho); financiamento aprovado para plataforma de IA (LLM+RAG); ênfase em transparência e conformidade (RGPD)
		E3	“Existem diversas parcerias no âmbito da IA envolvendo as FA, o MDN, outras entidades governamentais, a indústria, universidades e centros de investigação e desenvolvimento. Estas colaborações visam reforçar as capacidades tecnológicas e de defesa do país.”	Parcerias amplas (FFAA, MDN, governo, indústria, academia); cooperação para reforço de capacidades tecnológicas e de defesa
		E6	“Conheço o projeto da Lei de Programação Militar (LPM) AMIDA-UT. O Multinational Co-Production Program (MGCP) também tem sido desenvolvido no Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) em cooperação com a ESRI. Dentro da comunidade MGCP existem vários parceiros a desenvolver aplicações de IA com empresas, financiando-as para tal. Os seus resultados têm sido partilhados nas várias reuniões técnicas e plenárias[...] O CIGeoE também tem tido os seus alunos da faculdade a desenvolver temas nesta área.”	Participação em projetos (AMIDA-UT); cooperação com empresa (ESRI) no MGCP; parcerias internacionais no âmbito MGCP; colaboração académica (alunos a desenvolver projetos IA)
	Cultura	E2	“A organização ainda não tem plena consciência das transformações que a inteligência artificial pode trazer. No entanto, já existem aplicações diárias em uso[...] É uma preocupação ser colocada informação no exterior, faz sentido utilizar uma solução nossa on-premises por motivos de segurança. [...] A nossa cultura organizacional não é muito tolerante ao risco, e não vejo muita vontade de adaptação. No entanto, considero que essa adaptação é absolutamente necessária.”	Consciência limitada do impacto da IA; uso informal de ferramentas de IA no dia-a-dia; preocupação com segurança de dados (preferência por soluções internas); cultura pouco tolerante ao risco; necessidade urgente de mudar mentalidades
		E1	“[...] temos toda a plena consciência que ainda nos encontramos com níveis de maturidade extremamente baixos referentes à adoção destas tecnologias, especialmente se considerarmos o nível de ambição de curto e médio prazo em que estamos a trabalhar em 2025. [...] Existe sempre riscos associados à adoção tecnológica, sendo que neste caso em concreto, assume particular relevância assegurar desde o início a existência de mecanismos de governação e de controlo sobre a tecnologia, bem como a garantia da sua utilização de forma a preservar não apenas questões de cumprimento da legislação em vigor, mas de elementares questões de ética e bom senso.”	Aceitação incipiente da IA (maturidade baixa); consciência do baixo nível de adoção; reconhecimento dos riscos; importância de mecanismos de governação, controlo e ética desde início
		E3	“A integração de IA no Exército ainda está em desenvolvimento, e a aceitação dessa tecnologia tem sido gradual, com um foco claro na inovação e modernização das capacidades militares. A cultura dentro do Exército em relação à IA e às mudanças associadas está a ser trabalhada através de uma combinação de fatores [...] à medida que a modernização e a inovação tecnológica se tornam uma prioridade estratégica, o Exército tem trabalhado para desenvolver uma cultura mais adaptativa e uma gestão cuidadosa do risco, com vista a permitir a preparação e aceitação das mudanças que a IA pode implicar.”	Aceitação gradual da IA; foco em inovação e modernização; esforços para uma cultura mais adaptativa; gestão de risco ponderada para aceitar mudanças da IA
		E6	“No CIGeoE já existe a noção que em algumas tarefas é benéfica o seu desenvolvimento e aplicação. Tal se verifica na cadeia de produção sistemática assim como na componente de apoio operacional. [...]. Todos os resultados têm de ser sujeitos a um	Reconhecimento local dos benefícios (CIGeoE); adoção prática em processos produtivos; forte enfoque no controlo de qualidade dos



Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança

		controle de qualidade antes de serem utilizados em fases subsequentes[...] Para tal as metodologias de trabalho e <i>workflows</i> implementados têm de ser ajustados.”	resultados; necessidade de ajustar normas e <i>workflows</i> para mitigar riscos de qualidade
Estrutura Organizacional	E1	“Não, é trabalho em curso neste ano 2025.”	Estruturas e processos de IA ainda em desenvolvimento (trabalho em progresso)
	E3	“O Exército está em processo de integração de tecnologias emergentes, como a IA, sendo que o grau de formalização, documentação e execução das estruturas, cargos e processos de IA ainda está em desenvolvimento. No entanto, há algumas tendências e iniciativas que sugerem que processos e estruturas para lidar com IA estão a ser implementados gradualmente [...]”	Integração da IA ainda incipiente; estruturas e cargos de IA não formalizados; progressos graduais indicam início de implementação de processos e estruturas dedicados
	E6	“No MGCP, com a fase de aplicação em larga escala na cadeia de produção, pretende-se que cada operador tenha uma instrução de trabalho a indicar os passos a seguir e verificação/validações a realizar. Os modelos são treinados pelos especialistas (Engenheiros), sendo aplicados pelos operadores sem necessidade de compreensão do seu funcionamento e aplicação.”	Implementação de IA integrada num processo (MGCP) com papéis definidos: especialistas treinam modelos; operadores aplicam-nos seguindo instruções (sem precisar entender o funcionamento interno)
	E4	“Embora existam iniciativas que demonstrem um compromisso com a modernização tecnológica (neste propósito os relacionados com a ciberdefesa e a criação do CEMTEX), desconheço a existência de processos diretamente relacionados com a IA no Exército.”	Compromisso com modernização (ex.: ciberdefesa, CEMTEX); ausência de processos específicos de IA identificados na estrutura atual do Exército
Desenvolvimento da força de trabalho	E2	“Não. Considero que é necessário formarmos rapidamente e em força nesta área. [...] rever currículos para começarmos a formar cientistas de dados e não apenas engenheiros de telecomunicações e precisamos de desenvolvimento e de formação a todos os níveis, não só na parte técnica, mas também ao nível dos próprios decisores, criar uma sensibilização para os impactos que a inteligência artificial poderá ter[...]”	Inexistência de diretriz específica; necessidade urgente de capacitação em IA; revisão de currículos (formação de cientistas de dados); formação abrangente (técnicos e decisores); sensibilização de líderes para impactos da IA
	E1	“Nesta fase, apenas foi nomeado, em janeiro deste ano (2025), o assessor de S. Exa. o General CEME para a estratégia organizacional de IA no Exército. [...] Como tecnologia emergente que é e reforçado ainda pelo seu caráter disruptivo, a sua aplicação em termos militares será naturalmente igualmente abrangente, pelo que: o EME, através da DID, no planeamento e supervisão das atividades de inovação neste âmbito [...] contando com o CINAMIL para o desenvolvimento de conhecimento e o CEMTEX para apoio ao desenvolvimento tecnológico [...] possibilitando à DPMT/EME o conhecimento indispensável à planificação da sua adoção futura.”	Nomeação de assessor para estratégia de IA; uso de estruturas existentes: DID (planeamento e supervisão), DCI (implementação técnica), CINAMIL (desenvolvimento de conhecimento), CEMTEX (experimentação tecnológica), CCTSC (simulação e certificação); possíveis grupos de trabalho multidisciplinares; necessidade de adequar estruturas orgânicas para criar e manter competências em IA
	E3	“Conforme exposto na resposta à questão 4.a.(1), existe o Despacho n.º 235/2025 de S. Exa. o General CEME, que nomeia um Assessor para a IA, para a Estratégia Organizacional no âmbito da aplicação da IA no Exército. [...] Sim, estão preparados, devendo ser garantida a necessária formação específica em ferramentas de IA, o que inclui a iniciativa estratégica, criação de um <i>Bootcamp de Machine Learning</i> , financiada através da LPM, Linha de Inovação, Projeto Conjunto 14, centrado no EMGFA.”	Despacho formal nomeando Assessor de IA; estruturas de <i>workforce</i> podem aproveitar unidades existentes (DID, DCI, CINAMIL, CEMTEX, CCTSC) coordenadas; existência de alguns recursos humanos preparados, mas exigindo formação específica (ex.: <i>bootcamp de Machine Learning</i> financiado pela Lei de Programação Militar)
	E6	“[...] Do meu ponto de vista[...] julgo que os especialistas de IA devem manter-se nos nichos de aplicação em pequenas equipas de desenvolvimento. Por exemplo, no CIGeoE faz todo o sentido existir uma equipa multidisciplinar[...] desenvolvendo soluções inovadoras e com aumento de produtividade[...] Estes elementos só fariam este tipo de tarefas técnicas, dada a elevada tecnicidade, especificidade e difícil curva de aprendizagem.”	Abordagem descentralizada sugerida (equipas especializadas por nicho funcional, ex.: equipa IA no CIGeoE); equipas multidisciplinares focadas em tarefas técnicas específicas; necessidade de alta especialização e dedicação exclusiva
	E5	“Sim, diria até que é fundamental criar um grupo de trabalho, evitando que o Exército se atrase face a outros Exércitos/FFAA[...] As atividades de desenvolvimento demoram tempo e consomem recursos, mas são fundamentais para absorver conhecimento para a instituição. [...] Sim. Mesmo quem tem formação técnica na área das engenharias necessita de atualizar os conhecimentos nesta área[...] A evolução na área da IA tem sido muito rápida[...] requer muito estudo e formação. Para os elementos da instituição não técnicos, essa formação deve ser ao nível da utilização dos sistemas com IA, por forma a tirar o máximo rendimento[...] com uma utilização segura e responsável.”	Criação de grupo de trabalho de IA considerada fundamental (para não ficar atrás de outras entidades); importância da formação contínua – mesmo técnicos precisam atualização constante, não técnicos devem ser formados para uso eficaz e seguro de sistemas com IA
	E4	“[...] sob a liderança da DID, empregando as capacidades disponibilizadas pela DCI e as da academia, com o CINAMIL, empregando o CEMTEX para a intervenção da indústria e sua experimentação, empregando o CCTSC para apoio a essa experimentação em ambiente militar, culminando com a sua validação operacional, promovendo a empregabilidade. [...] Desconhecendo em concreto a real e especialização e disponibilidade de alguns quadros, posso afirmar que não existem quadros (militares/civis) preparados para desenvolver, no patamar que é exigido, a área da IA. A implementação de IA requer investimentos significativos não apenas em tecnologia, mas também na formação e treino. É por isso necessário promover a capacitação humana, garantindo formação adequada, aos vários níveis, incluindo o operacional. Considero que o sucesso do desenvolvimento da IA dependerá da alocação à causa de capital humano e sua formação adequada.”	Coordenação interdepartamental sugerida (DID a liderar, DCI e Academia Militar/CINAMIL fornecem capacidades, CEMTEX e CCTSC para experimentação e validação operacional); inexistência de pessoal plenamente preparado atualmente; necessidade de investir fortemente em capacitação e formação do capital humano em todos os níveis



Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança

Tecnologia	Plataformas de IA	E2	“É assim, temos um conjunto finito, como digo, temos aqui um piloto interno que nos vai permitir fazer um laboratório ao nível de LLMs. Se nós obviamente vamos ter a capacidade de ter uma solução on-premises que possa competir com soluções de <i>cloud providers</i> , obviamente que não, mas podemos ter aqui a capacidade para criar essa aprendizagem.”	Infraestrutura tecnológica limitada; existência de projeto piloto (laboratório interno de LLM <i>on-premises</i>); incapacidade de igualar plataformas de cloud pública; enfoque em aprendizagem interna incremental
		E1	“Ainda não, estamos presentemente a levantar essas condições. Temos uma infraestrutura de comunicações e sistemas de informação híbrida própria, on-premises e com ligação à <i>cloud Azure</i> , mas que não está preparada ainda para a implementação destas tecnologias de IA. Estamos a elevar o nosso conhecimento através dos projetos em execução[...] e do projeto piloto[...] onde se adquiriu hardware específico para desenvolver um protótipo onde testaremos opções de utilização de software aberto e validaremos os estudos iniciais, de forma a estruturar o <i>roadmap</i> para a adoção destas tecnologias de IA no Exército.”	Condições tecnológicas ainda por reunir; infraestrutura híbrida atual (<i>datacenter</i> próprio + ligação à <i>cloud</i>), ainda não preparada para IA; projetos-piloto em curso (com academia e hardware dedicado) para ganho de experiência; plano de criar roteiro de adoção de IA baseado nesses pilotos
		E3	“Até o momento, não existe uma arquitetura definida e centralizada disponível, especificamente focada no desenvolvimento, integração e funcionamento de soluções de IA.”	Inexistência de arquitetura tecnológica dedicada a IA; ausência de plataforma centralizada para desenvolvimento e integração de IA (por enquanto)
Processos	Inovação	E1	“Neste momento apenas a nível de projeto, com os respetivos casos de uso levantados, abrangendo: Recurso a IA no “ <i>tactical edge</i> ” com sistemas de orquestração de assistentes/agentes de IA recorrendo a LLM e técnicas de RAG[...] ao nível das operações correntes (redução de risco de fraticídio integrando dados de comunicações de voz e sistemas de C2, utilização de imagem, áudio e vídeo em apoio a reconhecimento e <i>targeting</i>); e ao nível dos planos, com integração e análise permanente dos produtos de Estado-Maior ao longo de todo o processo de planeamento, identificando potenciais lacunas e fornecendo contributos.”	Projetos de inovação em fase inicial (casos de uso identificados ~30); cenários de aplicação prospetivos: operações táticas (redução do fraticídio, análise em tempo real de dados de voz, imagem, etc.), planeamento (análise automatizada de produtos de estado-maior, identificação de lacunas)
		E3	“No Exército existem esforços progressivos para integrar a IA nas operações militares, com foco em pesquisa, engenharia de sistemas, e conceção humano-máquina. O CINAMIL e o CEMTEX são exemplo de entidades que estão envolvidas na investigação, experimentação e aplicação de IA para melhorar a eficiência operacional e a capacidade de tomada de decisões.”	Iniciativas crescentes de integração da IA nas operações; participação de centros de investigação e experimentação (CINAMIL, CEMTEX); objetivo de melhorar eficiência operacional e apoio à decisão
		E4	“Sim, existe inovação de IA voltada para a integração da inteligência artificial nas operações por meio de processos estruturados.”	Existência de iniciativas de inovação orientadas para integrar IA em operações; abordagem através de processos bem definidos
	Utilização e Adoção	E1	“[...] existem ainda apenas nas propostas de projeto identificados, cerca de 30 no total[...] No final deste ano esperamos estar em condições de ter os primeiros sistemas em produção, podendo a partir daí começar a avaliar o impacto e resultado da sua adoção. [...] estou certo de que será uma realidade a muito curto prazo, designadamente em tudo o que sejam tarefas executadas de forma acrítica[...] Mais do que otimizar, vai realmente permitir alavancar a transformação digital em curso[...] saltos muito significativos na qualidade final[...] e no tempo de execução. Mas é certo que teremos o desafio[...] de nos dotarmos de novas competências[...] assegurando a nossa ação primordial na sua correta utilização e controlo.”	Utilizações de IA identificadas (~30 casos) mas ainda não implementadas; expectativa de ter sistemas operacionais até final do ano; forte convicção nos benefícios (aceleração da transformação digital, grandes ganhos de eficiência e qualidade); reconhecimento dos desafios (necessidade de adquirir competências e manter controlo humano)
E3		“A integração de IA nos fluxos de trabalho está a ser desenvolvida para gerar resultados estratégicos concretos, como o aumento da eficiência, melhoria da coordenação das operações, e maior capacidade de resposta a situações dinâmicas. [...] é essencial que o Exército documente e formalize a integração de IA nos seus processos. [...] A adoção e uso da IA no Exército tem um enorme potencial para otimizar tanto a componente operacional, quanto a componente de gestão, trazendo benefícios significativos em termos de eficiência, precisão, tomada de decisão e segurança.”	IA em integração nos processos de trabalho visando resultados estratégicos (eficiência, coordenação, capacidade de resposta); necessidade de documentação e formalização dos processos de IA para sustentabilidade; forte potencial de otimização operacional e de gestão (mais eficiência, precisão, melhores decisões, maior segurança)	
Dados	Arquitetura	E2	“[...] migrámos e neste momento, temos os nossos dados da logística e os nossos dados de pessoal todos no SIG. Ou seja, neste momento já temos uma plataforma de dados comum à Defesa que nos permite ter aqui um leque de dados consolidado.”	Existência de plataforma de dados unificada a nível Defesa (SIG) abrangendo logística e pessoal; consolidação centralizada de dados como base para IA
		E1	“Ainda não chegámos lá. Apenas ao nível do CmdPess se efetuou algum trabalho nesta área com vista à utilização de ferramentas de IA, mas focado apenas no âmbito de documentação de carácter administrativo.”	Arquitetura de dados de IA comum ainda inexistente; primeiros passos limitados a iniciativas isoladas (ex.: dados administrativos no Comando de Pessoal)
		E3	“Até o momento, não existe uma arquitetura definida de dados de IA comuns. Uma arquitetura de dados de IA eficaz permitirá ao Exército otimizar operações, melhorar a capacidade de decisão e garantir que as tecnologias emergentes sejam aproveitadas de forma segura e eficiente.”	Inexistência de arquitetura unificada de dados para IA; reconhecimento da necessidade de uma arquitetura de dados para aproveitar IA de forma eficaz e segura
Segurança	E2	“Vamos tentar fazê-lo, até porque estamos e vamos utilizar soluções on-premises, sim, para já.”	Preocupação com segurança de dados; opção por soluções on-premises internas para garantir privacidade no uso de IA	



Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança

Governação dos dados	E1	“Tem sido assegurada de forma casuística, nos projetos de investigação efetuados e nos projetos piloto em curso, estando a ser avaliados e incorporados os requisitos para assegurar a conformidade futura com as mais recentes determinações e regulamentos europeus e nacionais neste domínio.”	Segurança e privacidade tratadas caso a caso em projetos; inclusão progressiva de requisitos para conformidade com regulamentos (europeus e nacionais)	
	E3	“A segurança e privacidade dos dados são aspetos críticos e, sem dúvida serão sempre tidos em consideração e incorporados nos sistemas de IA utilizados pelo Exército.”	Reconhecimento da criticidade de segurança e privacidade; garantia de que estes aspetos serão sempre considerados na implementação de sistemas de IA	
	E2	“Não.”	Inexistência de estrutura/processos de governação de dados de IA (ainda não estabelecidos)	
	E1	“Existe uma estrutura de governação de dados, mas como referi no ponto anterior, ainda não está adaptada a projetos específicos de IA.”	Estrutura geral de governação de dados existe; não ajustada ainda para abranger dados e requisitos específicos de IA	
	E3	“Apesar de ainda não se encontrar estabelecida oficialmente, as boas práticas de governação de dados adotadas serão tidas em consideração neste processo.”	Estrutura formal de governação de dados de IA ainda não definida; compromisso de aplicar boas práticas de governação de dados existentes ao contexto de IA	
Responsabilidade Responsável, governável e contestável	E2	“Esta pergunta não se pode colocar nesta fase.”	Inexistência de mecanismos de supervisão e responsabilização específicos para IA (ainda não desenvolvidos dada a imaturidade)	
	E1	“Ainda não foram adaptados os mecanismos de supervisão e de governação para a utilização de tecnologias de IA, mantendo-se as existentes, associadas aos diferentes processos do esforço de digitalização do Exército nas suas diferentes áreas funcionais.”	Ausência de adaptação específica de mecanismos de governação para IA; atualmente aplicam-se apenas as estruturas de controlo já existentes da transformação digital	
	E3	“No Exército é fundamental que haja formas claras de supervisão e governação para garantir que o desenvolvimento e os resultados dos sistemas de IA estejam em conformidade com as normas e regulamentos aplicáveis, além de permitir processos de responsabilização e contestação.”	Necessidade crítica de mecanismos claros de supervisão e governação para IA; garantir cumprimento das normas e possibilidade de responsabilização e contestação dos resultados	
	E4	“Devem existir formas de supervisão e governação para garantir a conformidade regulamentar e organizacional no desenvolvimento e nos resultados de sistemas de IA. Essas formas devem incorporar vários aspetos, nomeadamente transparência, responsabilização e provavelmente a possibilidade de objeção.”	Necessidade de governança para uso responsável da IA; requisitos: transparência dos sistemas, mecanismos de responsabilização e possibilidade de contestar os resultados	
OE2 - Analisar a aplicação da IA em ambiente externo ao Exército				
Dimensão	Indicador	Entidade	Unidade de registo	Conceitos-chave
Desenvolvimento e adoção	Contributos	E10	“[...] foi criado o Grupo de Trabalho para Desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA) [...] que permitiu acelerar a implementação de um plano estratégico para a integração da IA, bem como identificar as necessidades operacionais e áreas-chave de aplicação da IA no contexto militar, como análise de dados, logística, cibersegurança e operações autónomas [...], evidenciando o papel estratégico da IA nas operações militares e na segurança nacional [...]”	Grupo de Trabalho de IA; Plano estratégico; Identificação de necessidades operacionais; Áreas-chave de aplicação (dados, logística, cibersegurança, operações autónomas)
		E8	“Ainda não foi desenvolvida no EMGFA documentação estruturante sobre Inteligência Artificial. Não obstante [...] encontra-se em curso o desenvolvimento de um Plano de Ação para a Transformação Digital, assente em 4 pilares – Pessoas, Processos, Tecnologia e Dados [...] Entre outras ações [...] encontra-se a implementação de capacidades analíticas e de automação fazendo uso da Inteligência Artificial, assim como a promoção de programas de formação [...] e a cooperação com a Indústria e a Academia.”	Plano de Ação de Transformação Digital; Pilares (Pessoas, Processos, Tecnologia, Dados); Capacidades analíticas e automação (com IA); Formação em competências digitais; Cooperação Indústria/Academia
		E13	“ <i>Si existen diversas iniciativas [...] Se han establecido estructuras de coordinación y apoyo, como el Grupo de Trabajo Permanente de Inteligencia Artificial (GTPIA), cuya función es impulsar y coordinar el desarrollo, seguimiento y control de la Estrategia de IA del Ministerio de Defensa. Además, se ha creado la Red de Centros de Referencia de IA para coordinar esfuerzos en la investigación y aplicación de la IA en el ámbito militar.</i> ”	Grupo de Trabalho Permanente de IA (GTPIA); Estratégia de IA do Ministério da Defesa; Rede de Centros de Referência de IA; Coordenação de investigação e aplicação
		E15	“ <i>[...] we strongly believe in AI as an EDT as well as an enabler of other EDTs. Therefore, the experimental activities we conducted so far are: – a multi-year Concept Development and Experimentation (CD&E) Campaign on Robotic Autonomous Systems [...]; – an experimentation campaign on biotechnologies (i.e.: wearables) [...]</i> ”	Atividades experimentais; Campanha CD&E (sistemas robóticos autónomos); Experimentação em biotecnologias (wearables); IA como tecnologia disruptiva transversal
		E11	“A Força Aérea encontra-se, ao nível dos processos administrativos, a adotar, no âmbito de um projeto piloto, o Copilot integrado na suite Office 365.	Projeto piloto (Copilot no Office 365)



Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança

Dificuldades	E9	“A adoção da IA decorre nas seguintes dimensões: Pessoas: Empenhamento de pessoas com formação específica na área da IA (Mestrado); Criação do Grupo de Trabalho para o desenvolvimento da inteligência artificial [...] com a missão de identificar áreas de aplicação de IA dentro da Marinha, definir o emprego de IA [...] Tecnologia: Aquisição de hardware específico (GPU) para criação de uma capacidade mínima ‘on-premises’ de prototipagem e experimentação de soluções para os casos de uso mencionados [...]”	Recursos humanos especializados (Mestrados); Grupo de Trabalho de IA (Marinha); Aquisição de hardware (GPU) on-premises; Capacidade de prototipagem e experimentação; Identificação de áreas de aplicação
	E12	“We are establishing an AI centre of excellence, to formalise the existing expertise and capabilities in NCLIA. We have established computing environments [...] This is being replicated in the cloud (for low sensitivity use cases) and on premise (for high sensitivity cases).”	AI Centre of Excellence; Ambientes computacionais dedicados; Sandbox de IA; Infraestrutura híbrida (cloud vs on-premises); Formalização de expertise interna
	E7	“[...] recentemente estabelecemos uma parceria com a Universidade Nova na área de Business Intelligence. Desenvolvemos um projeto para estruturar uma arquitetura de dados para a Defesa, o que pode ser útil para futuras iniciativas de IA.”	Parceria académica (Univ. Nova); Projeto de arquitetura de dados; Base para iniciativas de IA; Modernização da gestão de informação
	E17	“O Cisco AI Defense[...] permite endereçar dois grandes Use Cases: Proteção e controlo na utilização de ferramentas externas de AI (ChatGPT, Gemini, Deepseek, etc.) e Proteção de soluções baseadas em AI desenvolvidas pela organização.”	Cisco AI Defense; Controle de uso de IA externa (ChatGPT, etc.); Proteção de soluções internas de IA; Segurança e governação de IA
	E19	“A modernização do sistema de gestão documental através da introdução de funcionalidades baseadas em Inteligência Artificial representa uma oportunidade estratégica para melhorar a organização, acessibilidade e eficiência dos processos.”	Modernização da gestão documental; Funcionalidades de IA; Melhoria de organização e acessibilidade; Aumento de eficiência processual; Oportunidade estratégica
	E14	“Cooperate with academia and industry is key [...] An AI SME community within the IT-branch, with dedicated posts and functions related to future technology topics, was key to [...] engage with this new technology. [...] Organizational norms, that allow a risk-tolerant culture, would potentially be beneficial.”	Parcerias com academia e indústria; Comunidade interna de especialistas em IA; Cultura organizacional tolerante ao risco; Infraestruturas tecnológicas de suporte
	E16	“A formal AI Strategy exists [...] One key element is the establishment of the AI Implementation Center. [...] The strategy includes cooperation with industry, academia, and research institutions to ensure synergy, talent exchange, and verification of commercial AI solutions for military use. [...] The core of the AI Implementation Center will be specialists from the Cyber Command. In addition, talent is being acquired from the market and universities. [...] We use a hybrid approach. Some AI solutions operate on secure on-premises systems, [...] at the same time, cloud platforms are often used for experimenting with different models and testing new AI capabilities.”	Estratégia de IA formal até 2039; Criação de Centro de Implementação de IA; Parcerias com indústria, academia e centros de investigação; Recrutamento e formação de especialistas (Comando de Ciber); Abordagem híbrida (sistemas on-premises seguros e cloud)
	E20	“Centralizar e integrar dados de diversas fontes, facilitando a análise e a tomada de decisões [...] Automatizar processos de análise de dados, reduzindo o tempo e os recursos necessários [...] melhorar a precisão e a eficiência na gestão de dados”	Centralização de dados para melhor decisão; Automatização da análise de dados (ganho de tempo e recursos); Melhoria da precisão e eficiência na gestão de informação
	E18	“Existem parcerias com universidades e centros de investigação. A Thales participa nos grupos de trabalho de I&D da NATO (STO) e da UE (EDA CapTechs). [...] O Grupo Thales conta com acerca de 100 doutorandos na área de IA e 600 especialistas em IA. A Thales investe anualmente cerca de 4 Biliões de euros em I&D parte dos quais em IA.”	Parcerias com universidades e centros de investigação; Participação em grupos NATO STO e UE EDA; Comunidade interna de IA (centro de excelência “IA Factory” com ~100 doutorandos e 600 especialistas); Investimento significativo em I&D em IA (4 mil milhões €/ano)
	E10	“[...] existem determinados desafios a enfrentar [...] entre os quais se pode enumerar: Ética e responsabilidade, garantindo que a IA não seja utilizada para discriminar ou violar direitos humanos [...]; Segurança e confidencialidade, ao assegurar que os sistemas de IA sejam seguros e confiáveis [...]; Integração com os sistemas existentes de forma eficiente e eficaz.”	Considerações éticas no uso de IA; Segurança e confiabilidade dos sistemas; Confidencialidade de dados; Integração em sistemas legados
	E13	“La estrategia del dato y su gobernanza es quizá uno de los desafíos más complejos a los que se enfrenta el Ministerio de Defensa [...]”	Governança de dados; Complexidade elevada; Desafio estratégico; Dificuldade em gerir dados para IA
	E15	“As already stated, ITA Army has not yet undertaken any definitive step in the field of AI. The real challenge lies in creating a socio-technological ecosystem in which AI acts as a multiplier of human intelligence, not a substitute for it.”	Fase inicial (ausência de passos concretos); Necessidade de ecossistema socio-tecnológico; IA como complemento (não substituição); Mudança cultural e organizacional
	E11	“A inexistência de um backbone digital limita a completa exploração do potencial das tecnologias de IA. Contudo [...] serão necessários vários milhões de euros de investimento, que somente fazem sentido no âmbito da Defesa como um todo.”	Ausência de infraestrutura digital (backbone); Limitação na exploração de IA; Necessidade de investimento avultado; Abordagem integrada na Defesa
	E9	“[...] foram identificados os seguintes desafios: Gestão de Pessoas: Dificuldade em assegurar a permanência de pessoas com qualificações na área da IA [...]; Processos: Análise, seleção e priorização dos processos organizacionais passíveis de serem transformados através da IA [...]; Tecnologia: Selecionar a tecnologia adequada [...] assegurando a sua integração[...]; Dados: Identificar as fontes, assegurar a [...] disponibilização de dados com a qualidade adequada [...]”	Retenção de talento especializado; Priorização de processos a automatizar; Escolha e integração de tecnologias; Qualidade e gestão de dados



Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança

		E12	<i>“Challenges: Hype from industry offering unrealistic visions of the future, coupled with lack of knowledge at senior levels. Scale of resources needed to develop and deploy AI at scale. Challenges of security accreditation for complex AI systems.”</i>	Expectativas ilusórias do mercado; Desconhecimento ao nível superior; Recursos intensivos necessários; Acreditação de segurança complexa
		E7	<i>“[...] a maioria não tem financiamento, pois a Defesa Nacional ainda não conta com fundos do PRR para TI e IA. Isso é um grande desafio, pois estas tecnologias exigem investimento e parcerias.”</i>	Falta de financiamento específico; Ausência de fundos PRR; Necessidade de investimento; Importância de parcerias
		E14	<i>“Government and procurement processes cannot keep up with the speed of technological development [...] Slow adaptation to technology trends and disruptive technologies.”</i>	Processos governamentais e de aquisição muito lentos; Dificuldade em acompanhar o ritmo da evolução tecnológica e inovações disruptivas
		E16	<i>“However, challenges include scalability and the need to run AI solutions on-premises in classified systems. This requires proper infrastructure and meeting strict security requirements.”</i>	Escalabilidade das soluções; Necessidade de executar IA em sistemas classificados (<i>on-premises</i>); Infraestruturas adequadas; Requisitos de segurança rigorosos
Projetos e casos de estudo	Objetivo	E10	<i>“No caso de Video analytics o caso de uso assenta na deteção, reconhecimento e identificação de contactos de interesse (COI) no mar e em terra.”</i>	Videovigilância inteligente; Identificação de contactos de interesse; Domínios marítimo e terrestre; Melhoria da consciência situacional
		E8	<i>“Cibersegurança - Deteção, análise e resposta a ameaças cibernéticas – integração de inteligência artificial para automatizar processos, permitindo uma resposta rápida e eficiente.”</i>	Projeto de Cibersegurança; Deteção e resposta automática; Análise de ameaças com IA; Rapidez e eficiência na mitigação
		E13	<i>“[...] SIPLOC, una herramienta que emplea IA para la planificación y optimización de obstáculos de combate, desarrollada en colaboración con la Universidad de Cantabria.”</i>	Projeto SIPLOC; Planeamento de obstáculos de combate; Otimização com IA; Colaboração universidade
		E15	<i>“Objective: to assist the SO in producing clear and coherent content in order to speed up the work of the end user and by circumscribing [...] subsequent actions of simple supervision and possible synthetic refinement of the output [...]”</i>	Caso de uso (<i>Content Generation</i>); Assistência a oficiais (AGI+LLM); Acelerar produção de conteúdo; Supervisão mínima pelo humano
		E9	<i>“[...] casos de uso: Retrieval Augmented Generation (RAG) como ferramenta de apoio à decisão considerando diferentes bases de dados e tipologias de documentos”</i>	Caso de uso RAG; Apoio à decisão; Busca integrada em bases de dados; Síntese de informação multi-fonte
		E17	<i>“O Cisco XDR [...] utiliza engine de IA para conseguir, a partir de telemetria de múltiplas fontes, detetar e correlacionar eventos de segurança com vista a deteção de incidentes de segurança e apoiar no processo de mitigação [...]”</i>	Cisco XDR; Deteção correlacionada de ameaças; Telemetria multi-fonte; Identificação de incidentes
		E19	<i>“[...] um dos principais avanços será a classificação automática de documentos, permitindo que os documentos sejam organizados de acordo com o respetivo plano de classificação. Esta funcionalidade garantirá maior rigor na indexação e facilitará a recuperação de informação [...]”</i>	Projeto GESDOC AI; Classificação automática de documentação; Indexação rigorosa; Recuperação eficiente de informação
		E14	<i>“UAS swarm control and any aspect to increase UAS autonomous (except kinetic)”</i>	Controlo de enxames de <i>drones</i> (UAS) com maior autonomia (não cinética); Aumento da autonomia dos sistemas não tripulados
		E16	<i>“It uses AI mechanisms for image recognition with UAVs. Its primary function is the automatic creation of battlefield awareness”</i>	Reconhecimento automático de imagens (UAV) para criar conhecimento do campo de batalha; Aumento da consciência situacional
		E20	<i>“[...] a aplicação de IA para agilizar os processos de contratação.”</i>	Aplicação de IA para agilizar os processos de contratação (aquisições); Automação de procedimentos burocráticos
	E18	<i>“Dos vários destacam-se os seguintes: Cibersegurança, planeamento de operações (apoio à decisão), sensores de vigilância, comunicações.”</i>	Aplicações de IA em diversas áreas: cibersegurança; apoio à decisão no planeamento de operações; sensores de vigilância; comunicações	
	Estado	E10	<i>“R: Sim”</i>	IA já aplicada; Existência de processos com IA; Confirmação de uso atual
		E8	<i>“Ainda não foi desenvolvida [...] documentação [...] Não obstante [...] encontra-se em curso o desenvolvimento de um Plano de Ação [...]”</i>	Fase preparatória (planeamento); Sem documentação formal de IA; Plano de ação em desenvolvimento; Iniciativas embrionárias
		E13	<i>“Posteriormente, se están desarrollando proyectos piloto en áreas como la inteligencia [...] ISR, la optimización logística y la ciberseguridad, con el objetivo de validar las tecnologías antes de su despliegue a gran escala. En fases futuras, se espera consolidar la integración de la IA [...]”</i>	Projetos piloto em curso; Validação tecnológica prévia; Não implementado em larga escala (ainda); Integração futura planejada
		E9	<i>“[...] utilizando as premissas do AI Maturity Model da Gartner, avaliamos internamente que a Marinha se encontra numa fase ativa em evolução para a fase operacional.”</i>	Fase ativa de implementação; Evolução para operacionalização; Maturidade intermédia; Progresso contínuo
		E19	<i>“[...] a implementação destas inovações dependerá da aprovação do orçamento necessário para o seu desenvolvimento e integração.”</i>	Proposta pendente de aprovação; Dependência orçamental; Projeto em espera; Integração condicionada
E14		<i>“Applications are still under development.”</i>	Em desenvolvimento (fase de protótipo; ainda não aplicadas operacionalmente)	
		E16	<i>“[...] BMS LEGION battlefield management system, which is currently being deployed on various combat platforms.”</i>	Em fase de implementação (“ <i>deployment</i> ”) do sistema BMS LEGION em várias plataformas de combate



Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança

Benefícios	E10	“Tem-se vindo a verificar a vantagem da sua aplicabilidade [...] no ramo militar, através da automatização de processos, a capacidade de análise do grande volume de dados e o apoio nos processos de tomada de decisão num cenário operacional.”	Maior automatização; Análise de <i>big data</i> ; Decisões mais informadas; Ganho de eficiência operacional
	E13	“[...] <i>su integración como un multiplicador de capacidades para la toma de decisiones, la eficiencia operativa y la superioridad tecnológica en entornos multidominio.</i> ”	Melhoria na decisão; Eficiência operacional; Superioridade tecnológica; Capacidade multiplicada pela IA
	E15	“[...] <i>the system stored data useful for improving future proposals; and the basis for AGI and LLM suggestions and reasoning was updated, progressively improving the quality of the forecasts. The initial objective has been achieved, and the SO is satisfied with the work done.</i> ”	Melhoria contínua (aprendizagem); Qualidade de previsões aprimorada; Objeto atingido; Utilizador satisfeito
	E9	“Em virtude de a utilização da IA [...] ainda estar numa fase inicial, não é possível medir [...] os benefícios [...] Contudo, é expectável que traga benefícios na celeridade de processos e na contribuição para a redução de efetivos alocados a tarefas [...] automatizadas.”	Aumento da rapidez processual; Libertação de efetivos (redução de mão de obra); Automatização de tarefas burocráticas; Perspetiva de ganhos de eficiência
	E12	“ <i>Benefits: Where practical solutions are provided, users are generally extremely pleased and, in some cases, delighted with the impact that AI can bring.</i> ”	Utilizadores satisfeitos; Melhoria de desempenho percebida; Valor acrescentado nas funções; Feedback positivo
	E7	“Os benefícios incluem maior produtividade, acesso facilitado ao conhecimento, desburocratização e maior eficiência nas operações.”	Maior produtividade; Acesso ao conhecimento agilizado; Desburocratização; Eficiência operacional acrescida
	E17	“[...] a partir de telemetria de múltiplas fontes, detetar [...] eventos [...] com vista a deteção de incidentes [...] e apoiar no processo de mitigação de forma automatizada; adicionalmente, o Cisco XDR inclui um <i>AI Assistant</i> que apoia os analistas em toda a operação.”	Deteção e resposta automatizada; Mitigação imediata de incidentes; Assistência a analistas (<i>AI Assistant</i>); Operações de segurança mais eficazes
	E19	“[...] a IA poderá [...] gerar automaticamente resumos das reuniões [...] Com esta automatização, espera-se uma significativa redução no tempo necessário para a formalização de decisões e uma melhoria na qualidade dos registos institucionais.”	Redução do tempo de decisão; Melhoria da qualidade documental; Registos automatizados (atas); Eficiência administrativa
	E20	“A implementação destas soluções de IA pode transformar significativamente a forma como o Exército gere os seus dados e processos de contratação, aumentando a eficiência, reduzindo custos e melhorando a capacidade de resposta estratégica.”	Transformação dos processos de dados e contratação; Aumento da eficiência; Redução de custos; Melhoria capacidade resposta estratégica
	E18	“A nível interno, promoveram-se a agilização dos processos internos e aumento de produtividade com o suporte do ThalesGPT.”	Agilização de processos internos; Aumento de produtividade graças à utilização do ThalesGPT (ferramenta interna de IA)
Dificuldades	E10	“Integração com os sistemas existentes de forma eficiente e eficaz.”	Integração tecnológica; Interoperabilidade
	E15	“ <i>Foundation models require considerable hardware resources to operate effectively in the military context, and adequate computational power [...] The system should then maintain a computational buffer of 30% [...], to accommodate sudden load spikes [...]</i> ”	Exigência de recursos computacionais; Necessidade de hardware especializado; Capacidade extra (buffer); Cargas de pico imprevisíveis
	E11	“[...] ferramentas que recorrem a IA [...] possuem custos extremamente elevados e apenas poderão ser adotadas no âmbito de programas estruturais da LPM, como sejam o <i>Advanced Battle Management System (ABMS)</i> .”	Custos proibitivos; Dependência de programas estruturais (LPM); Investimento significativo; Limitações orçamentais
	E9	“Gestão de Pessoas: Dificuldade em assegurar a permanência de pessoas com qualificações na área da IA durante um período [...] de pelo menos 3 anos”	Retenção de especialistas; Rotatividade de pessoal; Continuidade dos projetos; Escassez de recursos humanos qualificados
	E12	“ <i>Challenges of security accreditation for complex AI systems.</i> ”	Homologação de sistemas de IA; Requisitos de segurança rigorosos; Complexidade de certificação; Conformidade normativa
	E7	“[...] a carga de trabalho atual dificulta essa transição. Precisamos de investimento e organização para sair desse ciclo e adotar a IA de forma eficiente.”	Sobrecarga de trabalho atual; Falta de tempo para inovação; Necessidade de investimento; Reorganização interna
	E19	“No entanto, a implementação destas inovações dependerá da aprovação do orçamento necessário [...]”	Dependência orçamental; Aprovação incerta;
	E14	“[...] <i>technological and administrative challenges to implement AI on the restricted network.</i> ”	Desafios tecnológicos e administrativos para implementar IA em redes militares restritas (infraestrutura de rede classificada)
	E16	“ <i>However, challenges include scalability and the need to run AI solutions on-premises in classified systems. [...] strict security requirements.</i> ”	Dificuldades em escalar e executar as soluções de IA <i>on-premises</i> em ambientes classificados com exigentes requisitos de segurança



Apêndice E – Representação de projetos de inteligência artificial do Exército

Quadro 14 – Representação de Projetos de Inteligência Artificial do Exército

Projeto	Objetivo	Estado	Benefícios	Dificuldades	Tecnologia Aplicada
Manutenção Inteligente e Preditiva Logística - Manutenção	Transformar a manutenção militar com assistentes de IA e Realidade Aumentada (RA) para apoiar técnicos em manutenção preventiva/corretiva, e com sensores <i>Internet of Things</i> (IoT) alimentando modelos de AA preditivos que antecipam falhas em sistemas de armas e viaturas.	Planeado	Reparações mais rápidas; menor esforço humano; maior disponibilidade dos equipamentos.	Implementação de sensores IoT e conectividade; integração de novas ferramentas nos procedimentos de manutenção	LM, RA (VC, AA, PLN), IoT
Gestão Logística Inteligente Logística – Abastecimento/Stocks	Conjunto de projetos para otimizar a cadeia de abastecimento: previsão necessidades de reabastecimento (nacional e em missões) com dados de consumos em tempo real, gestão de stocks (Classe II e VII) com IA e <i>Radio Frequency Identification</i> (RFID), monitorização de combustíveis com sensores (IoT) e planeamento otimizado da alimentação de tropas	Planeado	Maior eficiência logística; redução de desperdícios; libertação de pessoal de tarefas rotineiras.	Integração de dados de consumos e stocks em tempo real; necessidade de infraestruturas de monitorização no terreno	LM, IoT, RFID
Plataforma de Contratação Pública com IA	Portal integrado de gestão de contratos e compras militares com incorporação de IA: inclui <i>chatbots</i> para auxiliar utilizadores, análise automática de contratos/propostas (identificação de prazos, requisitos, riscos), deteção de padrões de fraude e geração de relatórios preditivos de prazos e necessidades futuras	Planeado	Processos de aquisição mais ágeis e transparentes; conformidade legal assegurada; maior eficiência	Complexidade dos dados e normas contratuais; integração com sistemas de compras existentes	<i>Chatbots</i> , PLN, LLM
AI@TacticalEdge.Land	Projeto para dotar as forças terrestres de uma capacidade modular de IA no terreno. Consiste na criação de uma infraestrutura de IA projetável, integrada no sistema C4I tático do Exército, que disponibilize, de forma segura e autónoma, serviços de IA (LLM com RAG sobre informação da missão, ferramentas de apoio à decisão tática, etc.) em rede de missão segregada.	Planeado (em análise)	Capacidade de empregar IA em operações táticas de forma autónoma (offline); apoio à tomada de decisão em tempo real no terreno	Requisitos de hardware robusto e seguro; assegurar funcionamento mesmo sem conectividade externa	<i>Edge AI</i> , LLM, RAG
Projeto INDIANA (C4I)	Projeto multinacional (CapTech Land da EDA) focado em perceção situacional aumentada por IA. Permite a troca de informação entre diferentes escalões e ramos (e.g., integrar alertas NBQ de forças conjuntas) na imagem tática das unidades terrestres, para melhorar a consciência situacional global.	Desenvolvimento	Integração de alertas e dados de várias fontes (por exemplo NBQ) entre escalões e ramos; melhor consciência situacional em operações conjuntas	Coordenação complexa com parceiros internacionais; adaptação do conceito aos sistemas nacionais de C2	<i>Data Fusion</i> , LM
HMS e RAS (C4ISR)	Dois projetos no âmbito C4ISR: <i>Hyper-Merged System</i> (HMS) – incorporação de IA num módulo de inteligência militar integrado no sistema de C2, capaz de analisar dados de múltiplas fontes e auxiliar o processo de inteligência nos escalões tático-operacionais; <i>Robotic and Autonomous Systems</i> (RAS) – aplicação de IA em veículos não tripulados (aéreos e terrestres) para apoio ao reconhecimento e às unidades de manobra de pequenas dimensões, aumentando a sua consciência situacional e capacidade de resposta.	Planeado	Capacidades de ISR reforçadas através de automação e análise inteligente	Integração de IA nos sistemas de C2 existentes; desafios de segurança e ética no emprego de sistemas autónomos	LM para ISR, Sistemas autónomos

Legenda: C4I - *Command, Control, Communications, Computers and Intelligence*; C4ISR - *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*



Apêndice F – Projetos piloto de inteligência artificial do Exército

Quadro 15 – Projetos de Inteligência Artificial do Exército

Designação do Projeto	Caracterização	Estado	Resultados Esperados	Tecnologia Aplicada	Datas Início e Fim
Piloto para utilização de Inteligência Artificial (IA) e <i>Large Language Models</i> (LLM) em redes segregadas (<i>on premises</i>)	O Exército está a iniciar a exploração e emprego de IA para otimizar processos internos e apoiar decisões. O projeto prevê técnicas inovadoras com <i>Retrieval Augmented Generation (RAG)</i> , aplicadas em informação sensível/classificada (áreas Estado-Maior e Ciberdefesa), utilizando modelos como o "Albertina" e "Gervásio" (Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa). Prevê-se capacidade <i>reachback</i> ao Centro de Sistemas Operacionais do Exército e, posteriormente, capacidade projetável para a infraestrutura tática.	Desenvolvimento (estrutura de dados comum e modelo de dados)	1º trimestre 2025: Infraestrutura instalada, início dos testes com <i>chatbot</i> para Estado-Maior; 2º trimestre 2025: <i>Fine-tuning</i> com documentação militar, início testes em Ciberdefesa (<i>AI Assistants/Agents</i>) e <i>Intelligence</i> ; 3º/4º trimestre 2025: Consolidação, aplicação operacional e lançamento de projetos complementares com EME, CINAMIL e CEMTEX.	Edge AI, LLM, RAG	03/02/2025 - 31/12/2025
Implementação operacional da IA projetável em rede de missão (<i>on premises</i>), implementada pelo Sistema de Informação e Comunicações Tático (SIC-T) do Exército	Baseado nos resultados do piloto LLM <i>on-premises</i> , o objetivo é criar capacidade projetável para infraestrutura dedicada de IA na rede tática (SIC-T), para utilização de RAG e outras tecnologias IA sobre informação sensível/classificada.	Análise (resultado piloto LLM)	2º semestre 2025: Análise do piloto LLM, consolidação dos requisitos operacionais; 1º semestre 2026: Instalação e testes locais com o Batalhão de Transmissões, Módulo Tático de Ciberdefesa e AgrISTAR; 2º semestre 2026: Consolidação, novos casos de uso (Comando Missão e Proteção), aplicação em exercícios ao nível Brigada.	Edge AI, LLM, RAG	01/07/2025 - 31/12/2026
Assistente Virtual de Pessoal - Localizar, Organizar, Sumariar, Sugerir e Justificar (LOSS-J)	Desenvolvimento de plataforma integrando LLMs, RAG e visualizações baseadas em grafos, lidando eficientemente com documentos PDF, garantindo transparência, precisão e privacidade (RGPD). Visa responder consultas específicas com justificações documentais e visualização gráfica das relações entre documentos.	Financiamento aprovado pela FCT (projeto submetido pela Universidades da Maia e Porto, IPP e Exército- CmdPess)	Criação de LLMs treinados até nível RESERVADO para <i>chatbot</i> de recrutamento, <i>helpdesk</i> administrativo e <i>chatbot</i> jurídico.	LLM, PLN, RAG	01/06/2025 - 31/05/2026
Integração da Inteligência Artificial na Gestão de Recursos Humanos do Exército para Otimização da Gestão e Apoio à Tomada de Decisão	Aplicação de IA e <i>Machine Learning</i> na gestão de Recursos Humanos do Exército, analisando dados estruturados e não estruturados para otimizar gestão, identificar padrões e antecipar disfunções organizacionais. Desenvolvimento em parceria com CINAMIL, CPAE, DCI e Universidade do Minho.	Desenvolvimento (estrutura de dados comum e arquitetura flexível)	1. Capacidade avançada de análise e estruturação de dados; 2. Apoio à decisão na nomeação para cargos-chave; 3. Modelos preditivos para identificar disfunções organizacionais; 4. Desenvolvimento de competências alinhadas com necessidades institucionais.	IA preditiva, AA	01/01/2025 - 30/06/2026

Legenda: AgrISTAR – Agrupamento *Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance*; CEMTEX – Centro de Capacitação Tática Simulação e Certificação; CINAMIL – Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar; CPAE – Centro de Psicologia Aplicada do Exército; DCI – Direção de Comunicações e Informação; EME – Estado-Maior do Exército; FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia; RGPD – Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados; IPP – Instituto Politécnico do Porto



Apêndice G – Lista de projetos de inteligência artificial externos ao Exército

Quadro 16 – Lista de Projetos de Inteligência Artificial externos ao Exército

Entidade	Projeto	Objetivo	Estado	Benefícios	Dificuldades	Tecnologia Aplicada
Marinha Portuguesa	Marinheiro de Silício (3 vertentes)	Apoiar em informação o Estado-Maior, o Comando Naval e as tripulações embarcadas, fornecendo acesso rápido a manuais e procedimentos em cenários críticos de navegação e salvamento marítimo	Teste	Acesso célere a informações críticas; apoio à decisão e melhoria da formação das guarnições	Adaptação a diferentes contextos operacionais	LLM, RAG, PLN
	Framework <i>Big Data</i>	Analisar grandes volumes de dados operacionais e estratégicos para melhorar o Conhecimento Situacional Marítimo (CSM) e apoiar o planeamento e fiscalização marítima	Implementado	Planeamento e fiscalização marítima mais eficaz; apoio à decisão.	Interoperabilidade entre sistemas	AA, IA Preditiva
	LLM com RAG	Apoio técnico a documentos e suporte à decisão	Teste	Decisões mais rápidas	Gestão de bases de dados diversificadas	LLM, RAG, PLN
	<i>Video Analytics</i> / Multimodal	Deteção, reconhecimento e identificação de Contactos de Interesse (COI) no mar e em terra, em tempo real. Explora convergência de dados visuais e auditivos, utilizando IA para transcrição e deteção multimodal (voz, imagem e vídeo), visando vigilância e reconhecimento em ambiente marítimo	Implementado	Melhor reconhecimento de ameaças e monitorização operacional em tempo real	Infraestrutura e proteção de dados	IA Multimodal, PLN
FAP	<i>Copilot Office 365</i>	Automatização de tarefas administrativas usando ferramentas Microsoft 365 potenciadas por IA (assistente <i>Copilot</i>).	Teste	Maior eficiência e produtividade nos processos administrativos	Não especificadas	Ferramentas Empresariais, LLM
	<i>Advanced Battle Management System (ABMS)</i>	Consolidação de dados operacionais e reforço da integração estratégica entre plataformas de comando e controlo	Intenção	Melhoria da decisão estratégica através da integração de informações	Infraestrutura digital ainda insuficiente; custos elevados	Infraestrutura, LLM
EMGFA	Análise de informações de fontes abertas	Análise de informação de fontes abertas	Planeado	Análise de informação	Não especificadas	PLN
	<i>Copilot Office 365</i>	Automatização de tarefas administrativas usando ferramentas Microsoft 365 potenciadas por IA (assistente <i>Copilot</i>).	Planeado	Maior eficiência e produtividade nos processos administrativos	Não especificadas	Ferramentas Empresariais, LLM
	Cibersegurança	Aplicação de IA na ciberdefesa: deteção proativa de ameaças (anomalias) em redes e sistemas, implementação de segurança a nível de hardware e protocolos de	Planeado	Postura de segurança mais proativa e resiliente	Não especificadas	AA, IA Preditiva



Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança

		distribuição segura de chaves, e análise/proteção de infraestruturas tecnológicas críticas				
	Plano de Ação para a Transformação Digital	Implementar novas capacidades analíticas e de automação com uso de IA, bem como promover programas de formação para a transformação digital da Defesa.	Desenvolvimento	Maior eficiência nos processos internos; capacitação dos recursos humanos em competências digitais	Não especificadas	Não especificado
SGMDN	Assistente Documental	Assistente virtual para apoio técnico e consulta automatizada de documentação, permitindo pesquisa por linguagem natural em bases documentais.	Planeado	Aumento de eficiência na obtenção de informação documental	Necessidade de infraestrutura tecnológica.	LLM, PLN
	Infraestrutura Nacional IA	Desenvolvimento de uma infraestrutura nacional segura para execução de modelos de IA, garantindo soberania nos dados e reutilização de soluções entre ramos.	Intenção	Reutilização de soluções e soberania sobre dados e modelos de IA	Desafios de segurança e integração; necessidade de recursos financeiros e humanos.	Infraestrutura
NCIA	SANDI	Plataforma para experimentação e desenvolvimento de IA em ambiente controlado, com foco na consciência situacional e apoio à decisão.	Implementado	Possibilidade de testar IA com dados sensíveis de forma controlada	Acreditação de segurança	Infraestrutura
	STEAM	Análise de tendências tecnológicas e científicas através de dados bibliométricos	Implementado	Síntese estratégica de conhecimento sobre tecnologias emergentes	Não especificadas	PLN, IA preditiva
	Chat.ai	Assistente de conversa seguro baseado em LLM para uso interno na NATO	Teste	Eficiência e partilha de conhecimento	Segurança e escalabilidade	LLM, RAG, PLN
	TOPFAS.ai	Apoiar o planeamento operacional e simulação com IA no C2	Teste	Apoio à decisão e otimização do planeamento	Validação e interoperabilidade	Planeamento e Simulação
	MDO.ai	Integração de dados de diferentes domínios operacionais com IA	Desenvolvimento	Visão operacional multidomínio integrada	Integração de dados heterogéneos	Infraestrutura
	<i>Information Environment Assessment</i>	Análise do ambiente de informação	Implementado	Deteção de narrativas e manipulações de informação	Fiabilidade e viés algorítmico	PLN, IA preditiva
Exército Espanhol	GONZALO	Sistema baseado em IA para apoio à decisão e planeamento tático, com geração automática de zonas de atuação e objetivos	Implementado	Apoio eficaz à decisão, integração de múltiplas fontes	Integração com sistemas existentes	LLM
	IDOYA	Assistente virtual para apoio documental e administrativo, com uso de linguagem natural.	Implementado	Agilidade administrativa	Escalabilidade e manutenção	LLM, PLN



Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança

	COCO	Plataforma técnica de apoio à coordenação e operações militares, com integração de LLMs.	Implementado	Respostas mais precisas em linguagem natural	Integração com sistemas operacionais	LLM, PLN
	BELLONA	Sistema com LLM e assistentes virtuais para apoio à tomada de decisão em operações militares.	Desenvolvimento	Velocidade no planeamento militar	Complexidade algorítmica	LLM, Planeamento e Simulação
	PRISMA	Solução baseada em IA e Big Data para vigilância, análise de risco e previsão de ameaças em diferentes domínios operacionais.	Desenvolvimento	Previsão de ameaças estratégicas	Qualidade dos dados	AA, IA Preditiva
	SIPLOC	Ferramenta de planeamento tático para a colocação e otimização de obstáculos.	Desenvolvimento	Planeamento mais eficiente	Adaptação a múltiplos cenários	Planeamento e Simulação
Exército Alemão	Planeamento de C2 com IA	Planeamento de missões	Desenvolvimento	Eficiência no planeamento	Aquisição lenta	Planeamento e Simulação
	Simulador de combate com IA	Acelerar treino operacional	Desenvolvimento	Treino automatizado	Adaptação organizacional	Planeamento e Simulação
Exército Polaco	Centro de Implementação de IA	Coordenar e gerir a adoção de IA nas Forças Armadas	Implementado	Governança centralizada e capacitação técnica institucional.	Qualidade de algoritmos e dados	Não especificado
	Estratégia de IA até 2039	Definir diretrizes para o uso de IA na DN	Implementado	Visão de longo prazo e alinhamento com aliados NATO; Prioridades claras e orientações	Não especificadas	Não especificado
	BMS System	Sistema de Gestão do Campo de Batalha, utilizado para coordenação e controlo de forças em operações militares. Utiliza IA para reconhecimento automático de imagem.	Implementado	Maior consciência situacional no terreno. Reconhecimento de imagem UAV	Requisitos de infraestrutura local segura	IA Multimodal, PLN
EID	LSTM Logs	Tipo de rede neural recorrente especializada no processamento e previsão de sequências de dados, comum em análise de logs e deteção de anomalias.	Disponível	Triagem rápida	Ambientes acústicos complexos	AA, IA Preditiva
	<i>Whisper fine-tuning</i>	Speech-to-text adaptado	Desenvolvimento	Reconhecimento técnico especializado	Criação de <i>datasets</i>	PLN <i>Speech-to-Text</i>
	<i>Audio Denoising</i>	Melhoria da inteligibilidade em HF	Implementado	Redução de ruído	Dados de treino amplos	IA Multimodal
Quidgest	GESDOC com IA	Classificação e pesquisa documental	Disponível	Eficiência documental	Infraestrutura e financiamento	LLM, PLN



Contributos para um modelo de uso da inteligência artificial, no Exército – nos processos, no emprego operacional e nos processos de liderança

Microsoft	<i>Copilot 365 + Fabric</i>	Suporte à decisão e produtividade	Disponível	Apoio estratégico	Privacidade e custo	Ferramentas Empresariais, LLM
Thales	Sensores com IA	Vigilância e reconhecimento	Disponível	Eficiência e precisão	Integração e custo	IA Multimodal
	IA para apoio à decisão	Planeamento de operações militares	Disponível	Apoio tático e estratégico	Dados de qualidade	IA Simbólica / XAI, LLM
Cisco	IA Cibersegurança	Cibersegurança e apoio operacional	Disponível	Mitigação de ameaças	Integração e capacitação	XDR e Assistentes AI

Legenda:

BELLONA – *Base para la Evaluación Logística y Logística Operacional con Nuevas Aplicaciones*

BMS – *Battle Management System*

COCO – *Centro Operativo de Coordinación y Operaciones*

Gesdoc – Gestão Documental

GONZALO – *Generador de Opciones No lineales para Zonas de Actuación y Localización de Objetivos*

IDOYA – *Inteligencia Documental y Organización Y Apoyo*

LSTM – *Long Short-Term Memory*

MDO.ai - *Multi-Domain Operations – Artificial Intelligence*

PRISMA – *Plataforma de Reconocimiento Integrado y Seguimiento Multidominio Autónomo*

SANDI – *Situational Awareness and Decision Intelligence*

SIPLOC – *Sistema Inteligente de Planificación y Localización de Obstáculos de Combate*

STEAM - *Science and Technology Ecosystem Analysis Model*

TOPFAS.ai – *Tool for Operational Planning, Force Activation and Simulation – Artificial Intelligence*

XAI - *Explainable Artificial Intelligence*

XDR - *Extended Detection and Response*