

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE ESTADO-MAIOR CONJUNTO
2024/2025**



TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO INDIVIDUAL

**COMO INCORPORAR A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO APOIO À
DECISÃO DA FORÇA TERRESTRE DE PRÓXIMA GERAÇÃO**

**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.**

Carlos Alexandre da Graça Costa Lopes

MAJOR, TRANSMISSÕES



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

COMO INCORPORAR A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
NO APOIO À DECISÃO DA FORÇA TERRESTRE DE
PRÓXIMA GERAÇÃO

MAJOR TM Carlos Alexandre da Graça Costa Lopes

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 2024/2025

Pedrouços 2025



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

COMO INCORPORAR A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
NO APOIO À DECISÃO DA FORÇA TERRESTRE DE
PRÓXIMA GERAÇÃO

MAJOR TM Carlos Alexandre da Graça Costa Lopes

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 2024/2025

Orientador: BGEN Rui Jorge Fernandes Bettencourt

Pedrouços 2025



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Carlos Alexandre da Graça Costa Lopes**, declaro por minha honra que o documento intitulado “**Como incorporar a Inteligência Artificial no Apoio à decisão da Força Terrestre de Próxima Geração**”, corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida, enquanto auditor do **Curso de Estado-Maior Conjunto 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, **23 de junho de 2025**

Carlos Alexandre da Graça Costa Lopes



Agradecimentos

O resultado deste trabalho de investigação é o reflexo do contributo de muitas pessoas, a quem endereço o meu sincero e profundo agradecimento.

Começo por agradecer ao Excelentíssimo Senhor Brigadeiro-General Rui Bettencourt, orientador deste trabalho, pela sua visão, orientações rigorosas e constante disponibilidade, que foram determinantes para a condução da investigação.

Um agradecimento muito especial a todos os entrevistados das Forças Armadas, da Indústria e da Academia, cuja disponibilidade, experiência e reflexões fundamentadas permitiram alicerçar os resultados apresentados.

Aos meus camaradas de curso, pela camaradagem, entreaajuda e partilha diária de conhecimentos e experiências, que tornaram mais leve e enriquecedor este exigente percurso académico.

Uma palavra final, sem dúvida a mais importante, de agradecimento à minha família, em especial à minha mulher e ao meu filho, pelo apoio incondicional, paciência e compreensão. Por todos os momentos em que estive menos presente e me esperaram e motivaram, este trabalho também é vosso.



Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento Teórico e Conceptual.....	5
2.1 Estado de Arte.....	5
2.1.1 Aplicações e Tendências da IA na Defesa.....	6
2.1.2 Processo de Decisão Militar	7
2.1.3 Força Terrestre de Próxima Geração	7
3. Metodologia e Método.....	9
3.1 Metodologia.....	9
3.2 Método.....	9
3.2.1 Participantes e procedimento	9
3.2.2 Instrumentos de recolha de dados	10
3.2.3 Técnica de tratamento de dados	10
4. Desafios tecnológicos, organizacionais e éticos	12
4.1 Principais desafios	12
4.2 Infraestrutura tecnológica e interoperabilidade	13
4.2.1 Boas Práticas: Interoperabilidade, Segurança e Conformidade	14
4.3 Desafios organizacionais	15
4.3.1 Recomendações Organizacionais e Prioridades de Formação	16
4.4 Ética e confiabilidade na utilização da IA	17
4.4.1 Abordagens Institucional na Implementação de IA	19
4.5 Síntese conclusiva.....	20
5. Análise dos benefícios da IA no Processo de Decisão Militar	21
5.1 Impacto no processo de decisão militar.....	21
5.2 Casos de uso relevantes em forças militares internacionais	22
5.2.1 Estudo de Caso: Estados Unidos da América	22
5.2.2 Estudo de Caso: Reino Unido	24
5.3 Síntese conclusiva.....	25



6. Soluções de IA e práticas aplicáveis	27
6.1 Ferramentas tecnológicas emergentes	27
6.2 Práticas adaptáveis ao contexto português.....	30
6.2.1 Inovação: Customização e Parcerias Estratégicas.....	30
6.2.2 Talento: Capacitação Estruturada e Multinível.....	31
6.2.3 Infraestrutura: Ambientes Seguros e Simulação Operacional.....	31
6.3 Síntese conclusiva.....	32
7. Proposta de contributos para a aplicação de IA no PDM	34
8. Conclusões	36
Referências Bibliográficas.....	39

Índice de Apêndices

Apêndice A - Modelo de Análise	Apd A-1
Apêndice B - Corpo de Conceitos	Apd B-1
Apêndice C - Lista de participantes na investigação	Apd C-1
Apêndice D - Guião da Entrevista (Militar, Indústria e Academia).....	Apd D-1
Apêndice E - Matrizes de unidades de contexto e de registo	Apd E-1
Apêndice F - Análise do conteúdo das entrevistas	Apd F-1
Apêndice G - Capacidades das Plataformas de Inteligência Artificial nas Fases do Processo de Decisão Militar.....	Apd G-1

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução e hierarquia da Inteligência Artificial.	5
---	---

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Desafios à implementação de IA no contexto militar em tarefas de apoio à decisão.....	12
Tabela 2 - Plataformas Desafios à implementação de IA no contexto militar em tarefas de apoio à decisão	29
Tabela 3 - Capacidades das Plataformas de Inteligência Artificial nas Fases do Processo de Decisão Militar.....	Apd F-1



Índice de Quadros

Quadro 1 - Modelo de Análise	Apd A-1
Quadro 2 - Questão n.º 1.	Apd F-1
Quadro 3 - Questão n.º 2.	Apd F-2
Quadro 4 - Questão n.º 3.	Apd F-2
Quadro 5 - Questão n.º 4.	Apd F-3
Quadro 6 - Questão n.º 5.	Apd F-4
Quadro 7 - Questão n.º 6.	Apd F-5
Quadro 8 - Questão n.º 7.	Apd F-5
Quadro 9 - Questão n.º 8.	Apd F-6
Quadro 10 - Questão n.º 9.	Apd F-6
Quadro 11 - Questão n.º 10.	Apd F-7
Quadro 12 - Questão n.º 11.	Apd F-8
Quadro 13 - Questão n.º 12.	Apd F-8
Quadro 14 - Questão n.º 13.	Apd F-9
Quadro 15 - Questão n.º 14.	Apd F-9



Resumo

O presente trabalho analisa o potencial da Inteligência Artificial (IA) no reforço das capacidades da Força Terrestre de Próxima Geração (FTPG), no seio do Exército Português. Parte-se da identificação de um problema central: a necessidade de adaptação das Forças Armadas aos desafios de um ambiente operacional cada vez mais complexo, veloz e tecnologicamente avançado. O principal objetivo deste trabalho consiste em compreender como a IA pode ser integrada no processo de decisão militar, otimizando a eficácia operacional. Para tal, recorreu-se a uma metodologia qualitativa, baseada em análise documental e na realização de entrevistas semiestruturadas a académicos, militares e elementos da indústria com experiência relevante. Os resultados evidenciam que a IA tem potencial para melhorar significativamente a recolha, processamento e análise de dados, apoiar a tomada de decisões em tempo real e melhorar a compreensão do teatro de operações. Contudo, foram também identificados desafios relevantes, nomeadamente ao nível da interoperabilidade, da fiabilidade dos sistemas e das implicações éticas. Conclui-se que a integração eficaz da IA exige um esforço coordenado entre a capacitação tecnológica, a formação dos recursos humanos e a criação de orientações estratégicas claras, permitindo à FTPG evoluir de forma coerente e sustentada no domínio das operações futuras.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Força Terrestre de Próxima Geração; Processo de Decisão Militar



Abstract

This study examines the potential of Artificial Intelligence (AI) in enhancing the capabilities of the Next-Generation Land Force within the Portuguese Army. It begins by identifying a central problem: the need for the Armed Forces to adapt to the challenges of an increasingly complex, fast-paced, and technologically advanced operational environment. The main objective of this research is to understand how AI can be integrated into the military decision-making process, thereby optimising operational effectiveness. A qualitative methodology was employed, based on document analysis and semi-structured interviews with academics, military personnel, and industry professionals with relevant experience. The findings reveal that AI has significant potential to improve data collection, processing, and analysis, to support real-time decision-making, and to enhance situational awareness within the theatre of operations. However, notable challenges were also identified, particularly in terms of interoperability, system reliability, and ethical implications. The study concludes that effective integration of AI requires a coordinated effort encompassing technological capacity building, the training of human resources, and the development of clear strategic guidelines, enabling the Next-Generation Land Force to evolve coherently and sustainably in the realm of future operations.

Keywords: *Artificial Intelligence; Next-Generation Land Force; Military Decision-Making Process*



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

- AI *Artificial Intelligence*
AIP *Artificial Intelligence Platform*

C

- C2 Comando e Controlo

D

- DL *Deep Learning*

E

- EDN Estratégia Digital Nacional
EME Estado-Maior do Exército
EP Exército Português
EU *European Union*
EUA Estados Unidos da América

F

- FA Forças Armadas
FTPG Força Terrestre de Próxima Geração

G

- GenAI *Generative AI*
GIDE *Global Information Dominance Experiments*

I

- IA Inteligência Artificial
IBM *International Business Machines Corporation*
ISR *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*
IUM Instituto Universitário Militar



J

JADC2 *Joint All-Domain Command and Control*

L

LLM *Large Language Models*

M

m/a Modalidades de Ação

ML *Machine Learning*

MSS *Maven Smart System*

N

NATO *North Atlantic Treaty Organization*

NLP *Natural Language Processing*

O

OE Objetivo Específico

OG Objetivo Geral

OMD Operações Multi-Domínio

P

PDM Processo de Decisão Militar

Q

QC Questão Central

QD Questão Derivada

R

RAS Robótica e Sistemas Autónomos

S

SA *Situational Awareness*



T

TFC Trabalho Final de Curso

U

UC Unidade de Contagem

UE União Europeia

UR Unidade de Registo

USA *United States of America*

X

XAI *Explainable AI*



1. Introdução

O estudo da história militar ensina-nos que a inovação e a capacidade de romper com as normas estabelecidas conferem vantagem em conflitos. Carl von Clausewitz, no seu livro *Da Guerra* (1832), enfatiza a importância da surpresa e da flexibilidade estratégica, por forma a ser disruptivo para alcançar a vitória. Além disso, Sun Tzu, no seu clássico *A Arte da Guerra* (século IV a.C), destaca a necessidade de adaptação e inovação para superar o inimigo. Em ambos os casos, é reconhecido que a capacidade de inovar e de quebrar padrões estabelecidos proporciona vantagem significativa em conflitos militares.

A inovação tecnológica sempre teve impacto e proporcionou vantagem nas operações militares, influenciando a forma como as guerras são conduzidas e vencidas. Na era contemporânea, a Inteligência Artificial (*Artificial Intelligence* [AI], IA) surge como a mais recente tecnologia transformadora, prometendo alterar profundamente como se faz a guerra aos níveis estratégico, operacional e tático. A IA não só facilita a análise de grandes volumes de dados em tempo real, como também potencia a automação de processos críticos, permitindo uma tomada de decisão mais rápida e informada.

O Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA), lançaram em 2018 a sua Estratégia de IA¹, destinada a acelerar a adoção da IA pelas suas Forças Armadas (FA) (U.S. Department of Defense, 2018). Em 2019, também a China publicou um livro branco de defesa, onde enfatiza a importância da IA nas guerras futuras, estando já a *Big Data*, o *Cloud Computing* e a *Internet of Things* a ser usadas em larga escala no campo militar (The State Council Information Office of the PRC, 2019).

A Organização do Tratado do Atlântico Norte (*North Atlantic Treaty Organization* [NATO]), no seu Conceito Estratégico de 2022, identifica que as tecnologias emergentes e disruptivas, como a IA, têm um papel crucial na transformação do carácter do conflito e estão a adquirir uma importância crescente. Reconhecendo que a vantagem tecnológica é essencial para o sucesso no campo de batalha, a NATO destaca a necessidade de promover a inovação e aumentar os investimentos nessas tecnologias para manter a interoperabilidade e a vantagem (NATO, 2022, pp. 5–7).

Por sua vez, a União Europeia (*European Union* [EU], UE) reconhece que a integração da IA, juntamente com outras tecnologias emergentes, é essencial para a condução de operações nos campos de batalha futuros. Nesse sentido, a Comissão Europeia e a Agência Europeia de Defesa têm promovido a cooperação entre os Estados-Membros e o

¹ *Department of Defense Artificial Intelligence Strategy*



desenvolvimento de estruturas como o *Hub for EU Defence Innovation* (HEDI)² e o *EU Observatory on Critical Technologies*³, os quais visam acelerar a inovação nas áreas de segurança e defesa (European Union External Action, 2022).

A nível nacional, o Conceito Estratégico de Defesa Nacional destaca a importância de promover a investigação, desenvolvimento e inovação para materializar FA tecnologicamente avançadas, o que depois também é vertido no objetivo estratégico número cinco, da Diretiva Estratégica do Estado Maior General das Forças Armadas para 2023-2026 (Estado-Maior General das Forças Armadas, 2023, p. 20). Complementarmente, mas ainda em fase de elaboração, a iniciativa “Agenda Nacional de Inteligência Artificial”, integrada no Plano de Ação 2025-2026 da Estratégia Digital Nacional (EDN), visa promover um ecossistema de inovação em IA assente na ética, na excelência científica e na valorização do conhecimento, criando condições estruturais para a adoção segura, responsável e estratégica destas tecnologias em sectores críticos, como a defesa (Governo de Portugal, 2024).

Por sua vez, a nível académico, Bettencourt (2022) identificou que as FA portuguesas possuem “projetos em curso ou planeados, com capacidade operacional até 2030” (Bettencourt, 2022, p. 26) em que consideram a IA especialmente aplicável na função de combate (dimensão) de comando e controlo (C2), destacando-se o seu potencial para otimizar processos e sistemas de Apoio à Decisão e Gestão.

Mais recentemente e já no âmbito do Exército Português (EP) foi divulgada a Informação Nº: DPF/RC-2023-000876 “Robótica e Sistemas Autónomos” de 01 de junho de 2023, a qual, relativamente à aplicação da IA no Apoio à Decisão, refere que:

Os sistemas de apoio à decisão baseados em IA poderão apoiar os comandantes aos diversos níveis a planear e conduzir as operações. Através de sistema de IA, será possível atualizar e avaliar os planos tendo em consideração o ambiente operacional atual e futuro, permitindo, aos comandantes, tomar decisões de forma mais célere e assertiva, colocando-os numa posição de vantagem sobre os seus adversários. [...] Um sistema baseado em IA permitirá melhor consolidar, priorizar e relacionar informação, de forma a obter uma melhor imagem do

² O HEDI promove a inovação disruptiva no sector da defesa europeu, articulando esforços entre Estados-Membros, indústria e academia, em linha com a Bússola Estratégica da UE (European Defence Agency, 2022).

³ Organismo responsável por apoiar a autonomia estratégica da UE, monitorizando tecnologias críticas com impacto na defesa, espaço e indústria, promovendo análise de riscos e redução de dependências (European Union External Action, 2022).



campo de batalha, o que por sua vez potencia uma melhor tomada de decisão. (Estado-Maior do Exército, 2023b)

No final de 2023, foi apresentado o conceito de Força Terrestre de Próxima Geração (FTPG), referencial para a estratégia genética do Exército na edificação de capacidades, visando uma Força Terrestre mais tecnológica, flexível e letal (Estado-Maior do Exército, 2023a).

É neste contexto que se fundamenta a pertinência e relevância deste estudo, o qual pretende explorar de que forma a IA pode ser integrada no Processo de Decisão Militar (PDM) da FTPG. A investigação avalia o potencial de aplicação de ferramentas de IA, nomeadamente sistemas de planeamento automatizado, análise preditiva e simulação de cenários, que permitem processar rapidamente grandes volumes de dados, gerar alternativas operacionais mais robustas e apoiar decisões em tempo real. Estas melhorias são significativas porque potenciam a eficácia operacional e tática da FTPG, reduzindo a incerteza, aumentando a agilidade do PDM e reforçando a superioridade de informação no campo de batalha.

Adicionalmente, esta temática assume especial importância num cenário internacional caracterizado por um ambiente volátil, incerto, complexo e ambíguo, onde a aceleração tecnológica e as exigências de prontidão das FA são cruciais para garantir vantagem e eficácia no cumprimento das missões atribuídas.

Tendo como objeto de estudo a aplicação da IA no Processo de Decisão Militar da FTPG, e em linha com Santos & Lima (2019), foi feita a sua delimitação nos três domínios. Quanto à delimitação espacial, a investigação incide no contexto do EP, com particular atenção à implementação da IA no âmbito da FTPG, a qual se configura como uma visão estratégica para a modernização do Exército, centrada em diversos pilares, sendo o mais relevante para este estudo o pilar “Digitalização”. A presente investigação adota uma abordagem temporal transversal, centrando-se na análise de dados recolhidos entre os meses de fevereiro e abril de 2025. Esta delimitação temporal permite observar, num dado intervalo definido, os desafios e oportunidades associados ao fenómeno em estudo, adotando uma perspetiva sincrónica que privilegia a compreensão da realidade tal como se apresenta no momento da recolha de dados. Quanto à delimitação de conteúdo, a investigação aborda o apoio à decisão militar, concentrando-se no uso da IA para otimizar os processos de análise e integração de dados nas suas diversas fases, com o objetivo de melhorar a eficácia, precisão e rapidez da tomada de decisão. Assim, foi definido como objetivo geral (OG) da



investigação propor contributos para a integração da IA no PDM da Força Terrestre de Próxima Geração, sendo que a concretização do OG será anteposta por três objetivos específicos (OE):

- OE1 - Analisar os desafios tecnológicos, organizacionais e éticos na aplicação de IA no apoio à decisão na Força Terrestre de Próxima Geração.
- OE2 - Analisar os benefícios práticos da aplicação de IA no apoio à decisão da Força Terrestre de Próxima Geração.
- OE3 - Avaliar práticas e soluções de IA existentes e suas características, passíveis de integração no Processo de Decisão Militar.

A concretização do OG materializa-se através da formulação de uma reposta fundamentada à seguinte questão central (QC): De que forma pode a Inteligência Artificial ser integrada no Processo de Decisão Militar da Força Terrestre de Próxima Geração?

Homologamente, os OE serão atingidos através das respostas às respetivas questões derivadas (QD):

- QD1 – Quais são os principais desafios na aplicação da IA no apoio à decisão na Força Terrestre de Próxima Geração?
- QD2 – Quais são os benefícios práticos da aplicação de IA no apoio à decisão na Força Terrestre de Próxima Geração?
- QD3 – Quais as práticas e soluções de Inteligência Artificial existentes e suas características, que podem ser integradas no Processo de Decisão Militar?

A presente investigação divide-se em oito capítulos: na presente Introdução; no Enquadramento Teórico e Conceptual, onde serão abordados os conceitos estruturantes da investigação; na Metodologia e Método serão apresentados os instrumentos, procedimentos e técnicas estatísticas e as opções metodológicas; no capítulo Desafios tecnológicos, organizacionais e éticos serão analisadas as barreiras à implementação da IA, incluindo infraestrutura, formação e questões éticas; no capítulo Análise dos benefícios da IA no Processo de Decisão Militar serão explorados os impactos positivos da IA na redução de incertezas e na eficiência operacional; no capítulo Soluções de IA e práticas aplicáveis serão identificadas ferramentas emergentes e estratégias de integração no contexto português; no capítulo Proposta de contributos para a aplicação de IA no PDM é apresentada uma resposta fundamentada à QC da investigação. Por fim, as conclusões, onde são apresentados os principais contributos para o conhecimento e as limitações identificadas.



2. Enquadramento Teórico e Conceptual

A exposição da base conceptual que fundamenta este projeto de investigação será desenvolvida em torno dos conceitos estruturantes destacados no modelo de análise apresentado (Apêndice A). Em particular, serão abordados os conceitos Inteligência Artificial, Processo de Decisão Militar e Força Terrestre de Próxima Geração. Serão expostas as bases doutrinárias que sustentam os conceitos, bem como as inter-relações entre eles, as suas dimensões e outros conceitos relevantes e interligados, cuja clarificação se revela necessária antes do início da investigação. No Apêndice B poderá também ser consultado o corpo de conceitos deste trabalho.

2.1 Estado de Arte

A IA é um domínio interdisciplinar das ciências de computação que se dedica ao estudo, conceção e aplicação de sistemas capazes de replicar ou simular funções cognitivas humanas, como aprender, raciocinar, tomar decisões, comunicar, interpretar dados sensoriais e adaptar-se a novas informações. A IA materializa-se na capacidade real de entidades artificiais, não humanas, desempenharem tarefas complexas de forma lógica, autónoma e, por vezes, preditiva, aproximando-se do comportamento inteligente humano. Esta capacidade é avaliada segundo dois eixos fundamentais: o nível de desempenho (o tipo e complexidade das ações que o sistema consegue executar) e o nível de autonomia (o grau de independência relativamente à supervisão ou intervenção humana). Na prática, a IA manifesta-se em inúmeras áreas, sendo de destacar o processamento de linguagem natural, a visão computacional, os sistemas de apoio à decisão, a análise preditiva e o controlo de plataformas autónomas. (Gil De Zúñiga, Goyanes, & Durotoye, 2024; International Business Machines Corporation [IBM], 2024c).

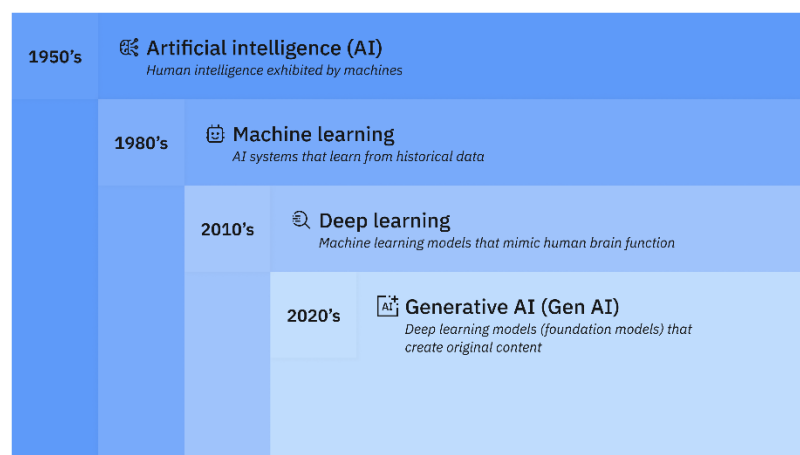


Figura 1 - Evolução e hierarquia da Inteligência Artificial.

Fonte: IBM (2024)



2.1.1 Aplicações e Tendências da IA na Defesa

A integração da IA no sector da Defesa tem vindo a ganhar relevância estratégica nos principais países da NATO e noutras potências militares. A título de exemplo, os EUA têm vindo a implementar a *Palantir Artificial Intelligence Platform* (AIP), uma solução que integra *large language models* (LLM) em ambientes operacionais militares, permitindo a interação em linguagem natural e a geração de recomendações automáticas de ação com base na análise de grandes volumes de dados operacionais e táticos (Palantir, 2025b).

Israel, por sua vez, está a integrar tecnologias avançadas de IA nos seus sistemas de defesa reforçando a tomada de decisão e aumentando a eficiência no campo de batalha moderno (Israel Innovation Authority, 2024). O Reino Unido integrou IA em programas de ciberdefesa e apoio à decisão (United Kingdom Ministry of Defence, 2024), enquanto a NATO, através da iniciativa *Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic* e, mais recentemente, numa parceria com a *Palantir* na aquisição de um sistema de combate assistido por IA, promove o desenvolvimento e adoção acelerada de tecnologias emergentes, como a IA, para fins militares (North Atlantic Treaty Organization, 2024a, 2025).

Apesar dos avanços, a literatura destaca limitações persistentes como a opacidade dos sistemas (problema da "caixa negra"), os riscos de manipulação por ciberataques, a qualidade dos dados, a integração com processos humanos e a necessidade de garantir compatibilidade com os valores democráticos (Brožek, Furman, Jakubiec, & Kucharzyk, 2024; Schraagen, 2023; Shaelou & Razmetaeva, 2023).

Diversas abordagens têm sido propostas para orientar a integração da IA no sector da defesa. Entre as mais relevantes encontram-se os modelos modulares (Hagos & Rawat, 2022; North Atlantic Treaty Organization, 2020), que privilegiam a interoperabilidade e a evolução faseada por blocos funcionais, bem como os modelos iterativos, como os desenvolvidos pela *RAND Europe* (Black et al., 2024), que defendem processos cíclicos de experimentação, aprendizagem e ajustamento contínuo.

Estas abordagens apresentam potencial para serem adaptadas a diferentes contextos organizacionais, oferecendo contributos relevantes para a reflexão sobre a aplicação da IA no domínio militar. A sua análise é particularmente pertinente no caso português, dadas as exigências de alinhamento com padrões NATO e a necessidade de adaptação às especificidades estruturais e tecnológicas nacionais.



2.1.2 Processo de Decisão Militar

O PDM vem detalhado na PDE 5-00 onde é definido como “[...] processo de planeamento analítico que estabelece procedimentos para analisar a missão, gerar, analisar e comparar m/a com base em critérios de avaliação, seleccionar a m/a óptima e produzir um plano ou ordem” (Exército Português, 2007).

Planear é simultaneamente uma ciência e uma arte, pois combina elementos quantificáveis e analíticos com aspetos criativos e adaptativos. Como ciência, envolve a análise de dados mensuráveis, como capacidades das forças, fatores tempo-distância e a utilização de técnicas, táticas e procedimentos, permitindo um planeamento estruturado e objetivo (Exército Português, 2007). No planeamento como ciência, a IA pode auxiliar na recolha, análise e integração de dados complexos, simular cenários logísticos e táticos, calcular consumos e prever impactos com base em padrões históricos e em tempo real (Exército Português, 2007; Goldfarb & Lindsay, 2022).

No entanto, devido à complexidade e imprevisibilidade das operações militares, o planeamento é também uma arte, exigindo criatividade, flexibilidade e compreensão das dinâmicas entre forças, ameaças e o ambiente operacional (Exército Português, 2007). Aqui, a IA pode contribuir gerando opções inovadoras, simulando cenários complexos e ajustando planos de forma adaptativa a mudanças no terreno, dando mais alguma profundidade analítica às decisões criativas, mas sem nunca substituir o julgamento, intuição e poder de decisão do comandante (Exército Português, 2007; Goldfarb & Lindsay, 2022).

2.1.3 Força Terrestre de Próxima Geração

A FTPG é uma visão estratégica para a modernização do Exército, orientada para a adaptação e inovação face aos desafios atuais e futuros. Este conceito foca-se em desenvolver uma força terrestre tecnologicamente e digitalmente avançada, altamente projetável e pronta para operar em todo o espectro de operações e ambientes, combinando flexibilidade e versatilidade. A FTPG baseia-se em forças médias, complementadas por forças pesadas, ligeiras e operações especiais, com grande mobilidade operacional e agilidade estratégica para enfrentar ambientes de elevada volatilidade e terrenos complexos, sendo uma “Força adaptável, pronta para operar, preparada para combater” (Estado-Maior do Exército, 2023a).

O conceito destaca a importância do escalão Brigada, como o nível de comando capaz de integrar e sincronizar efeitos de diferentes domínios numa lógica de armas combinadas, funcionando como um "sistema de sistemas" que integra uma ampla gama de capacidades.



A modernização do Exército, no âmbito da FTPG, assenta em seis pilares:

- Liderança;
- Digitalização;
- Robótica e Sistemas Autónomos;
- Experimentação e Inovação Operacional;
- Modelação e Simulação;
- Regeneração das forças e a integração de capacidades de nova geração.

Essa modernização implica substituir plataformas obsoletas por sistemas modulares e arquiteturas abertas, incorporando continuamente novas tecnologias, entre as quais IA, para manter a eficácia operacional e a prontidão (Estado-Maior do Exército, 2023a).

A FTPG materializa, assim, a capacidade e a determinação do Exército em enfrentar os desafios futuros com sucesso, consolidando-se como um produtor de segurança e um elemento central na defesa nacional (Estado-Maior do Exército, 2023a).



3. Metodologia e Método

Apresenta-se, de seguida, a metodologia e o método adotados, estruturados nas diferentes fases do percurso de investigação.

3.1 Metodologia

A metodologia deste trabalho assenta na análise e adaptação de práticas e soluções existentes no âmbito da IA para as condições específicas da aplicação do PDM na FTPG. Assim, na presente investigação foi adotado um raciocínio indutivo, através da análise das dinâmicas específicas associadas às perceções, práticas institucionais, capacidades tecnológicas e desafios operacionais identificados por militares, académicos e representantes da indústria, com vista à formulação de propostas que possam contribuir para uma integração eficaz da Inteligência Artificial no Processo de Decisão Militar da Força Terrestre de Próxima Geração.

Com base nas orientações metodológicas do IUM presentes no documento Cadernos IUM 8 (Santos & Lima, 2019) assim como na NEP/INV – 001 (A2), e na NEP/INV – 003 (A3) (Instituto Universitário Militar, 2020, 2024), a metodologia apropriada para este trabalho de investigação é a estratégia qualitativa, com foco num desenho de pesquisa de estudo de caso, uma vez que é detalhada uma única unidade de estudo, o EP, mais concretamente na FTPG (Creswell & Creswell, 2018, p. 41; Santos & Lima, 2019, p. 36).

3.2 Método

3.2.1 Participantes e procedimento

Tendo com ponto de partida a Base Tecnológica e Industrial de Defesa (BTID), decidi seguir-se o mesmo conceito de *Triple Helix*⁴ (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000) e realizar entrevistas a altos cargos militares, industriais e académicos. Desta forma, utilizando uma amostragem não-probabilística intencional (Vilelas, 2009, p. 248), participaram nesta investigação 20 entidades (Apêndice C), nomeadamente:

- sete militares com elevada experiência operacional e/ou conhecimento técnico sobre IA;
- cinco membros da indústria de empresas que usam ou desenvolvem IA para os seus produtos;
- oito académicos com conhecimento sólidos na área da IA.

⁴ A *Triple Helix* é um modelo de inovação colaborativa entre universidade, indústria e governo, onde os três atores se adaptam e cooperam para gerar conhecimento, desenvolvimento económico e transformação social.



Tal como preconizado por Rego, Cunha, e Meyer (2018, p. 28) , o grupo analisado detém alguma excecionalidade, enquadrando-se, e mesmo superando, o intervalo mínimo recomendado de $N = 6$ a 10, atendendo ao seu elevado poder informacional.

Foi, assim, efetuado um primeiro contacto com os potenciais participantes, com o objetivo de aferir da sua disponibilidade para integrar a investigação. Mediante a anuência recebida, procedeu-se ao agendamento das entrevistas. A todas as entidades foram asseguradas garantias de confidencialidade e anonimato das respostas, condições de que todas abdicaram de forma expressa.

3.2.2 Instrumentos de recolha de dados

Para levar a cabo a presente investigação, recorreu-se à análise documental bem como a entrevistas semiestruturadas.

A análise documental incluiu, no âmbito militar, fontes primárias como doutrina nacional, publicações estratégicas da NATO e da UE, documentação do EP relacionada com a FTPG e o PDM; no contexto académico, documentação académica sobre a aplicação de IA, em particular em contexto militar; e no âmbito tecnológico, a análise de documentação técnica sobre as correntes tendências e potenciais aplicações de IA na defesa (Freixo, 2018).

Foram elaborados três guiões de entrevista semiestruturada (Apêndice D), adaptados ao perfil dos participantes: um para militares, outro para representantes da indústria e um terceiro para académicos, estando cada guião em consonância com o modelo de análise definido. Os guiões foram previamente remetidos aos participantes, permitindo-lhes conhecer antecipadamente o enquadramento e os temas a abordar durante a entrevista.

3.2.3 Técnica de tratamento de dados

A análise dos dados obtidos através das entrevistas semiestruturadas dirigidas a militares, académicos e representantes da indústria foi conduzida com recurso à técnica de análise de conteúdo (Sarmiento, 2013, pp. 53–60).

Nesse enquadramento metodológico, em cada uma das respostas a cada questão, procedeu-se à identificação de segmentos com significado próprio, designados unidades de contexto (UC). A partir destes, foram extraídas as unidades de registo (UR), em alinhamento com as orientações metodológicas do autor (Apêndice E) (Sarmiento, 2013, pp. 54–57).

Seguidamente, desenvolveu-se a análise de conteúdo por questão, contabilizando as UR, com base na frequência de ocorrência de determinadas características. Estas foram posteriormente agrupadas em categorias analíticas, o que permitiu estruturar e interpretar os



dados, conduzindo à formulação das conclusões do estudo, sendo as mesmas consultáveis no Apêndice F (Sarmiento, 2013, pp. 57–60).



4. Desafios tecnológicos, organizacionais e éticos

Este capítulo procede à apresentação e discussão dos principais desafios à implementação da IA no domínio militar, abrangendo aspetos técnicos, organizacionais e éticos, consolidando a revisão de literatura.

4.1 Principais desafios

Com base na revisão da literatura e conforme sistematizado na Tabela 1, foram identificados sete desafios à implementação da IA no contexto militar, especialmente em tarefas de apoio à decisão. Estes desafios foram objeto de ordenação pelos participantes, de acordo com o respetivo grau de importância percebido⁵.

Tabela 1 - Desafios à implementação de IA no contexto militar em tarefas de apoio à decisão

Qualidade e Disponibilidade dos Dados (Recolha e Integração; Dados Sensíveis; Viés nos Dados)
Subordinação à informação gerada com intervenção da IA <i>Automation Bias</i> ; Divergências de Credibilidade; Redução do Pensamento Crítico.)
Confiabilidade e Interpretação ("Caixa Negra" da IA; Confiabilidade em Cenários Complexos)
Cibersegurança e Vulnerabilidades (Ataques Adversários; Segurança das Comunicações)
Integração com Processos Humanos (Interação Homem-Máquina; Resistência Cultural)
Desafios Éticos e Legais (Responsabilidade nas Decisões; Conformidade Jurídica)
Custos e Sustentabilidade (Infraestruturas e Formação; Dependência Tecnológica Externa)

Usando a técnica do *Rank Sum Score*⁶ ficou evidenciado uma preocupação transversal com a qualidade e disponibilidade dos dados, que obteve a menor soma total de posições (47), assumindo-se como o desafio mais prioritário. Seguiram-se os desafios da confiabilidade e interpretação (54) e da cibersegurança e vulnerabilidades (67), ambos destacando riscos técnicos críticos no contexto operacional militar. Estes resultados reforçam a centralidade dos fatores tecnológicos e organizacionais na adoção da IA, apontando para a necessidade de investimentos robustos em infraestruturas, segurança de redes e mecanismos de validação algorítmica. Por outro lado, os custos e sustentabilidade,

⁵ Vide Quadro 2 do Apêndice F.

⁶ Soma das posições atribuídas a cada desafio por todos os participantes, permitindo identificar as prioridades de forma agregada.



surgem na última posição do *ranking*, com a maior soma de posições (116), o que poderá indicar que este desafio, embora relevante, é percebido como secundário face às exigências imediatas de natureza técnica e operacional. Esta posição sugere que, no contexto militar, o fator económico não é visto como um impedimento crítico à adoção da IA, partindo do princípio de que, sempre que a necessidade for real e evidente — nomeadamente para garantir a segurança, a eficácia operacional ou a superioridade estratégica — os investimentos necessários acabarão por ser mobilizados. Assim, os participantes parecem demonstrar confiança de que as limitações financeiras e a gestão da dependência tecnológica serão ultrapassadas à medida que a urgência e os benefícios da implementação da IA se tornem incontornáveis, reforçando a lógica de que, em cenários onde a operacionalidade está em causa, os recursos tendem a ser disponibilizados. Como refere J. Barroso (entrevista presencial, 25 de fevereiro de 2025), “é uma questão de prioridade, se for necessário e prioritário, o dinheiro aparece”.

Para além dos desafios já identificados na literatura, os participantes destacaram preocupações com impacto direto na eficácia da implementação da IA em contexto militar. Salientou-se a dificuldade de interoperabilidade entre soluções de IA e sistemas de C2 existentes, frequentemente heterogéneos ou tecnologicamente desfasados (J. Barroso, *op. cit.*, 25 de fevereiro de 2025; V. Teixeira, entrevista por email, 21 de março de 2025). Esta limitação torna-se ainda mais crítica em contextos conjuntos e combinados, onde a compatibilidade entre plataformas é determinante para a eficácia operacional. Por fim, foi também destacada a retenção de talento qualificado, referindo-se à dificuldade em manter especialistas em IA no seio das FA face à elevada atratividade do sector privado. Esta problemática reveste-se de particular importância, uma vez que compromete a sustentabilidade dos investimentos em formação e o desenvolvimento de competências internas necessárias à utilização e manutenção destas tecnologias (V. Teixeira, *op. cit.*).

4.2 Infraestrutura tecnológica e interoperabilidade

No contexto da condução de operações militares terrestres, em Teatro de Operações em Território Nacional, como no âmbito de uma Força Nacional pronta para combater, a análise dos dados recolhidos revela que a cibersegurança e proteção de dados (3.3)⁷ é o desafio tecnológico mais amplamente reconhecido, tendo sido referido por 11 dos 20 participantes (55%), com destaque particular para o sector militar, onde foi assinalado por 85,7% dos participantes, evidenciando a sua centralidade estratégica na adoção da IA em

⁷ Vide Quadro 4 do Apêndice F.



contexto militar. As preocupações incidem particularmente sobre a proteção das redes de missão, uma vez que a integridade dos dados utilizados pelos modelos de IA pode ser comprometida por ataques cibernéticos. Como alerta F. Oliveira (entrevista por email, 26 de março de 2025), “A segurança dos sistemas de IA e a sua possibilidade de serem atacados, [pode] levar à tomada de decisões erradas após os ataques”, o que reforça a necessidade de garantir resiliência e fiabilidade face a ameaças adversárias.

Com o nível de referência global de 45%, a infraestrutura física e de suporte (3.2)⁸ surge como um segundo pilar crítico a nível tecnológico. A limitação das infraestruturas atuais é vista como um entrave direto à operacionalização da IA, requerendo investimentos em capacidade computacional, redes de comunicação robustas e instalações preparadas para suportar sistemas inteligentes. Como sublinha J. Afonso (entrevista por email, 18 de março de 2025), “caso se queira implementar um sistema deste tipo [...] a aquisição e manutenção da infraestrutura/hardware seria o maior obstáculo”.

Embora com uma incidência total de 40%, merece destaque o desafio ambientes extremos e robustez (3.8)⁶, pelo facto de ter sido assinalado por 80% dos participantes do sector industrial. Este resultado indica uma perceção clara da necessidade de garantir a operação da IA em contextos com conectividade limitada ou sujeitos a interferência eletromagnética, promovendo soluções offline resilientes e com capacidade de *edge computing* (B. Banha, entrevista por email, 18 de março de 2025). Esta preocupação surge, sobretudo, face às limitações operacionais da IA em teatros de operações descentralizados e exigentes, onde a autonomia funcional, a fiabilidade offline e a resiliência dos sistemas são requisitos técnicos críticos (G. Valadas, entrevista por email, 24 de março de 2025).

4.2.1 Boas Práticas: Interoperabilidade, Segurança e Conformidade

Para além dos desafios tecnológicos identificados, os contributos da indústria permitiram ainda compreender de que forma algumas empresas abordam questões críticas como a interoperabilidade técnica e a segurança no desenvolvimento de soluções de IA. Destacam-se três abordagens principais:

- Implementação de processos de desenvolvimento rigoroso e segurança transversal, com base no princípio *secure by design*;
- Adoção de arquiteturas abertas e modulares, através do uso de *frameworks*, soluções *on-premisses* e código aberto; e

⁸ Vide Quadro 4 do Apêndice F.



- Alinhamento com regulamentos europeus e com preocupações éticas desde a fase de conceção, nomeadamente no cumprimento do *AI Act*⁹ europeu.

Estas práticas ilustram formas concretas de mitigar os riscos apontados nas entrevistas, oferecendo referências úteis para a integração segura, interoperável e ética da IA no domínio da defesa.

4.3 Desafios organizacionais

Entre os desafios organizacionais à implementação da IA em contexto militar, destaca-se em primeiro lugar a resistência à adoção da IA (3.9)¹⁰, referida por 11 participantes (55%), sendo particularmente expressiva entre militares (71,4%) e académicos (50%). Este desafio remete para barreiras culturais, desconfiança face à tecnologia e a dificuldade de mudança em estruturas hierárquicas tradicionais. O peso da cultura organizacional e o receio de perda de controlo ou autoridade na condução de operações são frequentemente apontados como fatores que condicionam a aceitação das soluções baseadas em IA (H. Pinto, entrevista por email, 14 de março de 2025).

O planeamento e gestão da IA (3.13)⁸ foi mencionado por 25% da amostra, incluindo representantes dos três sectores, sinalizando a ausência de uma visão estratégica, considerando que “a adoção de IA no apoio à decisão militar exige um conjunto claro de políticas, normas, orientações e diretrizes para garantir sua utilização responsável” uma vez que a sua ausência “pode levar ao uso inconsistente da IA, à violação de normas internacionais ou a situações em que a IA seja usada de maneira não ética” (P. Cruz, entrevista por email, 6 de março de 2025).

Quanto à formação e qualificação (3.12)⁸, considerada um aspeto tradicionalmente associado à capacitação de recursos humanos, esta também foi referida por 25% da amostra, o que sugere uma tendência de consciencialização, no seio das FA, de que a integração da IA exige novas competências específicas a todos os escalões e que ainda não estão plenamente disseminadas (P. Cruz, *op. cit.*).

Por fim, a adaptação do Processo de Decisão Militar (3.14)⁸, embora mencionada por apenas três participantes (15%), representa um ponto com elevado valor simbólico e metodológico, na medida em que pressupõe uma revisão profunda dos mecanismos

⁹ Regulamento europeu que define regras para o uso da IA, excluindo usos exclusivamente militares, mas com impacto indireto na defesa, dado que muitos fornecedores civis abrangidos também desenvolvem tecnologia com aplicação militar (EU Regulation n.º 2024/1689, de 12 de julho).

¹⁰ Vide Quadro 4 do Apêndice F.



doutrinários e procedimentais que sustentam a decisão ao nível tático (H. Parcelas, entrevista presencial, 26 de março de 2025).

4.3.1 Recomendações Organizacionais e Prioridades de Formação

No âmbito dos desafios identificados, os participantes foram também convidados a indicar áreas prioritárias de formação consideradas essenciais para capacitar os elementos de comando e estado-maior. Entre as sugestões mais consensuais destaca-se a formação em fundamentos de IA e respetivas limitações (5.1)¹¹, mencionada por 65% da amostra. Esta recomendação demonstra a necessidade sentida de estabelecer uma base conceptual sólida sobre o funcionamento e os limites das soluções algorítmicas, de modo a garantir decisões informadas e críticas. Tal como refere J. Pereira (entrevista por email, 3 de março de 2025) deverá haver "formação generalista e conceptual, que permita compreender os princípios de funcionamento e as potencialidades e limitações da IA".

Embora com menor frequência, a formação prática *on-job* e simulações (5.2)⁹ foram também mencionadas por 50%, sugerindo a importância de promover experiências formativas que repliquem condições reais de utilização e que contemplem uma forte componente de segurança digital. Para tal será necessário "a realização de exercícios práticos e simulações de [processos de] decisão com IA, aplicando o conhecimento em situações simuladas" (H. Pinto, *op.cit.*) bem como a necessidade de "abordar temas relacionados com a segurança da informação e elucidar os militares do que podem ou não fazer, especialmente com a utilização de modelos disponíveis em redes abertas e não seguras" (F. Oliveira, *op.cit.*).

Ainda no plano organizacional, ressalta também a recomendação de ações de sensibilização e aceitação (4.7)¹², que visa promover a confiança interna na utilização de IA e reduzir resistências culturais. Esta proposta evidencia a perceção de que a transformação organizacional não se faz apenas por via estrutural ou tecnológica, mas requer também mudança cultural e investimento sustentado nos recursos humanos. Tal como referido por um dos participantes, "é preciso explicar às pessoas [...] a todos os níveis", sendo que, "as primeiras pessoas que têm que ser convencidas são os chefes" (J. Barroso, *op.cit.*).

Em articulação com os desafios tecnológicos identificados no subcapítulo 4.2, os participantes recomendaram ainda diversas medidas institucionais para promover uma adoção mais eficaz da IA no contexto da defesa, destacando-se entre as mais mencionadas,

¹¹ Vide Quadro 6 do Apêndice F.

¹² Vide Quadro 5 do Apêndice F.



a definição de estratégias e políticas claras (4.1)¹³ e a formação e capacitação contínua (4.2)¹¹, referidas por 45% dos participantes. Estas recomendações evidenciam a relevância de um enquadramento estratégico consistente, assente num planeamento a longo prazo e num suporte político claro, capaz de orientar os investimentos em interoperabilidade, segurança e modernização tecnológica, através de uma “estratégia unificada para o uso de IA nas Forças Armadas, com objetivos, metas e marcos bem definidos” (P. Cruz, op. cit.).”

4.4 Ética e confiabilidade na utilização da IA

No plano ético, os dados recolhidos evidenciam duas preocupações centrais na integração da IA em contexto militar: a necessidade de garantir a supervisão e controlo humano (3.15)¹⁴ e a definição dos limites éticos e jurídicos da autonomia algorítmica (3.16). O primeiro desafio foi referido por 11 participantes (55%), com particular expressão no sector militar (85,7%), refletindo uma preocupação dominante com a preservação da autoridade e da responsabilidade humanas num PDM apoiado por IA. Destaca-se a importância de manter o decisor humano “*in the loop*”, sobretudo em decisões com implicações éticas críticas. Como referiu R. Antunes (entrevista por videoconferência, 17 de março de 2025), “um algoritmo não deveria ter acesso a decisões terminais, como decidir eliminar um alvo. Deve existir sempre um responsável humano que assuma a decisão final após validação dos dados e das recomendações feitas pelo algoritmo”, sublinhando ainda que “as ferramentas de auditoria ainda não são suficientemente avançadas para dispensar intervenção humana nesse nível ético crítico”.

Por sua vez, o desafio da delegação e limites éticos da IA (3.16)¹² foi igualmente mencionado por 11 participantes (55%), com destaque para a academia (87,5%). Este prende-se com a definição do grau de autonomia aceitável e a delimitação das decisões que podem ser atribuídas a sistemas automatizados. Como alertou A. Nunes (entrevista por videoconferência, 24 de abril de 2025), “o problema é que a confiança do comandante militar em escolher é baseada exclusivamente em números e análise quantitativa”, conduzindo, em certos casos, a uma redução drástica do controlo humano. Esta situação levanta questões críticas, nomeadamente pela diminuição do tempo útil de decisão, com sistemas a determinar automaticamente, por exemplo, o tipo de munição a utilizar com base em perfis biológicos — evidenciando a complexidade e os riscos associados a uma autonomia algorítmica desregulada. Assim, tanto a clarificação dos limites de atuação da IA como a definição da

¹³ Vide Quadro 5 do Apêndice F.

¹⁴ Vide Quadro 4 do Apêndice F.



atribuição de responsabilidades são vistas como condições essenciais para uma integração ética e segura desta tecnologia no domínio militar.

Neste contexto, destaca-se a abordagem da NATO, que, através da sua Estratégia de Inteligência Artificial (North Atlantic Treaty Organization, 2024b), definiu seis princípios orientadores para o uso responsável da IA: legalidade, responsabilidade, explicabilidade, fiabilidade, governabilidade e mitigação de viés. Estes princípios assumem-se como fundamentais para garantir que a integração da IA em operações militares respeita os valores democráticos e os enquadramentos legais internacionais. Conforme salientado por Malchin (2025), responsável pelo Innovation Hub do NATO ACT, a explicabilidade não é apenas uma característica desejável, mas sim um imperativo operacional, sendo condição essencial para que comandantes e operadores possam confiar, interpretar e, quando necessário, desafiar as recomendações algorítmicas. A ausência desta capacidade transformaria qualquer sistema de apoio à decisão num risco inaceitável, ao exigir confiança cega em processos opacos. Assim, para a NATO, a explicabilidade emerge como pilar central para assegurar a legitimidade, a transparência e a eficácia no uso da IA no domínio militar.

Estas preocupações práticas encontram eco na literatura recente, onde autores como Huelss (2024) alertam para as implicações mais profundas da crescente autonomização da perceção e decisão operacionais. No âmbito da doutrina norte-americana *Joint All-Domain Command and Control* (JADC2), Huelss descreve o fenómeno da “desvisualização”, caracterizado pela substituição progressiva da visão humana por interpretações algorítmicas baseadas em inferência estatística. Esta tendência compromete tanto a transparência das decisões como a própria noção de controlo significativo, ao transferir a capacidade de decisão para sistemas dificilmente auditáveis.

No limite, esta evolução pode conduzir a uma “regressão ocular deliberada”, onde o decisor humano é voluntariamente afastado do processo interpretativo em nome da rapidez e eficácia. A ação militar passa a basear-se exclusivamente em inferências produzidas por modelos de IA, vulneráveis a manipulações e com dificuldades acrescidas na atribuição de responsabilidade ética e legal. Estes riscos culminam naquilo que Huelss (2024) define como uma “névoa algorítmica da guerra”¹⁵ — uma nova forma de incerteza gerada não pela ausência de dados, mas pela sua sobrecarga e pela excessiva confiança na interpretação automatizada.

¹⁵ *Algorithmic fog of war.*



Esta análise crítica reforça, assim, a pertinência das recomendações apresentadas pelos participantes no sentido de assegurar supervisão humana robusta, transparência algorítmica e formação sólida nos fundamentos da IA, como salvaguardas essenciais para preservar a legitimidade e responsabilidade nas decisões militares mediadas por tecnologias inteligentes.

4.4.1 Abordagens Institucional na Implementação de IA

Os dados recolhidos junto dos representantes da indústria permitiram compreender de que forma algumas organizações já incorporam preocupações éticas no desenvolvimento de soluções baseadas em IA. Foram identificados três eixos principais de atuação:

- Governança, regulação e proteção de dados, com referência a quadros legais como o *AI Act*;
- Funcionalidade, segurança e resiliência, evidenciando a importância de práticas de validação e resistência a falhas em ambientes reais; e
- Transparência, confiança e verificabilidade, com enfoque na explicabilidade dos sistemas e na credibilidade junto dos utilizadores.

Neste âmbito, B. Banha (op. cit.) referiu a existência, na sua empresa, de “sistemas internos de auditorias regulares”, uma política de “tolerância zero a alucinações, com verificação humana”, e a preocupação em evitar "caixas negras", garantindo que “todos os sistemas têm *logs* interpretáveis e auditáveis”. Este exemplo demonstra o esforço de algumas organizações em operacionalizar princípios éticos de forma estruturada, desde a fase de conceção, com implicações diretas na arquitetura técnica, na documentação e na responsabilização institucional.

Em linha com estas práticas e em consonância com os desafios éticos identificados, os participantes recomendaram a implementação de mecanismos de supervisão humana e transparência algorítmica (4.6)¹⁶, bem como uma abordagem institucional centrada na ética (4.9)¹⁴. Estas sugestões refletem a preocupação com a legitimidade das decisões apoiadas por IA, a responsabilidade organizacional face ao uso da tecnologia e a necessidade de garantir conformidade com os princípios legais e morais aplicáveis ao domínio militar. Neste sentido, foi salientado que “os Estados comprometem-se com o respeito e a instrução do Direito Internacional Humanitário” (A. Nunes, op.cit.), princípio que exige salvaguardas éticas e supervisão humana contínua na utilização destes sistemas.

¹⁶ Vide Quadro 5 do Apêndice F.



4.5 Síntese conclusiva

Da análise efetuada, e em resposta à QD1, “*Quais são os principais desafios na aplicação da IA para o apoio à decisão na Força Terrestre de Próxima Geração?*”, conclui-se que a integração de IA no PDM enfrenta um conjunto complexo de desafios, predominantemente de natureza tecnológica, mas fortemente interligados com dimensões organizacionais e éticas. A qualidade e a disponibilidade dos dados emergem como o principal obstáculo, evidenciando que a eficácia da IA depende, em primeira instância, da robustez, fiabilidade e segurança da informação processada. A par deste desafio, destacam-se as preocupações com a confiabilidade dos sistemas — marcadas pela opacidade algorítmica — e com a cibersegurança, refletindo a necessidade imperativa de garantir resiliência em ambientes operacionais adversos.

No plano organizacional, a resistência cultural à adoção da IA e a insuficiente preparação dos recursos humanos revelam-se barreiras críticas a vencer, que transcendem a simples introdução de tecnologia e exigem uma transformação institucional sustentada em políticas claras, formação contínua e sensibilização para uma integração harmoniosa entre homem e máquina. Por sua vez, os desafios éticos concentram-se na preservação do controlo humano significativo e na definição de limites à autonomia algorítmica, assegurando que a utilização da IA no apoio à decisão não compromete os princípios de responsabilidade, transparência e conformidade legal.

Importa sublinhar que estas dimensões não se apresentam de forma isolada, mas antes interdependentes: a ausência de políticas estruturadas e de formação adequada agrava os riscos éticos e tecnológicos, enquanto a falta de confiança nos sistemas decorre tanto de limitações técnicas como de barreiras culturais e preocupações legais e éticas. Assim, a mitigação destes desafios exige uma abordagem integrada, que combine investimentos em infraestrutura e segurança, com a promoção de uma cultura organizacional adaptativa e a implementação de mecanismos de governação ética robustos. Neste âmbito, assume particular relevância a adoção de princípio da explicabilidade, conforme preconizado pela NATO (Malchin, 2025), garantindo que a integração da IA no PDM decorre de forma transparente, confiável e alinhada com os enquadramentos legais e operacionais exigidos. Só através deste equilíbrio será possível garantir uma adoção eficaz, segura e legitimada da IA no apoio à decisão da FTPG.



5. Análise dos benefícios da IA no Processo de Decisão Militar

Este capítulo aborda como a integração da IA no PDM revela um elevado potencial para transformar as práticas atuais de planeamento e condução de operações, otimizando o processo, reduzindo incertezas e aumentando a eficácia operacional¹⁷.

5.1 Impacto no processo de decisão militar

A análise das respostas dos participantes, permitiu identificar um consenso quanto às fases do PDM que mais beneficiariam da aplicação de ferramentas de IA.

A Formulação das Modalidades de Ação (m/a) (fase 3), foi apontada por 75% dos participantes como a mais beneficiada pela IA, pela sua capacidade de gerar automaticamente múltiplas alternativas operacionais com base em dados integrados. Ferramentas de simulação e modelos generativos permitem construir opções realistas, considerando restrições logísticas e geográficas, acelerando o planeamento e promovendo decisões mais informadas e adaptativas.

Segue-se a Análise das m/a (fase 4), referida por 65% dos participantes, é potenciada por simulações iterativas e técnicas como aprendizagem por reforço e análise preditiva, que permitem testar opções em cenários diversos com maior rigor e menor tempo. Esta abordagem melhora a fiabilidade do Jogo da Guerra e facilita a identificação da melhor alternativa.

A Análise da Missão (fase 2), mencionada por 55% dos participantes, é reforçada pela IA através da fusão de dados de múltiplas fontes e do uso de *Natural Language Processing* (NLP) para extrair informação crítica de ordens complexas. Sistemas de priorização inteligente ajudam a identificar riscos e inconsistências, acelerando a compreensão do contexto.

A Comparação das m/a (fase 5) obteve igualmente 55% de menções. Esta fase, é melhorada por técnicas de apoio multicritério e otimização, que permitem comparações rigorosas entre opções. A IA ajuda a reduzir o impacto de vieses humanos e, com sistemas de *explainable AI* (XAI), aumenta a transparência das recomendações para o decisor.

É também significativa a observação de que nenhum dos participantes identificou a Aprovação da m/a (fase 6) como passível de beneficiar diretamente da integração de IA. Este dado indica a unanimidade entre os participantes de que a decisão final é reservada ao comandante, continuando a ser percecionada como um momento essencialmente humano, em que o juízo, a liderança e a responsabilidade pessoal mantêm um papel insubstituível.

¹⁷ Vide Quadro 9 do Apêndice F.



5.2 Casos de uso relevantes em forças militares internacionais

Com o objetivo de identificar boas práticas e experiências consolidadas na integração da IA no apoio à decisão militar, foram analisados exemplos internacionais que, segundo os participantes, poderão servir de referência para a FTPG. Entre os países mencionados destacam-se os EUA, Israel, Reino Unido, China e Espanha. No entanto, tendo em conta a disponibilidade de informação em fontes abertas e o grau de desenvolvimento institucional observado, foram selecionados os casos dos EUA e do Reino Unido para análise mais aprofundada. Estes estudos de caso ilustram abordagens distintas à aplicação da IA no PDM, oferecendo contributos relevantes para reflexão e eventual adaptação ao contexto nacional. Neste quadro, existem vários exemplos de como a evolução tecnológica tem beneficiado da aplicação de IA no PDM, com impactos visíveis em várias fases, nomeadamente nas fases Análise da Missão, Formulação das m/a, Análise das m/a e Comparação das m/a. Importa, no entanto, referir que, a utilização de sistemas baseados em IA tem vindo a esbater a separação clássica entre estas fases, conduzindo a uma maior simultaneidade entre a formulação, análise e comparação de m/a. Esta tendência é observável em sistemas como o *Palantir AIP*, *Palantir Maven Smart System (MSS)* e as *Global Information Dominance Experiments (GIDE)*, detalhados em seguida.

5.2.1 Estudo de Caso: Estados Unidos da América

Os EUA destacam-se como uma das nações mais avançadas na integração de IA no sector da defesa. O principal documento enquadrante de nível estratégico é o *Department of Defense Artificial Intelligence Strategy*, que estabelece como prioridade a aceleração da adoção da IA de forma ética e segura, com o objetivo de melhorar a velocidade, a qualidade e a superioridade nas decisões aos níveis estratégico, operacional e tático (U.S. Department of Defense, 2018).

Na Fase 2 – Análise da Missão, a IA é usada para integrar e correlacionar grandes volumes de dados operacionais (geoespaciais, meteorológicos, *Intelligence Surveillance and Reconnaissance (ISR)*, etc.), potenciando o PDM. A iniciativa JADC2 define a arquitetura de integração em Operações Multi-Domínio (OMD), e os GIDE, liderados pelo *U.S. Northern Command*, testam soluções com IA para fusão de dados e apoio à decisão quase em tempo real, reforçando a *situational awareness (SA)* (U.S. Department of Defense, 2023, 2025).



Na Fase 3 – Formulação das m/a, destaca-se o *Project Maven*¹⁸, com aplicações como o Palantir MSS, testado no exercício *Scarlet Dragon*. A plataforma integra múltiplas fontes de dados numa única interface, acelerando a formulação de m/a, melhorando a informação disponível e reduzindo o tempo de planeamento (Huelss, 2024; Pellerin, 2017; U.S. Army Joint Modernization Command, 2023).

Na Fase 4 – Análise das m/a, a IA permite simular efeitos, estimar riscos e testar a viabilidade de cada opção. Exemplos como os GIDE e o Palantir AIP demonstram a substituição progressiva da análise humana por sistemas algorítmicos de *sense-making*¹⁹, reforçando a fiabilidade na avaliação tática. (Huelss, 2024; Palantir, 2025b; U.S. Department of Defense, 2023).

Por fim, na Fase 5 – Comparação das m/a, a IA aplica critérios objetivos e gera visualizações estruturadas para apoiar o comandante na seleção da melhor opção. O Palantir AIP apresenta estas recomendações em interfaces pensadas para permitir decisão rápida e antecipação face ao adversário (Huelss, 2024; Palantir, 2025b).

A par com o forte investimento tecnológico, os EUA mantêm uma preocupação clara com a governação ética da IA. A Declaração Política sobre o Uso Militar Responsável da Inteligência Artificial e da Autonomia, emitida em 2023, estabelece princípios orientadores como o controlo humano significativo, a transparência dos sistemas e o respeito pelo direito internacional. Estes princípios são aplicáveis a todas as fases do PDM onde a IA intervém, assegurando que a sua utilização não compromete a legitimidade nem a responsabilidade humana (U.S. Department of State, 2023).

Em síntese, a experiência norte-americana demonstra uma abordagem integrada e pragmática à implementação da IA no apoio à decisão militar. Através de uma articulação entre inovação tecnológica, práticas operacionais e princípios éticos, os EUA comprovam como a IA pode reforçar decisivamente o PDM — melhorando a compreensão da missão, a geração e análise de opções, e a seleção final da melhor solução — sem abdicar do controlo e responsabilidade por parte do decisor humano.

¹⁸ O *MAVEN Smart System* é uma solução norte-americana que integra IA para processar grandes volumes de dados de vigilância, acelerando a identificação de ameaças e o apoio à decisão operacional em tempo real (Missile Defense Advocacy Alliance, 2025).

¹⁹ Sistemas de IA e *Machine Learning* (ML) que recolhem, interpretam e transformam grandes volumes de dados em consciência situacional e recomendações em tempo real.



5.2.2 Estudo de Caso: Reino Unido

O Reino Unido tem-se destacado como pioneiro na integração da IA no apoio à decisão militar, reconhecendo o seu valor para aumentar a eficácia, agilidade e precisão operacional. A *Defence Artificial Intelligence Strategy* (UK Ministry of Defence, 2022) define como prioridade tornar as Forças Armadas britânicas uma organização *AI ready*, apostando na IA como fator de vantagem estratégica.

Segundo o *Defence AI Playbook* e outras diretrizes, a IA é aplicada na análise de grandes volumes de dados, na geração de opções alternativas e na seleção da solução tática mais eficaz. Estas funções reforçam quatro fases-chave do PDM: análise da missão, formulação, análise e comparação das m/a (UK Ministry of Defence, 2024b). À semelhança do modelo norte-americano, verifica-se uma crescente sobreposição entre fases, processadas de forma simultânea pelas ferramentas de IA.

Na Fase 2 – Análise da Missão, a IA é empregue para correlacionar dados geoespaciais, meteorológicos, de informações e capacidades das forças, permitindo uma compreensão mais rápida e abrangente da situação operacional. Já na Fase 3 – Formulação das m/a, os algoritmos são utilizados para gerar e simular diferentes modalidades de ação, integrando variáveis múltiplas e cenários alternativos. De seguida, na Fase 4 – Análise das m/a, as ferramentas de IA contribuem para estimar os riscos, os efeitos colaterais, os impactos logísticos e o grau de aceitabilidade e exequibilidade de cada opção. Por fim, na Fase 5 – Comparação das m/a, modelos de apoio à decisão permitem aplicar critérios objetivos para comparar as opções disponíveis, oferecendo apoio ao comandante na seleção da abordagem mais adequada com base em dados quantificáveis (UK Ministry of Defence, 2024b, 2024a).

Um exemplo ilustrativo foi o exercício *Spring Storm*, onde os militares britânicos usaram ML para acelerar o planeamento de operações, reduzindo tempos de decisão sem perder rigor analítico. Estas soluções reforçam a interação homem-máquina, central nas políticas britânicas de IA (UK Ministry of Defence, 2022), destacando-se a utilização da Palantir AIP, que apoia várias fases do PDM, integrando dados e gerando visualizações para facilitar a avaliação de m/a (Palantir, 2025a).

A doutrina britânica *Joint Service Publication 936* enfatiza a transparência, fiabilidade e controlo humano, estabelecendo princípios como inteligibilidade dos modelos, mitigação de viés e responsabilização humana (UK Ministry of Defence, 2024a).



Em síntese, o Reino Unido segue uma abordagem pragmática e estruturada, demonstrando que a IA pode potenciar o PDM sem comprometer a autoridade humana — servindo como referência para outros países (UK Ministry of Defence, 2022, 2024a).

5.3 Síntese conclusiva

Da análise desenvolvida, e em resposta à QD2, “*Quais são os benefícios práticos da aplicação de IA no apoio à decisão na Força Terrestre de Próxima Geração?*”, conclui-se que a integração da IA no PDM potencia ganhos significativos em termos de eficiência, precisão e agilidade na condução de operações. A capacidade da IA para processar grandes volumes de dados, gerar e avaliar m/a revela-se especialmente vantajosa nas fases mais complexas do PDM, nomeadamente na análise da missão (fase 2), formulação (fase 3), análise (fase 4) e comparação (fase 5) das m/a. Estes benefícios traduzem-se numa redução substancial do tempo de planeamento e decisão, numa melhoria da qualidade das opções consideradas e num reforço da capacidade adaptativa face a cenários dinâmicos e incertos.

Um dos impactos mais relevantes observados é a forma como a IA permite dinamizar o PDM, esbatendo a separação tradicional entre fases e promovendo uma maior simultaneidade entre a geração, análise e comparação de m/a. Este dinamismo possibilita ajustes rápidos sempre que surgem novas variáveis operacionais, incrementando a flexibilidade do estado-maior e facilitando decisões mais ágeis e informadas em ambientes caracterizados pela incerteza e necessidade de resposta imediata.

A aplicação prática da IA, tal como evidenciado pelos casos de estudo dos EUA e do Reino Unido, demonstra que esta tecnologia não só otimiza processos analíticos e preditivos, como também contribui para aumentar a SA e antecipar ameaças, conferindo uma superioridade na qualidade das decisões, sustentada na rapidez e precisão da informação tratada. Importa destacar que a IA atua como um multiplicador de força, ampliando a capacidade dos estados-maior em lidar com a complexidade informacional e em explorar um maior número de opções com fundamentação robusta e em tempo útil.

Adicionalmente, a utilização de ferramentas de IA promove uma maior objetividade na avaliação das alternativas, mitigando vieses cognitivos e proporcionando recomendações baseadas em critérios consistentes e transparentes. No entanto, ficou igualmente claro que estes benefícios não anulam o papel central do comandante, mantendo-se a decisão final como uma prerrogativa humana insubstituível.

Em suma, a IA oferece à FTPG uma oportunidade concreta para reforçar a eficácia operacional, através da aceleração do processo de decisão, da redução de incertezas e da



melhoria contínua da gestão da informação em ambiente operacional complexo. A sua integração, quando devidamente enquadrada, representa um avanço estratégico no domínio do comando e controlo, potenciando uma resposta mais célere, informada e assertiva face aos desafios do campo de batalha contemporâneo.



6. Soluções de IA e práticas aplicáveis

A crescente sofisticação das tecnologias de IA e a sua proliferação nos domínios civil e militar têm vindo a criar oportunidades tangíveis para a sua aplicação no apoio à decisão em operações militares. Este capítulo visa identificar e analisar um conjunto de soluções tecnológicas emergentes e práticas metodológicas que poderão ser adaptadas ao contexto do EP, com foco no PDM da FTPG.

A estrutura deste capítulo organiza-se em dois eixos principais: a identificação de ferramentas tecnológicas com potencial aplicabilidade operacional e a análise de práticas nacionais e internacionais que podem ser adaptadas à realidade portuguesa.

6.1 Ferramentas tecnológicas emergentes

Este subcapítulo visa identificar de que forma as plataformas tecnológicas emergentes de IA, analisadas previamente, se relacionam com os avanços, aplicações e exigências identificados durante a investigação.

Em termos de existência de sistemas de apoio à decisão promissores para adoção no âmbito do PDM, foi possível obter junto dos participantes, um conjunto vasto de soluções, tais como Palantir AIP, Fujitsu Private GPT e Thales cortAIx, destacando algumas das suas características, nomeadamente, segurança e redes segregadas, necessidade de adaptação e customização. Tal como salientado por um dos participantes, “a adoção de qualquer ferramenta deverá ser em estruturas de Sistemas de Informação implementadas em redes segregadas num modelo *On-Prem*” (P. Margarido, *op.cit.*). Apesar das eventuais capacidades e possibilidades de uma ferramenta, o seu valor não reside apenas na sua sofisticação técnica, mas na sua capacidade de ser ajustada às exigências operacionais da FTPG. Como sublinhado por J. Borges (entrevista presencial, 21 de fevereiro de 2025) “não haverá uma ferramenta que seja *one size fits all*. Tem sempre que ser ajustada às necessidades específicas do cliente”. Esta ideia é reiterada noutras declarações que enfatizam o potencial de integração incremental, a customização funcional e a adaptação aos requisitos de segurança e infraestrutura já existentes, elementos considerados essenciais para garantir eficácia e legitimidade no uso da IA no PDM (G. Valadas, *op.cit.*).

Assim sendo, considerando os avanços recentes da IA mais relevantes para o apoio à decisão em ambientes complexos, 90% dos participantes referiram a importância de modelos de IA Avançados, incluindo LLM, NLP e algoritmos de classificação (9.1)²⁰. Neste domínio, plataformas como a Palantir AIP (Palantir, 2025b), o Fujitsu Private GPT (Fujitsu, 2025) e

²⁰ Vide Quadro 10 do Apêndice F.



o IBM Defense Simulation Analytical Service (DSAS) (International Business Machines Corporation, 2024d) assumem particular relevância, ao permitirem a síntese e análise avançada de grandes volumes de dados em ambientes seguros e controlados.

Simulação, Previsão e Apoio Integrado à Decisão (9.3) foram destacados por 70% dos participantes. Aqui, destacam-se o IBM DSAS, pela sua capacidade de simular cenários complexos e apoiar a tomada de decisão em tempo real, e a AI4DEF, orientada para otimização de decisões em tempo real em missões de ISR.

A IA Explicável, Confiabilidade e Quantificação de Incerteza (9.4) foi mencionada por 55% dos participantes da academia, sendo uma preocupação transversal a plataformas como o Thales CortAIx e o Palantir MSS (Palantir, 2024), que incorporam mecanismos de transparência e rastreabilidade nos seus processos de decisão.

O avanço em Edge AI e Eficiência Computacional (9.5), foi salientado por 45% dos participantes. Nesta área destacam-se soluções como o Anduril Lattice OS (Anduril, 2025) e o Fujitsu Private GPT, ao oferecer processamento local e seguro, ideal para ambientes com restrições de conectividade.

Na tabela 2 são apresentadas um conjunto mais abrangente de plataformas tecnológicas com potencial de aplicação no PDM, identificadas com base na análise das entrevistas realizadas e em pesquisa bibliográfica, incluindo documentação técnica e fontes institucionais atualizadas. Estas soluções foram selecionadas com especial ênfase nas capacidades elencadas pelos participantes, garantindo que têm capacidade para atuar em ambientes segregados e apoiar a decisão em tempo real. No Apêndice G é possível verificar de que forma cada plataforma contribui para as diferentes fases do PDM.



Tabela 2 - Plataformas Desafios à implementação de IA no contexto militar em tarefas de apoio à decisão

Plataforma	Entidade	Descrição	Link Oficial
AI4DEF	EDIDP / Consórcio Europeu	Plataforma europeia de IA para análise ISR, apoio tático e otimização de decisões em tempo real.	(AI4DEF, 2025)
Anduril Lattice OS	Anduril Industries (EUA)	Sistema operativo para fusão de sensores e controlo autónomo de forças, apresentando recomendações em tempo real com base em <i>deep learning</i> .	(Anduril, 2025)
C3 AI Decision Advantage	C3.ai (EUA)	Plataforma de IA que melhora a SA e a gestão de batalhas, sintetizando múltiplas fontes de informações.	(C3 AI, 2025)
Fujitsu Private GPT	Fujitsu	Plataforma de IA generativa que assegura segurança de dados. Embora sem uso militar explícito, é particularmente adequada ao apoio à decisão.	(Fujitsu, 2025)
Gonzalo	Exército (Espanha)	Ferramenta espanhola para planeamento e análise tática, oferecendo visualização e sugestões operacionais num ambiente seguro.	(Navarro, 2025)
IBM Defense Simulation Analytical Service	IBM	Ambiente de planeamento de missões em tempo real que utiliza IA generativa (IBM Watsonx) para acelerar a SA, analisar m/a e apoio à decisão.	(International Business Machines Corporation, 2024d)
DIAMONDShield	Lockheed Martin (EUA)	Plataforma avançada de C2 para OMD, integrando IA para acelerar o planeamento e execução de missões de defesa aérea. Oferece visualização em tempo real do campo de batalha e interoperabilidade com sistemas aliados.	(Lockheed Martin, 2025)
Palantir AIP	Palantir (EUA/NATO)	Plataforma que integra LLM em ambiente militar, permitindo interação por NLP e sugestões operacionais.	(Palantir, 2025b)
Palantir Maven Smart System	Palantir (EUA/NATO)	Sistema de IA que apoia a SA do campo de batalha, integração global, gestão de forças, logística, fogos conjuntos e fluxos de trabalho de <i>targeting</i> .	(Palantir, 2024)
Thales CortAIx	Thales Group (França)	Ferramenta de IA centrada na SA, análise de ameaças e automação de processos decisórios em tempo real.	(Thales, 2024)



6.2 Práticas adaptáveis ao contexto português

A adoção de soluções de IA nas FA Portuguesas exige uma abordagem evolutiva, realista e alinhada tanto com as capacidades internas como com o enquadramento estratégico da NATO e da EDN, cujo Plano de Ação 2025-2026 (Governo de Portugal, 2024) define três eixos de atuação — Inovação, Talento e Infraestrutura — os quais constam na iniciativa “Agenda Nacional de Inteligência Artificial”, ainda em fase de elaboração, oferecendo um quadro orientador para uma integração sustentada da IA no domínio militar, incluindo, de forma particular, as ferramentas de apoio à decisão no PDM.

Ao articular estas práticas com as políticas públicas e os compromissos estratégicos de Portugal, garante-se que a adoção da IA pelas FA Portuguesas não se limita a uma mera transposição tecnológica, mas representa uma transformação adaptada às necessidades operacionais nacionais e ao contexto multinacional contemporâneo.

6.2.1 Inovação: Customização e Parcerias Estratégicas

A inovação no contexto da defesa não deve limitar-se exclusivamente à adoção de tecnologia de ponta, mas sim centrar-se na adaptação das soluções existentes. Esta necessidade foi amplamente referida pelos participantes, nomeadamente a importância da customização como requisito crítico para a eficácia da IA no PDM. Exemplos como a plataforma Gonzalo, o Palantir MSS e o DIAMONDShield, mencionadas na Tabela 2, demonstram como soluções testadas por aliados podem ser adaptadas ao contexto nacional, respeitando as especificidades operacionais portuguesas e os requisitos de segurança.

Adicionalmente, a relação consolidada com a Thales permite explorar o potencial do cortAIX, reforçando o princípio da inovação *dual-use* defendido pela idD Portugal Defence²¹. A promoção de projetos-piloto colaborativos, envolvendo o Exército, a indústria e a academia, alinha-se com o objetivo da EDN de fomentar a inovação aplicada e a transferência de tecnologia no setor da defesa.

A pertinência da inovação é reforçada pela própria NATO, que destaca Portugal como um exemplo de liderança na experimentação de tecnologias emergentes, nomeadamente com

²¹ A idD Portugal Defence é uma entidade pública que promove a inovação e a internacionalização da BTID nacional, articulando esforços entre as FA, indústria, academia e centros de investigação, com o objetivo de posicionar Portugal como um ator relevante na economia de defesa europeia (idD Portugal Defence, 2025).



os seus exercícios ARTEX²² e REPMUS²³. Estes exercícios permitem testar soluções de IA em ambientes operacionais reais, com a participação ativa dos soldados no processo — assegurando, desde a fase de desenvolvimento, a criação de sistemas eficazes, éticos e ajustados às necessidades do utilizador final (Malchin, 2025).

6.2.2 Talento: Capacitação Estruturada e Multinível

A integração da IA depende, em primeira linha, da preparação dos recursos humanos. Nas entrevistas essa necessidade foi notória, tendo sido sublinhada a importância da formação especializada e da criação de equipas multidisciplinares. Neste sentido, existem várias ações que podem ser estruturadas para garantir uma capacitação progressiva e adaptada dos recursos humanos das FA Portuguesas:

- Sensibilização digital para todos os quadros, promovendo uma cultura organizacional aberta à inovação tecnológica;
- Formação técnica para operadores e analistas diretamente envolvidos no PDM;
- Especialização avançada para núcleos de investigação e desenvolvimento militar, focados na adaptação e evolução contínua das ferramentas de IA.

Esta abordagem responde ao eixo “Talento” da Agenda Nacional de IA, permitindo que as FA Portuguesas tirem partido dos programas nacionais de desenvolvimento de competências digitais e da articulação com centros de excelência académica e iniciativas europeias.

6.2.3 Infraestrutura: Ambientes Seguros e Simulação Operacional

A infraestrutura assume particular relevância no domínio da defesa, dada a necessidade de garantir ambientes segregados, resilientes e com elevados padrões de proteção da informação. Neste enquadramento, a criação de ambientes de simulação avançados, integrando capacidades de IA, representa uma prática essencial para a modernização das FA Portuguesas.

Partindo da experiência consolidada com sistemas tradicionais de simulação, como o *Joint Theater Level Simulation - Global Operations* (North Atlantic Treaty Organization, 2023), destaca-se a oportunidade de complementar estas ferramentas com plataformas emergentes, como o IBM DSAS. Estas plataformas de nova geração combinam simulação

²² O ARTEX é um exercício militar do EP que testa a articulação de capacidades de combate convencionais e tecnológicas, com foco na inovação e experimentação operacional em cenário terrestre (Exército Português, 2024)

²³ O REPMUS é um exercício internacional liderado por Portugal que testa tecnologias navais e sistemas não tripulados, promovendo a cooperação entre Marinha, indústria e centros de I&D em ambiente operacional real (Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal, 2024)



com análise preditiva e apoio dinâmico à decisão, permitindo testar procedimentos, gerar m/a automatizadas e validar soluções tecnológicas em contexto seguro e controlado.

Esta abordagem híbrida — articula simuladores consolidados com ferramentas potenciadas por IA — estando plenamente alinhada com os objetivos da EDN, nomeadamente o reforço da capacidade computacional nacional e a criação de condições para a experimentação tecnológica em ambientes críticos. Um dos participantes referiu, nesse contexto, que “os sistemas de simulação militar, como o *wargaming* assistido por IA, permitem testar respostas adversárias e avaliar a eficácia de cada abordagem antes da execução real” (N. Salvador, entrevista por email, 19 de março de 2025).

6.3 Síntese conclusiva

Da análise realizada, e em resposta à QD3, “*Quais as práticas e soluções de Inteligência Artificial existentes e suas características, que podem ser integradas no Processo de Decisão Militar?*”, conclui-se que o atual panorama tecnológico oferece um leque diversificado de ferramentas de IA com potencial aplicabilidade no apoio à decisão militar. Plataformas como o Palantir AIP, o Thales cortAIx, o IBM DSAS e o Fujitsu Private GPT destacam-se pela sua capacidade de operar em ambientes segregados, assegurar elevados padrões de segurança informacional e oferecer funcionalidades avançadas de simulação, análise preditiva e apoio integrado à decisão. No entanto, ficou evidente que nenhuma destas soluções pode ser adotada de forma direta e indiferenciada, sendo imprescindível a sua customização às especificidades operacionais, doutrinárias e infraestruturais do EP.

Para além das soluções tecnológicas, a investigação evidenciou que a integração eficaz da IA no PDM exige a adoção de boas práticas assentes em três eixos fundamentais: inovação, talento e infraestrutura. A inovação manifesta-se na capacidade de adaptar tecnologias existentes através de parcerias estratégicas com a indústria e a academia, garantindo soluções ajustadas às necessidades nacionais. Neste âmbito, a NATO reconhece a importância da experimentação prática, destacando iniciativas como o ARTEX e o REPMUS como modelos de referência na integração da IA, com especial foco no envolvimento direto dos operadores. O desenvolvimento de talento, por sua vez, é determinante para assegurar recursos humanos capacitados, capazes de operar, interpretar e evoluir estas ferramentas. Por fim, a criação de infraestruturas seguras e resilientes, nomeadamente ambientes de simulação avançados e redes segregadas, constitui a base para uma implementação sustentada e operacionalmente viável.



Em síntese, a integração de soluções de IA no PDM não se resume à aquisição de tecnologia, mas implica uma abordagem que combine ferramentas validadas por aliados e adaptadas ao contexto nacional, com uma forte aposta na capacitação interna, na experimentação simulada e no reforço de parcerias estratégicas entre o Exército, a indústria e a academia. Este caminho, alicerçado em práticas evolutivas e colaborativas, representa a via mais realista e operacionalmente consistente para preparar a FTPG para uma integração progressiva, segura e eficaz da IA no apoio à decisão.



7. Proposta de contributos para a aplicação de IA no PDM

Em resposta à Questão Central — “*Como pode a Inteligência Artificial ser aplicada ao Processo de Decisão Militar da Força Terrestre de Próxima Geração?*” — propõe-se uma abordagem prática e progressiva que permita uma adoção responsável, segura e adaptada à realidade nacional.

A integração da IA no PDM da FTPG não deve ser encarada como um processo linear ou exclusivamente tecnológico, mas como uma transformação gradual que articula capacitação humana, desenvolvimento doutrinário, experimentação operacional e consolidação institucional. Assim sendo, propõe-se uma abordagem alinhada com os princípios orientadores da EDN, da futura Agenda Nacional de IA, do *AI Act* europeu e com as práticas recomendadas pela NATO, nomeadamente no que respeita à explicabilidade, responsabilidade e validação contínua.

A análise das respostas dos participantes permite estruturar esta integração em cinco fases interligadas, concebidas para respeitar o ritmo de maturidade tecnológica e organizacional do EP, garantindo flexibilidade e mitigação de riscos.

A primeira fase centra-se na formação especializada e sensibilização organizacional (14.1)²⁴, identificada por 87,5% dos participantes como ponto de partida essencial. Esta etapa visa disseminar uma cultura de compreensão crítica da IA, capacitando quadros intermédios e superiores para interagir de forma informada com as ferramentas emergentes. A promoção de cursos modulares e oficinas práticas, em parceria com instituições académicas, a DGRDN e a idD Portugal Defence, permitirá acelerar este processo, em consonância com o eixo "Talento" da Agenda Nacional de IA.

Em paralelo, numa segunda fase, deverá ser desenvolvida uma diretriz doutrinária preliminar (14.5)¹⁸ para enquadrar o emprego da IA no PDM, conforme sugerido por 37,5% dos participantes. Este enquadramento normativo, liderado pelo Estado-Maior do Exército com apoio académico, será crucial para assegurar que a integração tecnológica respeita os princípios de C2 e incorpora desde cedo os critérios de ética e explicabilidade preconizados pela NATO e pelo *AI Act*.

A terceira fase corresponde à experimentação tecnológica em ambiente simulado, através de projetos-piloto que permitam testar soluções como o Palantir AIP e o Thales cortAIx ou adaptar referências como o projeto Gonzalo do Exército Espanhol (14.3)¹⁸. Estas iniciativas deverão ser acompanhadas por metodologias de validação colaborativa entre o

²⁴ Vide Quadro 15 do Apêndice F.



Exército, a indústria e a academia, reforçando a já tradição nacional de experimentação operacional reconhecida em exercícios como o ARTEX e o REPMUS.

Após a validação dos projetos-pilotos, na quarta fase, avança-se para uma integração operacional faseada, aplicando as soluções testadas em contextos delimitados, com adoção modular e incremental. Esta abordagem permite ajustar a implementação às necessidades específicas das unidades e ao grau de maturidade tecnológica, favorecendo a flexibilidade e a adaptação organizacional. O envolvimento da idD Portugal Defence e de parceiros industriais será determinante para agilizar a transferência tecnológica e garantir a compatibilidade com as infraestruturas existentes.

A quinta e última fase consiste na consolidação institucional e revisão doutrinária, incorporando as lições identificadas, atualizando regulamentos e assegurando a coerência entre as soluções adotadas e os princípios estruturantes do C2. Esta fase deverá reforçar a participação ativa de Portugal em programas multinacionais da NATO relacionados com IA, promovendo a interoperabilidade e a partilha de boas práticas.

Desta forma, teremos uma abordagem faseada, que oferece uma resposta concreta à integração da IA no PDM da FTPG, equilibrando inovação com responsabilidade, e alinhando as exigências operacionais nacionais com os compromissos internacionais. Trata-se de um caminho exequível, sustentado na capacitação, experimentação e adaptação contínua, garantindo que a IA se afirma como um verdadeiro potenciador da decisão militar informada, ética e eficaz.



8. Conclusões

A crescente complexidade dos teatros de operações contemporâneos, marcada por ambientes voláteis, incertos, complexos e ambíguos, exige das FA uma capacidade de adaptação e inovação contínuas. Neste contexto, a IA surge como uma tecnologia disruptiva, com potencial para transformar o PDM, particularmente no seio da FTPG. A presente investigação teve como objetivo principal propor contributos para a integração da IA no apoio à decisão da FTPG, procurando responder aos desafios tecnológicos, organizacionais e éticos que este processo implica, bem como identificar os benefícios e soluções aplicáveis ao contexto nacional.

A metodologia adotada foi de natureza qualitativa, assente num estudo de caso centrado no EP e, mais concretamente, na FTPG. Recorreu-se à análise documental e à realização de entrevistas semiestruturadas dirigidas a 20 participantes, distribuídos entre militares, representantes da indústria e académicos. A técnica de análise de conteúdo permitiu identificar unidades de contexto e de registo, organizadas em categorias analíticas que sustentaram a interpretação dos dados e a formulação das conclusões.

Da investigação resultaram três grandes eixos de análise, alinhados com os objetivos específicos definidos: os desafios à implementação da IA, os benefícios da sua integração no PDM e as soluções tecnológicas e práticas aplicáveis ao EP.

Em relação aos desafios, destacou-se a qualidade e disponibilidade dos dados como principal obstáculo, refletindo a necessidade de garantir informação robusta, segura e livre de vieses. A confiabilidade dos sistemas, afetada pela opacidade algorítmica, e a cibersegurança emergiram igualmente como preocupações centrais, sobretudo no que refere à proteção das redes de missão e à resiliência face a ataques adversários. No plano organizacional, a resistência cultural e a insuficiente preparação dos recursos humanos foram identificadas como barreiras críticas a vencer, exigindo uma mudança de paradigma que vá além da mera introdução tecnológica. Por fim, os desafios éticos concentraram-se na preservação do controlo humano significativo e na definição clara dos limites da autonomia algorítmica, garantindo que a utilização da IA respeita os princípios legais e morais aplicáveis ao domínio militar.

No que concerne aos benefícios, ficou evidente que a IA potencia ganhos significativos em termos de eficiência, precisão e agilidade na condução do PDM. As fases de Análise da Missão, de Formulação, de Análise e de Comparação das Modalidades de Ação foram aquelas que mais se destacaram como beneficiárias da integração de ferramentas de IA,



permitindo acelerar o planeamento, ampliar o espectro de alternativas consideradas e reforçar a capacidade adaptativa dos estados-maiores. A IA demonstra ainda valor na redução de incertezas e na melhoria da gestão da informação, atuando como um multiplicador de força ao facilitar a interpretação de grandes volumes de dados e ao mitigar vieses cognitivos.

Relativamente às soluções e práticas aplicáveis, a investigação identificou um conjunto de sistemas de apoio á decisão com potencial para serem integradas no PDM, como o Palantir AIP, o Thales cortAIX e o IBM DSAS, entre outras. Contudo, foi unanimemente reconhecida a necessidade de customização destas ferramentas às especificidades operacionais e infraestruturais do EP. Paralelamente, destacaram-se três pilares fundamentais para uma integração bem-sucedida: inovação, através de parcerias estratégicas e adaptação tecnológica; talento, com foco na capacitação estruturada dos recursos humanos; e infraestrutura, assegurando ambientes seguros e resilientes para a operacionalização da IA.

No plano dos contributos para o conhecimento, este estudo oferece uma visão abrangente e integrada sobre a aplicação da IA no apoio à decisão militar, adaptada à realidade portuguesa. Ao articular perspetivas da academia, da indústria e das Forças Armadas, a investigação reforça a importância de uma abordagem colaborativa e multidisciplinar, alinhada com as melhores práticas internacionais e com os enquadramentos estratégicos da NATO e da UE. Além disso, e também como recomendações de ordem prática, propõe um *roadmap* progressivo para a integração da IA no PDM em cinco fases, conciliando inovação tecnológica com responsabilidade ética e doutrinária:

1. Formação e Sensibilização:

Iniciar programas de capacitação sobre IA para quadros intermédios e superiores, promovendo a compreensão crítica e reduzindo resistências culturais.

2. Enquadramento Doutrinário:

Desenvolver diretrizes preliminares que definam o uso da IA no PDM, assegurando alinhamento com princípios éticos, legais e operacionais.

3. Experimentação Tecnológica:

Implementar projetos-piloto em ambientes simulados para testar e adaptar soluções de IA, envolvendo colaboração entre Exército, indústria e academia.

4. Integração Operacional Modular:

Aplicar as soluções validadas de forma gradual em contextos específicos, ajustando-as às necessidades das unidades e infraestruturas existentes.



5. **Consolidação e Revisão Doutrinária:**

Formalizar a integração da IA através da atualização de regulamentos, consolidando práticas e reforçando a participação em iniciativas multinacionais para garantir interoperabilidade.

As limitações da investigação residem, sobretudo, no carácter exploratório do estudo e na rápida evolução do domínio da IA, o que pode implicar a obsolescência de algumas soluções tecnológicas analisadas. Adicionalmente, o acesso restrito a determinadas informações sensíveis limitou a profundidade da análise em alguns aspetos operacionais.

Para estudos futuros, recomenda-se o aprofundamento da análise prospetiva sobre a evolução da IA no contexto militar, incluindo o impacto de tecnologias emergentes como a computação quântica e os sistemas autónomos avançados. Será igualmente pertinente desenvolver investigações focadas na medição do impacto concreto da IA em exercícios operacionais simulados, bem como explorar modelos de governação algorítmica adaptados às especificidades das FA portuguesas.

Em suma, a integração da IA no apoio à decisão da FTPG representa uma oportunidade estratégica para reforçar a eficácia operacional do EP. No entanto, esta transformação exige uma abordagem equilibrada, que conjugue inovação tecnológica com responsabilidade ética, capacitação humana e adaptação doutrinária. Apenas através deste compromisso será possível garantir que a IA se afirma como um verdadeiro potenciador da capacidade de decisão militar, sustentado em princípios de eficácia, segurança e legitimidade.



Referências Bibliográficas

- Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal. (2024, 30 de outubro). Papel estratégico REPMUS para a Indústria de Defesa Portuguesa. Retirado de <https://portugalglobal.pt/noticias/2024/outubro/papel-estrategico-repmus-para-a-industria-de-defesa-portuguesa/>
- AI4DEF. (2025). AI for Defence - *AI Based Decision Making for Multi-Domains Combat and Engagement*. Retirado de <https://ai4def.com/use-cases/>
- Anduril. (2025). Anduril Lattice - Command and Control. Retirado de <https://www.anduril.com/command-and-control/>
- Bettencourt, R. J. F. (2022). *Aplicação das tecnologias de Inteligência Artificial em Operações Militares* (Trabalho de Investigação Individual). Instituto Universitário Militar, Pedrouços, Portugal.
- Black, J., Eken, M., Bain, R., Parakilas, J., Dee, S., Suman-Chauhan, K., ... Palicka, O. (2024). *Strategic Competition in the Age of AI: Emerging Risks and Opportunities from Military Use of Artificial Intelligence*.
- Brożek, B., Furman, M., Jakubiec, M., & Kucharzyk, B. (2024). The black box problem revisited. Real and imaginary challenges for automated legal decision making. *Artificial Intelligence and Law*, 32(2), 427–440. doi: 10.1007/s10506-023-09356-9
- C3 AI. (2025). C3 AI Decision Advantage. Retirado de <https://c3.ai/products/c3-ai-decision-advantage/>
- Clausewitz, C. V. (1832). *Da Guerra*. Relógio d' Água Editores.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*.
- Estado-Maior do Exército. (2023a). *Extratos da Força Terrestre de Próxima Geração*.



Estado-Maior do Exército. (2023b). *Robótica e Sistemas Autónomos (RAS) - Conceito Inicial*.

Estado-Maior General das Forças Armadas. (2023). *Diretiva Estratégica do Estado-Maior-General das Forças Armadas 2023–2026*. Lisboa. Retirado de <https://www.emgfa.pt/pt/quem-somos/Documents/2023%20DEEMGFA%2023-26.pdf>

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123. doi: 10.1016/S0048-7333(99)00055-4

EU Regulation n.º 2024/1689, de 12 de julho (2024). *Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858 and (EU) 2019/2144*. Official Journal of the European Union.

European Defence Agency. (2022, 17 de maio). HEDI. Retirado de <https://eda.europa.eu/what-we-do/research-technology/hedi>

European Union External Action. (2022). *A Strategic Compass for Security and Defence*. Retirado de https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/documents/strategic_compass_en3_web.pdf

Exército Português. (2007). *PDE 5-00 - Planeamento Tático e Tomada de Decisão.pdf*.

Exército Português. (2024). Exercício ARTEX24. Retirado de <https://www.exercito.pt/pt/informacao-publica/comunicacao?menu=noticias>

Freixo, M. J. V. (2018). *Metodologia Científica: Fundamentos, Métodos e Técnicas* (5.^a edição). Edições Piaget.



- Fujitsu. (2025). *Private GPT – a Fujitsu AI Solution*. Fujitsu Technology Solutions. Retirado de <https://sp.ts.fujitsu.com/dmsp/Publications/public/wp-private-gpt-en.pdf>
- Gil De Zúñiga, H., Goyanes, M., & Durotoye, T. (2024). A Scholarly Definition of Artificial Intelligence (AI): Advancing AI as a Conceptual Framework in Communication Research. *Political Communication*, 41(2), 317–334. doi: 10.1080/10584609.2023.2290497
- Goldfarb, A., & Lindsay, J. R. (2022). *Why Artificial Intelligence Increases the Importance of Humans in War*.
- Governo de Portugal. (2024). *Plano de Ação 2025-2026 da Estratégia Digital Nacional*. República Portuguesa. Retirado de <https://bo.digital.gov.pt/api/assets/etic/82a2ef4e-bbfa-447f-bfa7-3ade154dab13/>
- Hagos, D. H., & Rawat, D. B. (2022). Recent Advances in Artificial Intelligence and Tactical Autonomy: Current Status, Challenges, and Perspectives. *Sensors*, 22(24), 9916. doi: 10.3390/s22249916
- Huelss, H. (2024). Transcending the fog of war? US military ‘AI’, vision, and the emergent post-scopie regime. *European Journal of International Security*, 1–21. doi: 10.1017/eis.2024.21
- idD Portugal Defence. (2025). idD Portugal Defence. Retirado de <https://www.iddportugal.pt/>
- Instituto Universitário Militar. (2020). *NEP INV 003 (A3) - Estrutura e Regras de Citação e Referenciação de Trabalhos Escritos*.
- Instituto Universitário Militar. (2024). *NEP INV 001 (A2) - Procedimentos Relativos à Elaboração de Trabalhos de Investigação*.
- International Business Machines Corporation. (2024a). What is Computer Vision? | IBM. Retirado de <https://www.ibm.com/topics/computer-vision>



International Business Machines Corporation. (2024b). What Is NLP (Natural Language Processing)? | IBM. Retirado de <https://www.ibm.com/topics/natural-language-processing>

International Business Machines Corporation. (2024c, 9 de agosto). What Is Artificial Intelligence (AI)? | IBM. Retirado de <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence>

International Business Machines Corporation. (2024d, 2 de dezembro). Trusted AI helps enhance NATO's critical multidomain decision making | IBM. Retirado de <https://www.ibm.com/products/blog/trusted-ai-enhances-nato-decision-making>

Israel Innovation Authority. (2024). Israel Launches Second Phase of National AI Program with NIS 500 Million Investment in Research and Development Infrastructure. Retirado de https://innovationisrael.org.il/en/press_release/second-phase-ai-program/

Liu, Y., Wang, Y., Li, H., Wang, G., & Ai, J. (2024). An adaptive operation planning and EBO-BPNN optimization method for decision support systems. *Scientific Reports*, 14(1), 21838. doi: 10.1038/s41598-024-72808-y

Lockheed Martin. (2025). DIAMONDShield Integrated Multi-Domain Operations | Lockheed Martin. Retirado de <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/diamondshield-integrated-multi-domain-operations.html>

Lu, S., Lu, J., An, K., Wang, X., & He, Q. (2023). Edge Computing on IoT for Machine Signal Processing and Fault Diagnosis: A Review. *IEEE Internet of Things Journal*, 10(13), 11093–11116. doi: 10.1109/JIOT.2023.3239944

Malchin, N. (Diretor). (2025). *NATO ACT AI Perspective*. Retirado de <https://youtu.be/JYcQNmyF2Ss?t=6096>



- Missile Defense Advocacy Alliance. (2025). *Maven Smart System – Missile Defense Advocacy Alliance*. Retirado de <https://missiledefenseadvocacy.org/maven-smart-system/>
- Navarro, J. C. (Diretor). (2025). *Intervenção sobre o Projeto Gonzalo*. Retirado de <https://youtu.be/JYcQNmyF2Ss?t=22334>
- North Atlantic Treaty Organization. (2020, 3 de dezembro). Modular Design: Creating a NATO Technology App Store (Web Conference). Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_179849.htm
- North Atlantic Treaty Organization. (2022). *Strategic Concept 2022*. Retirado de https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2022/6/pdf/290622-strategic-concept.pdf
- North Atlantic Treaty Organization. (2023). Joint Theater Level Simulation - Global Operations (JTLS-GO). Retirado de https://www.youtube.com/watch?v=w3_mPGLaXM4
- North Atlantic Treaty Organization. (2024a). DIANA | Home. Retirado de <https://www.diana.nato.int/>
- North Atlantic Treaty Organization. (2024b, 10 de julho). Summary of NATO's revised Artificial Intelligence (AI) strategy. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_227237.htm
- North Atlantic Treaty Organization. (2025, 14 de abril). NATO acquires AI-enabled Warfighting System. Retirado de <https://shape.nato.int/news-releases/nato-acquires-ai-enabled-warfighting-system-.aspx>
- Palantir. (2024, 20 de setembro). Palantir Expands Maven Smart System AI/ML Capabilities to Military Services. Retirado de <https://investors.palantir.com/news->



details/2024/Palantir-Expands-Maven-Smart-System-AIML-Capabilities-to-Military-Services/

Palantir. (2025a). Palantir | UK Defence. Retirado de <https://www.palantir.com/uk/defence/>

Palantir. (2025b). Palantir AIP for Defense. Retirado de <https://www.palantir.com/platforms/aip/defense/>

Pellerin, C. (2017). Project Maven Industry Day Pursues Artificial Intelligence for DoD Challenges. Retirado de [https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1356172/project-maven-industry-day-pursues-artificial-intelligence-for-dod-](https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1356172/project-maven-industry-day-pursues-artificial-intelligence-for-dod-challenges/)

[challenges/https%3A%2F%2Fwww.defense.gov%2FNews%2FNews-](https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1356172/project-maven-industry-day-pursues-artificial-intelligence-for-dod-challenges/)

[Stories%2FArticle%2FArticle%2F1356172%2Fproject-maven-industry-day-pursues-artificial-intelligence-for-dod-challenges%2F](https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1356172/project-maven-industry-day-pursues-artificial-intelligence-for-dod-challenges/)

Rego, A., Cunha, M. P. E., & Meyer Jr., V. (2018). Quantos participantes são necessários para um estudo qualitativo? Linhas práticas de orientação. *Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa*, 17(2), 43–57. doi: 10.12660/rgplp.v17n2.2018.78224

Santos, L. A. B., & Lima, J. M. M. V. (2019). *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação (2.ª Edição, Revista e Atualizada)*.

Instituto Universitário Militar. Retirado de <https://cidium.ium.pt/docs/publicacoes/2qrgbi1la78k04488k.pdf>

Sarmiento, M. (2013). *Metodologia científica para a elaboração, escrita e apresentação de teses* (1.ª edição). Lisboa: Universidade Lusíada Editora.

Schraagen, J. M. (2023). Responsible use of AI in military systems: prospects and challenges. *Ergonomics*, 66(11), 1719–1729. doi: 10.1080/00140139.2023.2278394

Shaelou, S. L., & Razmetaeva, Y. (2023). Challenges to Fundamental Human Rights in the age of Artificial Intelligence Systems: shaping the digital legal order while upholding



Rule of Law principles and European values. *ERA Forum*, 24(4), 567–587. doi: 10.1007/s12027-023-00777-2

Sun Tzu. (século IV a.C). *A Arte da Guerra*. Ideias de Ler.

Thales. (2024, 28 de março). Thales speeds up its development of AI for defence | Thales Group. Retirado de https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/security/press_release/thales-speeds-its-development-ai-defence

The State Council Information Office of the PRC. (2019). *China's National Defense in the New Era*.

Türkmen, G. (2025). The Review of Studies on Explainable Artificial Intelligence in Educational Research. *Journal of Educational Computing Research*, 63(2), 277–310. doi: 10.1177/07356331241310915

UK Ministry of Defence. (2022). *Defence Artificial Intelligence Strategy*. Ministry of Defence (Crown Copyright). Retirado de <https://www.gov.uk/government/publications/defence-artificial-intelligence-strategy>

UK Ministry of Defence. (2024a). *JSP 936 Part 1: Dependable Artificial Intelligence (AI) in Defence – Directive*. Ministry of Defence (Crown Copyright). Retirado de <https://www.gov.uk/government/publications/ambitious-safe-responsible-our-approach-to-the-delivery-of-ai-enabled-capability-in-defence>

UK Ministry of Defence. (2024b). *The Defence AI Playbook*. Retirado de <https://www.gov.uk/government/publications/defence-artificial-intelligence-strategy>



United Kingdom Ministry of Defence. (2024). Defence Artificial Intelligence Centre.

Retirado de <https://www.gov.uk/government/groups/defence-artificial-intelligence-centre>

U.S. Army Joint Modernization Command. (2023, 13 de fevereiro). Modernization leaders

use Scarlet Dragon exercise to continue Project Convergence campaign of continuous learning. Retirado de

https://www.army.mil/article/263951/modernization_leaders_use_scarlet_dragon_exercise_to_continue_project_convergence_campaign_of_continuous_learning

U.S. Department of Defense. (2018). *Summary of the 2018 Department of Defense Artificial*

Intelligence Strategy. U.S. Department of Defense. Retirado de

<https://media.defense.gov/2019/Feb/12/2002088963/-1/-1/1/SUMMARY-OF-THE-2018-DEFENSE-ARTIFICIAL-INTELLIGENCE-STRATEGY.PDF>

U.S. Department of Defense. (2023, 14 de junho). DoD Chief Digital and Artificial

Intelligence Office Hosts Sixth Global Information Dominance Experiment.

Retirado de [https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3427654/dod-chief-digital-and-artificial-intelligence-office-hosts-sixth-global-](https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3427654/dod-chief-digital-and-artificial-intelligence-office-hosts-sixth-global-informa/)

[informa/https%3A%2F%2Fwww.defense.gov%2FNews%2FReleases%2FRelease](https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3427654/dod-chief-digital-and-artificial-intelligence-office-hosts-sixth-global-informa/)

[%2FArticle%2F3427654%2Fdod-chief-digital-and-artificial-intelligence-office-](https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3427654/dod-chief-digital-and-artificial-intelligence-office-hosts-sixth-global-informa/)

[hosts-sixth-global-informa%2F](https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3427654/dod-chief-digital-and-artificial-intelligence-office-hosts-sixth-global-informa/)

U.S. Department of Defense. (2025). Chief Digital and Artificial Intelligence Office >

Initiatives > CJADC2. Retirado de <https://www.ai.mil/Initiatives/CJADC2/>

U.S. Department of State. (2023). United States Department of State - *Declaração Política*

sobre o Uso Militar Responsável da Inteligência Artificial e da Autonomia. Retirado

de <https://www.state.gov/declaracao-politica-sobre-o-uso-militar-responsavel-da-inteligencia-artificial-e-da-autonomia/>



Vilelas, J. (2009). *Investigação: O Processo de Construção do Conhecimento* (1.^a edição).

Lisboa: Edições Sílabo.



Apêndice A — Modelo de Análise

Quadro 1 - Modelo de Análise

Tema	Como incorporar a Inteligência Artificial no Apoio à decisão da Força Terrestre de Próxima Geração					
Objeto de Estudo	A aplicação da Inteligência Artificial no Processo de Decisão Militar para a Força Terrestre de Próxima Geração.					
Delimitação	Temporal	Fevereiro a abril de 2025	Conteúdo	IA no PDM para Apoio à Decisão	Espaço	Força Terrestre de Próxima Geração
Objetivo Geral (OG)	OG: Propor contributos para a aplicação da Inteligência Artificial no Processo de Decisão Militar da Força Terrestre de Próxima Geração.					
Questão Central (QC)	QC: Como pode a Inteligência Artificial ser aplicada ao Processo de Decisão Militar da Força Terrestre de Próxima Geração?					
Objetivos Específicos (OE)	Questões Derivadas (QD)	Conceito	Dimensões	Indicadores	Técnicas Recolha Dados	
OE1: Analisar os desafios tecnológicos, organizacionais e éticos na aplicação de IA no apoio à decisão na Força Terrestre de Próxima Geração	QD1: Quais são os principais desafios na aplicação da IA no apoio à decisão na Força Terrestre de Próxima Geração?	Inteligência Artificial	Tecnológica	Dependência tecnológica externa Infraestrutura física Transparência e explicabilidade Dados e qualidade da informação	Análise Documental Entrevistas Semiestruturadas	
			Organizacional	Resistência à adoção da IA Formação e qualificação Planeamento e gestão da IA		
			Ética	Delegação e limites éticos da IA Supervisão e controlo humano		
OE2: Analisar os benefícios práticos da aplicação de IA no apoio à decisão da Força Terrestre de Próxima Geração	QD2: Quais são os benefícios práticos da aplicação de IA no apoio à decisão na Força Terrestre de Próxima Geração?	Processo de Decisão Militar	Planeamento Operacional	Velocidade de processamento de dados. Precisão das recomendações geradas pela IA.		
			Tomada de Decisão	Tempo médio de decisão. Nível de confiança dos comandantes nos resultados da IA.		
OE3: Avaliar práticas e soluções de IA existentes e suas características, passíveis de integração no Processo de Decisão Militar.	QD3: Quais as práticas e soluções de Inteligência Artificial existentes e suas características, que podem ser integradas no Processo de Decisão Militar?	Inteligência Artificial Processo de Decisão Militar	Integração Tecnológica Militar	Impacto estimado na eficiência Facilidade de adaptação ao contexto nacional		
			Interoperabilidade e Adaptação	Boas práticas identificadas		



Apêndice B — Corpo de Conceitos

Aprendizagem Automática (*Machine Learning* [ML]) - Desenvolvimento de algoritmos que permitem aos sistemas aprender e melhorar o desempenho com base em dados, sem programação explícita para cada tarefa. Exemplos incluem reconhecimento de padrões, previsão de tendências e sistemas de recomendação (IBM, 2024c).

Aprendizagem Profunda (*Deep Learning* [DL]) - Subcampo do ML, o DL utiliza redes neurais artificiais com múltiplas camadas, permitindo o processamento de grandes volumes de dados complexos, sendo uma base fundamental para o desenvolvimento de *Large Language Models* (LLM). Aplicações típicas são reconhecimento facial, tradução automática e condução autônoma (IBM, 2024c).

IA Generativa (*Generative AI* [GenAI]) - Subcampo do DL, a GenAI permite a criação de conteúdos originais, como texto, imagens, vídeos e música, com base em padrões aprendidos a partir de grandes conjuntos de dados. Exemplos incluem modelos de linguagem como GPT-4o e geradores de imagens como DALL·E (IBM, 2024c)

Processamento de Linguagem Natural (*Natural Language Processing* [NLP]) - Interação entre máquinas e linguagem humana, permitindo que os sistemas compreendam, interpretem e gerem texto ou fala. Exemplos incluem chatbots, análise de sentimentos e assistentes virtuais como Alexa e Siri (IBM, 2024b).

Visão Computacional (*Computer Vision*) - Capacitar sistemas para interpretar e compreender informações visuais do mundo, como imagens e vídeos. Aplicações incluem diagnósticos médicos por imagem, sistemas de vigilância e identificação de objetos (IBM, 2024a).

IA Explicável (*Explainable AI* [XAI]) - Conjunto de métodos, técnicas e abordagens que visam tornar os processos de decisão de um sistema de IA compreensíveis para os humanos. O objetivo é que o utilizador consiga perceber como e por que razão uma determinada decisão ou recomendação foi tomada pelo modelo.(Türkmen, 2025).

Edge Computing - Modelo de computação que processa dados localmente, próximo da origem, reduzindo latência, economizando largura de banda e permitindo respostas mais rápidas em tempo real (Lu, Lu, An, Wang, & He, 2023).

Sistema de Apoio à Decisão - Solução baseada em IA concebida para auxiliar comandantes na formulação, análise e comparação de modalidades de ação, através da modelação adaptativa do ambiente operacional, simulação de efeitos esperados e recomendação de ações viáveis, com base em dados táticos e cenários complexos (Liu, Wang, Li, Wang, & Ai, 2024).

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

#	Função	Entidade	Data	Método
E1	Diretor da Direção de Comunicações e Informação	Brigadeiro-General João Luís Cardoso Modesto Albuquerque Barroso	26FEV25	Presencial
E2	Chefe de Estado-Maior do Comando das Forças Terrestres	Coronel Tirocinado João Carlos Vicente Pereira	03MAR25	Email
E3	Chefe da Divisão de Inovação e Doutrina / EME	Coronel Tirocinado Pedro Vale Cruz	06MAR25	Email
E4	Adjunto do Gabinete de Planeamento e Coordenação de Projetos / DCI	Tenente-Coronel Paulo Jorge de Matos Maia Veludo Margarido	14FEV25	Email
E5	Chefe do Centro de Capacitação Tática, Simulação e Certificação / CFT	Tenente-Coronel Hélder Jorge Prata Pinto	14MAR25	Email
E6	Chefe da Repartição de Informática e Gestão da Informação / CIGeoE	Tenente-Coronel João Miguel Nunes Lobão Dias Afonso	18MAR25	Email
E7	Chefe da Secção de Conceção e Desenvolvimento / CIGeoE	Tenente-Coronel Filipe Oliveira	26MAR25	Email
E8	Arquiteto de Sistemas / Thales Edisoft Portugal	Engenheiro Tiago Guedes	24FEV25	Email
E9	Business Development Manager / Fujitsu	Alexandre Pereira	25MAR25	Videoconferência
E10	Principal Engineer / Critical Software	Engenheiro Gonçalo Valadas	24MAR25	Email
E11	CEO / iClimateAdvisor	Engenheiro Vítor Teixeira	17MAR25	Email
E12	Services.ai> Director / Warpcom	Engenheiro Bruno Banha	18MAR25	Email
E13	Professor Assistente / Academia Militar	Professor Doutor José Alberto de Jesus Borges	21FEV25	Presencial
E14	Investigador / INESC TEC	Professor Doutor Ricardo Sousa Teixeira	27FEV25	Videoconferência
E15	Professor Catedrático / Instituto Superior Técnico	Professor Doutor Mário Alexandre Teles de Figueiredo	21MAR25	Presencial
E16	Professor Auxiliar / Universidade de Aveiro	Professor Doutor Mário Luís Pinto Antunes	17MAR25	Videoconferência
E17	Doutorando em Inteligência Artificial	Tenente-Coronel Parcelas	26MAR25	Presencial
E18	Doutoranda e Investigadora / Universidade de Coimbra	Professora Andreia Carvalho Rodrigues	18MAR25	Videoconferência
E19	Chefe da Divisão de Informática Modernização e Sistemas Inteligentes / Câmara Municipal de Pombal	Engenheiro Nuno Salvador	19MAR25	Email
E20	Professor Assistente / St. Louis University School of Law	Professor Doutor Afonso Seixas Nunes	24ABR25	Videoconferência



Apêndice D — Guião da Entrevista (Militar, Indústria e Academia)

Nota: Para facilidade de leitura, os três guiões de entrevista foram condensados num só.

A. IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO

Nome:	
Posto/Título:	
Cargo/Função:	
Data:	

B. ENTREVISTA

ENQUADRAMENTO

Na era da transformação digital e da aceleração tecnológica, a Inteligência Artificial (IA) tem vindo a assumir um papel central na modernização das forças militares, potenciando novas abordagens ao processo de decisão. O ambiente operacional atual caracteriza-se por elevados níveis de volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade, exigindo que as Forças Armadas adotem soluções tecnológicas inovadoras para garantir superioridade estratégica, operacional e tática.

Neste contexto, a integração da IA no Processo de Decisão Militar (PDM) da Força Terrestre de Próxima Geração (FTPG) configura-se como uma oportunidade para otimizar a recolha, análise e interpretação de dados em tempo real, reforçando a capacidade de planeamento e execução das operações. Contudo, a implementação desta tecnologia implica a superação de desafios tecnológicos, organizacionais e éticos, que devem ser devidamente analisados para garantir uma adoção eficaz e segura.

A presente investigação, desenvolvida no âmbito do Curso de Estado-Maior Conjunto 2024/2025, tem como objetivo **propor contributos para a integração da IA no PDM da FTPG**, respondendo, para tal, a três questões essenciais: (1) quais os desafios inerentes à implementação de IA no apoio à decisão militar, (2) quais os benefícios da sua aplicação e (3) que soluções tecnológicas e práticas podem ser adaptadas ao contexto português.

Deste modo, pretende-se recolher contributos de especialistas das Forças Armadas, da Indústria e da Academia, de forma a obter uma perspetiva abrangente e fundamentada sobre a aplicabilidade da IA no apoio à decisão militar. A informação recolhida será utilizada exclusivamente para fins científicos, assegurando-se a confidencialidade dos dados e a proteção da identidade dos participantes, salvo indicação expressa em contrário.

Na expectativa de contar com a sua valiosa colaboração, solicita-se a resposta ao **guião de entrevista** em anexo, podendo as respostas ser enviadas para o seguinte endereço eletrónico: lopes.cag@ium.pt. As questões foram concebidas de forma a permitir respostas objetivas e estruturadas, assegurando, simultaneamente, espaço para reflexões e aprofundamentos sobre a temática em análise.

Agradeço antecipadamente a sua disponibilidade e contributo para esta investigação.



GUIÃO

Grupo de Questões 1 – Desafios à Implementação de IA

Com base na revisão da literatura identificaram-se diferentes desafios à implementação de IA no contexto militar, especialmente em tarefas de apoio à decisão.

1. (TODOS) Como priorizaria esses desafios de acordo com o seu nível de importância, no contexto nacional (1 = mais importante; 7 = menos importante)?

Desafio	Ordenação
Qualidade e Disponibilidade dos Dados (Recolha e Integração; Dados Sensíveis; Viés nos Dados)	
Subordinação à informação gerada com intervenção da IA (Confiança Excessiva (<i>Automation Bias</i>); Divergências de Credibilidade; Redução do Pensamento Crítico.)	
Confiabilidade e Interpretação ("Caixa Negra" da IA; Confiabilidade em Cenários Complexos)	
Cibersegurança e Vulnerabilidades (Ataques Adversários; Segurança das Comunicações)	
Integração com Processos Humanos (Interação Homem-Máquina; Resistência Cultural)	
Desafios Éticos e Legais (Responsabilidade nas Decisões; Conformidade Jurídica)	
Custos e Sustentabilidade (Infraestruturas e Formação; Dependência Tecnológica Externa)	

Nota: Explicação em mais detalhe de cada desafio no final do questionário

2. (TODOS) Além dos mencionados, identifica outros desafios à implementação de IA no contexto militar, especialmente em tarefas de apoio à decisão?

Tendo em conta o contexto da condução de operações militares terrestres, em Teatro de Operações em Território Nacional ou como Força Nacional Destacada:

3. (TODOS) Identifique os que considera serem os maiores desafios à aplicação de tecnologias e ferramentas de IA no apoio à decisão militar, concretamente a nível:
- 3.1. Tecnológico;
 - 3.2. Organizacional; e
 - 3.3. Ético.
4. (TODOS) Que recomendações faria em termos de políticas e/ou práticas institucionais para promover a adoção de IA?
5. (TODOS) Que formação considera necessário acautelar para melhor capacitar os elementos do comando e estado-maior de uma força de escalão Batalhão, ou superior, para utilizar ferramentas de IA?
6. (INDÚSTRIA) Como é que a sua empresa aborda questões de interoperabilidade e segurança tecnológica ao desenvolver soluções com integração de tecnologias de IA?



7. (INDÚSTRIA) Que preocupações e práticas de âmbito ético foram necessárias adotar pela sua empresa para o caso específico do desenvolvimento de ferramentas de IA?

Grupo de Questões 2 – Benefícios de Implementação de IA

Os cenários de aplicação da IA em contexto militar são extremamente diversos, e, com base em estudos anteriores, o apoio à decisão foi considerado como a área prioritária para implementação desta tecnologia.

O Processo de Decisão Militar é um método estruturado que orienta comandantes e os seus estados-maiores na seleção da melhor opção para conduzir operações militares. Este processo combina uma abordagem analítica e criativa, permitindo uma tomada de decisão informada, ágil e adaptável ao contexto operacional. Considerando as fases abaixo apresentadas, pretende-se compreender quais as que tem mais potencial de integração de IA para apoiar a tomada de decisão nos diferentes momentos do processo.

Fase	Descrição
Fase 1 Receção da Missão	Recebida a missão, são reunidos dados, avaliada a situação e determinada a fita do tempo. Resultam a Diretiva Inicial de Planeamento e Ordem Preparatória (OPrep) n.º 1.
Fase 2 Análise da Missão	É analisada a missão e intenção superior, são identificadas as tarefas e riscos. Resultam a Missão Restabelecida e a Diretiva de Planeamento.
Fase 3 Formulação das Modalidades de Ação (m/a)	A diretiva de planeamento orienta a formulação das m/a. São produzidos esboços e enunciados que detalham cada modalidade de ação.
Fase 4 Análise das m/a	São avaliadas as vantagens e desvantagens das m/a com o Jogo da Guerra. Identifica-se a m/a com maior probabilidade de sucesso.
Fase 5 Comparação das m/a	As m/a são comparadas utilizando critérios de decisão. É selecionada a melhor m/a, apresentada ao comandante através de um bríftingue.
Fase 6 Aprovação da m/a	A decisão final sobre a m/a é tomada pelo comandante, que emite orientações precisas. É difundida a OPrep n.º 3.
Fase 7 Elaboração de Planos e Ordens de Operações	São elaborados os PLOp/OOp com base na m/a aprovada. Após revisão, são apresentados e esclarecidos em bríftingue aos escalões subordinados.

8. (TODOS) Das sete fases do Processo de Decisão Militar, identifique as três que, na sua perspetiva, mais beneficiariam da integração de ferramentas de Inteligência Artificial. Para cada uma, exemplifique de que forma a IA poderia ser aplicada, destacando como é que essa fase do processo seria otimizada.

(Solicita-se que, sempre que possível, ilustre a sua resposta com exemplos concretos de aplicação da IA, considerando aspetos como a eficiência no processamento de dados, a precisão das recomendações e o impacto na rapidez e confiança da tomada de decisão. Caso identifique outros benefícios relevantes, mencione-os igualmente.)

Fase no PDM	Exemplo de Aplicação	Impacto no PDM



<p>9. (TODOS) Que avanços recentes na IA considera mais relevantes para o apoio à decisão em ambientes complexos, como o militar? (Solicita-se que, detalhe situações operacionais onde a IA possa contribuir para uma análise mais rápida e precisa de dados, facilitando a tomada de decisão. Exemplos podem incluir, mas não estão limitados a reconhecimento e interpretação de padrões das informações, análise preditiva de ameaças, correlação automatizada de múltiplas fontes de informação ou otimização da gestão do campo de batalha, entre outros que considere pertinentes.)</p> <p>10. (MILITAR) Considera que há forças militares, congêneres ou não ao Exército Português, que poderiam servir de modelo para implementação de IA no Processo de Decisão Militar? Se sim, quais e porquê?</p> <p>11. (INDÚSTRIA/ACADEMIA) Dos exemplos identificados, quais e como poderão vir a ser utilizados sem recurso a acesso à internet?</p>		
Grupo de Questões 3 – Soluções de Implementação de IA		
<p>Tendo em conta o desenvolvimento exponencial das tecnologias e ferramentas de IA que se tem verificado nos últimos anos, considera que:</p> <p>12. (TODOS) Já existem sistemas de apoio à decisão promissores para adoção no âmbito do Processo de Decisão Militar? Pode citar exemplos, em particular considerando a segurança da informação necessária à condução de operações militares e a sua utilização em rede de missão, segregada da internet? Solicita-se que identifique ferramentas de IA já existentes ou em desenvolvimento com potencial aplicação no Processo de Decisão Militar. Adicionalmente, pode sugerir outras soluções tecnológicas que, embora desenvolvidas para outros contextos, na sua opinião possam ser adaptadas ao ambiente militar)</p> <p>13. (TODOS) O Exército Português deveria integrar gradualmente a IA no apoio à decisão, concretamente no Processo de Decisão Militar? Que passos considera mais importantes tomar para agilizar e acelerar essa integração?</p> <p>14. (ACADEMIA) Que papel pode a academia desempenhar na capacitação e no suporte à implementação de inteligência artificial no Exército Português?</p>		



Apêndice E — Matrizes de unidades de contexto e de registo

Por forma a cumprir o limite de 20 páginas de anexos, apêndices e apensos disposto na NEP/INV – 003 (A3) (Instituto Universitário Militar, 2020) não foi possível incluir este apêndice no trabalho. Desta forma, o mesmo poderá ser solicitado através do email c.alexandre.g.lopes@hotmail.com ou consultado através deste [link](#) e/ou QRCode seguinte.





Apêndice F — Análise do conteúdo das entrevistas

Quadro 2 - Questão n.º 1.

Como priorizaria esses desafios de acordo com o seu nível de importância, no contexto nacional (1 = mais importante; 7 = menos importante)?																					
Unidade de Registo/Desafio	Entrevistado																				Rank Sum Score
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	
1.1 - Qualidade e Disponibilidade dos Dados (Recolha e Integração; Dados Sensíveis; Viés nos Dados)	1	3	2	3	3	1	2	1	4	1	2	1	2	1	7	3	5	3	1	1	47
1.2 - Confiabilidade e Interpretação ("Caixa Negra" da IA; Confiabilidade em Cenários Complexos)	4	1	3	2	2	4	1	2	3	2	3	3	3	6	2	1	1	4	5	2	54
1.3 - Cibersegurança e Vulnerabilidades (Ataques Adversários; Segurança das Comunicações)	5	2	1	4	4	5	3	6	1	3	1	2	7	4	5	2	2	5	2	3	67
1.4 - Integração com Processos Humanos (Interação Homem-Máquina; Resistência Cultural)	2	4	6	1	1	2	7	4	5	6	4	4	4	5	1	5	3	1	6	4	75
1.5 - Desafios Éticos e Legais (Responsabilidade nas Decisões; Conformidade Jurídica)	7	5	4	7	7	7	4	5	6	5	5	6	5	2	4	7	4	2	3	5	100
1.6 - Subordinação à informação gerada com intervenção da IA (Confiança Excessiva (<i>Automation Bias</i>); Divergências de Credibilidade; Redução do Pensamento Crítico.)	3	7	5	5	5	6	5	3	2	7	6	5	6	7	3	4	6	6	4	6	101
1.7 - Custos e Sustentabilidade (Infraestruturas e Formação; Dependência Tecnológica Externa)	6	6	7	6	6	3	6	7	7	4	7	7	1	3	6	6	7	7	7	7	116

Conclusão sobre respostas à questão: Existe uma preocupação transversal com a qualidade e disponibilidade dos dados, assumindo-se como o desafio mais prioritário. Seguiram-se os desafios da confiabilidade e interpretação e da cibersegurança e vulnerabilidades, ambos destacando riscos técnicos críticos no contexto operacional militar. Estes dados reforçam a centralidade dos fatores tecnológicos e organizacionais na adoção da IA, apontando para a necessidade de investimentos robustos em infraestruturas, segurança de redes e mecanismos de validação algorítmica. Por outro lado, os custos e sustentabilidade, surgem com a maior soma de posições, ocupando a última posição do ranking, o que poderá indiciar que este desafio, embora relevante, é percecionado como secundário face às exigências imediatas de natureza técnica e operacional.



Quadro 3 - Questão n.º 2.

Além dos mencionados, identifica outros desafios à implementação de IA no contexto militar, especialmente em tarefas de apoio à decisão?																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																				Militar		Indústria		Academia		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Tecnológica	2.1	X		X																X		2	28,6%	1	20,0%	1	12,5%	4	20,0%
Tecnológica	2.2		X	X						X												2	28,6%	1	20,0%	0	0,0%	3	15,0%
Organizacional	2.3										X											0	0,0%	1	20,0%	0	0,0%	1	5,0%

Legenda: 2.1 - Interoperabilidade tecnológica; 2.2 - Limitações operacionais em ambientes isolados; 2.3 - Retenção de talento.

Conclusão sobre respostas à questão: Além dos desafios identificados durante a pesquisa, os entrevistados identificaram mais alguns desafios, nomeadamente a necessidade de interoperabilidade tecnológica, entre sistemas de IA e com sistemas existentes; limitações operacionais dos sistemas de IA em ambientes isolados; bem como, a retenção de talento nas FA, face à competitividade do mundo civil.

Quadro 4 - Questão n.º 3.

Identifique os que considera serem os maiores desafios à aplicação de tecnologias e ferramentas de IA no apoio à decisão militar, concretamente a nível: Tecnológico; Organizacional; e Ético.																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																				Militar		Indústria		Academia		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Tecnológico	3.1	X			X																	2	28,6%	0	0,0%	0	0,0%	2	10,0%
	3.2	X		X			X	X	X	X	X						X	X				4	57,1%	3	60,0%	2	25,0%	9	45,0%
	3.3	X	X	X	X	X		X	X			X		X			X				X	6	85,7%	2	40,0%	3	37,5%	11	55,0%
	3.4			X	X			X				X								X	X	3	42,9%	1	20,0%	2	25,0%	6	30,0%
	3.5			X	X	X		X													X	4	57,1%	0	0,0%	1	12,5%	5	25,0%
	3.6			X	X														X			2	28,6%	0	0,0%	1	12,5%	3	15,0%
	3.7														X	X						0	0,0%	0	0,0%	2	25,0%	2	10,0%
	3.8			X		X			X		X	X	X				X		X			2	28,6%	4	80,0%	2	25,0%	8	40,0%
Organizacional	3.9	X		X	X	X		X			X	X		X		X			X	X	5	71,4%	2	40,0%	4	50,0%	11	55,0%	
	3.10	X					X					X						X			X	2	28,6%	1	20,0%	2	25,0%	5	25,0%
	3.11	X		X					X			X						X				2	28,6%	2	40,0%	1	12,5%	5	25,0%
	3.12			X	X	X												X			X	3	42,9%	0	0,0%	2	25,0%	5	25,0%
	3.13		X	X				X				X			X							3	42,9%	1	20,0%	1	12,5%	5	25,0%



	3.14			X	X																2	28,6%	0	0,0%	1	12,5%	3	15,0%
Ético	3.15	X	X	X	X	X		X			X	X	X		X	X					6	85,7%	2	40,0%	3	37,5%	11	55,0%
	3.16			X		X		X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	2	28,6%	2	40,0%	7	87,5%	11	55,0%
	3.17	X				X	X				X									X	3	42,9%	1	20,0%	2	25,0%	6	30,0%
	3.18							X			X									X	1	14,3%	1	20,0%	1	12,5%	3	15,0%

Legenda: 3.1 - Dependência tecnológica externa; 3.2 - Infraestrutura tecnológica e computação; 3.3 - Cibersegurança e proteção de dados; 3.4 - Transparência e explicabilidade; 3.5 - Dados e qualidade da informação; 3.6 - Integração e interoperabilidade; 3.7 - Capacidade analítica da IA; 3.8 - Ambientes extremos e robustez; 3.9 - Resistência à adoção da IA; 3.10 - Deficiências estruturais e organizacionais; 3.11 - Adaptação de processos e papéis; 3.12 - Formação e qualificação; 3.13 - Planejamento e gestão da IA; 3.14 - Adaptação do processo de decisão militar; 3.15 - Supervisão e controlo humano; 3.16 - Delegação e limites éticos da IA; 3.17 - Regras éticas e regulamentação; 3.18 - Privacidade e uso de dados.

Conclusão sobre respostas à questão: O desafio Cibersegurança e proteção de dados foi identificado como o mais crítico no nível Tecnológico, mencionado por 55% dos participantes, com destaque para o setor militar. As principais preocupações incidiram sobre a proteção das redes de missão e a integridade dos dados processados pelos sistemas de IA.

Também com 55% de referências, o desafio Resistência à adoção da IA destacou-se como o mais relevante a nível organizacional, sendo particularmente expressivo entre os militares e académicos. Este desafio remete para obstáculos culturais, desconfiança tecnológica e receio de perda de autoridade nas decisões operacionais.

No plano ético, dois desafios obtiveram igualmente 55% das menções nomeadamente, Supervisão e controlo humano, evidenciando a necessidade de manter o decisor humano “in the loop” em decisões críticas e Delegação e limites éticos da IA, com especial incidência na academia, refletindo preocupações com o grau de autonomia concedido aos sistemas e com a responsabilidade pelas decisões automatizadas.

Quadro 5 - Questão n.º 4.

Que recomendações faria em termos de políticas e/ou práticas institucionais para promover a adoção de IA?																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																				Militar		Indústria		Academia		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Organizacional	4.1			X		X	X		X			X	X		X			X			X	3	42,9%	3	60,0%	3	37,5%	9	45,0%
Organizacional	4.2	X		X		X					X		X		X			X		X	X	3	42,9%	1	20,0%	5	62,5%	9	45,0%
Tecnológica	4.3		X			X						X	X				X					2	28,6%	1	20,0%	2	25,0%	5	25,0%
Organizacional	4.4			X							X	X			X			X	X	X	X	1	14,3%	2	40,0%	4	50,0%	7	35,0%
Organizacional	4.5				X					X	X						X		X			1	14,3%	2	40,0%	2	25,0%	5	25,0%
Organizacional	4.6			X		X	X				X					X			X			3	42,9%	1	20,0%	2	25,0%	6	30,0%
Organizacional	4.7	X							X			X	X			X	X					1	14,3%	2	40,0%	3	37,5%	6	30,0%



Organizacional	4.8																		X	0	0,0%	0	0,0%	1	12,5%	1	5,0%
Ética	4.9			X															X	1	14,3%	0	0,0%	2	25,0%	3	15,0%
Tecnológica	4.10			X							X								X	1	14,3%	1	20,0%	2	25,0%	4	20,0%

Legenda: 4.1 - Estratégia e Políticas Claras; 4.2 - Formação e Capacitação Contínua; 4.3 - Tecnologia Nacional e Autonomia; 4.4 - Parcerias e Inovação Colaborativa; 4.5 - Planos Faseados e Infraestrutura; 4.6 - Supervisão e Transparência; 4.7 - Sensibilização e Aceitação; 4.8 - Financiamento e Continuidade; 4.9 - Cibersegurança e Ética; 4.10 - Estruturas IA Específicas.

Conclusão sobre respostas à questão: A definição de estratégias e políticas claras e a formação e capacitação contínua foram referidas por 45% dos participantes. Estas recomendações evidenciam a relevância de um enquadramento estratégico consistente, assente num planeamento a longo prazo e num suporte político claro, capaz de orientar os investimentos em interoperabilidade, segurança e modernização tecnológica. No plano organizacional, ressalta também a recomendação de ações de sensibilização e aceitação que visa promover a confiança interna na utilização de IA e reduzir resistências culturais. Esta proposta evidencia a percepção de que a transformação organizacional não se faz apenas por via estrutural ou tecnológica, mas requer também mudança cultural e investimento sustentado nos recursos humanos. Os participantes recomendaram ainda a implementação de mecanismos de supervisão humana e transparência algorítmica, bem como uma abordagem institucional centrada na ética. Estas sugestões refletem a preocupação com a legitimidade das decisões apoiadas por IA, a responsabilidade organizacional face ao uso da tecnologia e a necessidade de garantir conformidade com os princípios legais e morais aplicáveis ao domínio militar.

Quadro 6 - Questão n.º 5.

Que formação considera necessário acautelar para melhor capacitar os elementos do comando e estado-maior de uma força de escalão Batalhão, ou superior, para utilizar ferramentas de IA?																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																				Militar		Indústria		Academia		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Organizacional	5.1	X	X			X	X			X	X	X	X			X	X		X	X	X	4	57,1%	4	80,0%	5	62,5%	13	65,0%
Organizacional	5.2	X		X		X	X				X	X	X	X			X		X			4	57,1%	2	40,0%	4	50,0%	10	50,0%
Ética	5.3	X		X				X	X		X						X		X			3	42,9%	2	40,0%	2	25,0%	7	35,0%
Tecnológica	5.4							X	X		X						X				X	1	14,3%	2	40,0%	2	25,0%	5	25,0%
Organizacional	5.5		X	X	X				X								X	X				3	42,9%	1	20,0%	2	25,0%	6	30,0%
Organizacional	5.6												X	X			X	X			X	0	0,0%	0	0,0%	5	62,5%	5	25,0%
Organizacional	5.7	X			X	X													X			3	42,9%	0	0,0%	1	12,5%	4	20,0%
Tecnológica	5.8	X				X															X	2	28,6%	0	0,0%	1	12,5%	3	15,0%
Ética	5.9					X			X		X						X	X	X	X	X	1	14,3%	2	40,0%	4	50,0%	7	35,0%
Organizacional	5.10	X	X		X							X					X				X	4	57,1%	1	20,0%	2	25,0%	7	35,0%



Legenda: 5.1 - Fundamentos de IA e Limitações; 5.2 - Formação Prática (*On-Job*) e Simulações; 5.3 - Segurança; 5.4 - Ciberdefesa e Uso Responsável; 5.5 - *Prompt Engineering* e Interpretação de *Outputs*; 5.6 - Formação Diferenciada por Perfil; 5.7 - Certificações e Especializações Avançadas; 5.8 - Integração Progressiva e Cultural; 5.9 - Aplicações Operacionais e Decisão; 5.10 - Ética e Responsabilidade do Comando; 5.11 - Formação Contínua e Adaptação Tecnológica.

Conclusão sobre respostas à questão: Relativamente às áreas prioritárias de formação consideradas essenciais para capacitar os elementos de comando e estado-maior destaca-se a formação em fundamentos de IA e respetivas limitações, mencionada por 65% da amostra. Esta recomendação demonstra a necessidade sentida de estabelecer uma base conceptual sólida sobre o funcionamento e os limites das soluções algorítmicas, de modo a garantir decisões informadas e críticas. De igual modo, a formação contínua e adaptação tecnológica foi referida por 35% dos participantes, com destaque para os participantes militares (57,1%), o que indica a perceção de que a integração da IA exige uma atualização constante das competências e dos modelos de treino operacional. A formação prática *on-job* e simulações e a preparação para uso responsável e ciberseguro da IA foram também mencionadas por 50% e 35% dos participantes, respetivamente, sugerindo a importância de promover experiências formativas que repliquem condições reais de utilização e que contemplem uma forte componente de segurança digital.

Quadro 7 - Questão n.º 6.

Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)					Indústria		Global	
		8	9	10	11	12	Σ	%	Σ	%
Tecnológica	6.1	X		X		X	3	60,0%	3	60,0%
Tecnológica	6.2		X	X	X	X	4	80,0%	4	80,0%
Ética	6.3	X	X				2	40,0%	2	40,0%

Legenda: 6.1 - Desenvolvimento Rigoroso e Segurança Transversal; 6.2 - Arquitetura Aberta e Modular (*On-Prem, Frameworks, Open Source*); 6.3 - Alinhamento Regulatório e Preocupações Éticas.

Conclusão sobre respostas à questão: As empresas dos participantes neste estudo já adotam práticas relevantes para garantir a integração segura e ética da IA no domínio da defesa. Entre elas, destacam-se o desenvolvimento com base em princípios de segurança desde a conceção (“*secure by design*”), a utilização de arquiteturas abertas e modulares, e o cumprimento dos regulamentos europeus, como o *AI Act*, com atenção à ética desde as fases iniciais do design. Estas abordagens contribuem para mitigar riscos e promover soluções interoperáveis e fiáveis.

Quadro 8 - Questão n.º 7.

Que preocupações e práticas de âmbito ético foram necessárias adotar pela sua empresa para o caso específico do desenvolvimento de ferramentas de IA?										
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)					Indústria		Global	
		8	9	10	11	12	Σ	%	Σ	%
Organizacional	7.1	X	X	X			3	60,0%	3	60,0%
Ética	7.2	X				X	2	40,0%	2	40,0%
Ética	7.3	X	X			X	3	60,0%	3	60,0%

Legenda: 7.1 - Governança, Regulação e Proteção de Dados; 7.2 - Funcionalidade, Segurança e Resiliência; 7.3 - Transparência, Confiança e Verificabilidade.



Conclusão sobre respostas à questão: As práticas identificadas pelas empresas no desenvolvimento de soluções de IA para defesa organizam-se em três eixos fundamentais. O primeiro é o da governança, regulação e proteção de dados, que abrange o cumprimento de enquadramentos legais como o *AI Act* e o RGPD, bem como a definição de limites éticos no uso de dados e requisitos de conformidade. O segundo eixo diz respeito à funcionalidade, segurança e resiliência, assegurando que os sistemas operam de forma fiável em cenários reais, resistem a falhas e integram práticas de segurança com mecanismos de auditoria. Por fim, o eixo da transparência, confiança e verificabilidade foca-se na interpretabilidade dos sistemas, no controlo de erros através de intervenção humana, na utilização de fontes abertas e na construção de credibilidade junto dos utilizadores.

Quadro 9 - Questão n.º 8.

Das sete fases do Processo de Decisão Militar, identifique as três que, na sua perspetiva, mais beneficiariam da integração de ferramentas de Inteligência Artificial.																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																				Militar		Indústria		Academia		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Planeamento Operacional	8.1		X							X					X					X	1	14,3%	1	20,0%	2	25,0%	4	20,0%	
	8.2			X	X	X	X	X			X	X	X				X		X		5	71,4%	3	60,0%	3	37,5%	11	55,0%	
	8.3	X	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X		X		X		6	85,7%	3	60,0%	6	75,0%	15	75,0%
Tomada de Decisão	8.4	X			X		X	X		X	X	X	X	X	X	X		X		X	4	57,1%	3	60,0%	6	75,0%	13	65,0%	
	8.5		X	X	X	X				X	X				X	X		X	X		4	57,1%	2	40,0%	5	62,5%	11	55,0%	
	8.6																					0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	8.7	X							X			X	X						X		1	14,3%	3	60,0%	1	12,5%	5	25,0%	

Legenda: 8.1 - Fase 1 (Receção da Missão); 8.2 - Fase 2 (Análise da Missão); 8.3 - Fase 3 (Formulação das Modalidades de Ação (m/a)); 8.4 - Fase 4 (Análise das m/a); 8.5 - Fase 5 (Comparação das m/a); 8.6 - Fase 6 (Aprovação da m/a); 8.7 - Fase 7 (Elaboração de Planos e Ordens de Operações).

Conclusão sobre respostas à questão: As fases do Processo de Decisão Militar que mais beneficiam da integração de Inteligência IA são a Formulação das Modalidades de Ação (fase 3), com 75% de menções, e a Análise das m/a (fase 4), com 65%. Nestas, a IA revela-se especialmente eficaz na geração automatizada de alternativas operacionais e na simulação de cenários complexos, permitindo decisões mais criativas, informadas e adaptativas. Na Análise da Missão (fase 2), referida por 55% dos participantes, a IA contribui para a fusão e interpretação de dados provenientes de múltiplas fontes, melhorando a precisão e rapidez da análise do contexto. Já na Comparação das m/a (fase 5), também com 55% de referências, a IA apoia a seleção da melhor opção através de métodos objetivos, como a análise multicritério e a XAI. A Aprovação da m/a (fase 6) foi unanimemente considerada uma responsabilidade exclusivamente humana.

Quadro 10 - Questão n.º 9.

Que avanços recentes na IA considera mais relevantes para o apoio à decisão em ambientes complexos, como o militar?																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																				Militar		Indústria		Academia		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Planeamento Operacional	9.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	7	100%	5	100%	6	75,0%	18	90,0%



Planeamento Operacional	9.2	X			X			X	X		X					X	2	28,6%	3	60,0%	2	25,0%	7	35,0%		
Tomada de Decisão	9.3	X	X	X	X	X			X		X	X	X	X		X	X	X	5	71,4%	3	60,0%	6	75%	14	70,0%
Tomada de Decisão	9.4	X		X	X	X	X					X	X		X	X		X	5	71,4%	1	20,0%	5	62,5%	11	55,0%
Planeamento Operacional	9.5			X	X	X		X			X	X	X		X			X	4	57,1%	2	40,0%	3	37,5%	9	45,0%

Legenda: 9.1 - Modelos de IA Avançados (Generativos, NLP, Classificação e Regressão); 9.2 - *Computer Vision*, Robótica e Sistemas Autônomos; 9.3 - Simulação, Previsão e Apoio Integrado à Decisão; 9.4 - IA Explicável, Confiabilidade e Quantificação de Incerteza; 9.5 - *Edge AI* e Eficiência Computacional; 9.6 - Cibersegurança.

Conclusão sobre respostas à questão: Entre os avanços mais relevantes da IA para o apoio à decisão em ambientes complexos, 90 % dos participantes destacaram Modelos de IA Avançados (LLM, NLP, classificação), sendo representados por ferramentas como Palantir AIP e Fujitsu Private GPT. Simulação, Previsão e Apoio Integrado à Decisão obtiveram 70% dos participantes destacaram a Simulação, Previsão e Apoio Integrado à Decisão, com plataformas como o IBM DSAS e o AI4DEF a permitir decisões em tempo real com base em cenários complexos. A IA Explicável, Confiabilidade e Quantificação de Incerteza foi referida por 55% dos académicos, evidenciando a importância da transparência em soluções como o Thales CortAIx e o Palantir MSS. Já *Edge AI* e Eficiência Computacional e *Computer Vision*, Robótica e Sistemas Autônomos e foram referidos por 45% e 35% respetivamente, com destaque para o Anduril Lattice OS, capaz de operar em ambientes com conectividade limitada.

Quadro 11 - Questão n.º 10.

Considera que há forças militares, congéneres ou não ao Exército Português, que poderiam servir de modelo para implementação de IA no Processo de Decisão Militar? Se sim, quais e porquê?										
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)							Militar	
		1	2	3	4	5	6	7	Σ	%
Planeamento Operacional	10.1	X		X	X	X		X	5	71,4%
	10.2				X			X	2	28,6%
	10.3			X	X			X	3	42,9%
Tomada de Decisão	10.4				X			X	2	28,6%
	10.5	X							1	14,3%
	10.6	X							1	14,3%

Legenda: 10.1 - EUA; 10.2 - Reino Unido; 10.3 - Israel; 10.4 - China; 10.5 - Espanha; 10.6 - Países NATO

Conclusão sobre respostas à questão: Os países considerados mais evoluídos em matéria de IA e ao mesmo tempo com mais investimento nas suas FA são os percecionados como tendo soluções mais avançadas de IA para apoio à decisão, nomeadamente EUA, Reino Unido, Israel e China.



Quadro 12 - Questão n.º 11.

Dos exemplos identificados, quais e como poderão vir a ser utilizados sem recurso a acesso à internet?																							
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)												Indústria		Academia		Global					
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	%	Σ	%	Σ	%			
Planeamento Operacional	11.1		X	X			X		X									2	40,0%	2	25,0%	4	33,3%
	11.2				X		X											1	20,0%	1	12,5%	2	16,7%
	11.3					X	X	X										1	20,0%	2	25,0%	3	25,0%
Tomada de Decisão	11.4													X		X		0	0,0%	2	25,0%	2	16,7%
	11.5						X								X			0	0,0%	2	25,0%	2	16,7%

Legenda: 11.1 - LLM e *Chatbots*; 11.2 - Manutenção Preditiva e Otimização de Recursos; 11.3 - Ferramentas de Planeamento e Análise; 11.4 - *Edge Computing* e “Bolhas” de Resiliência; 11.5 - Simplicidade de Software para Segurança.

Conclusão sobre respostas à questão: Apesar das respostas dispersas, os participantes consideram que as plataformas, mais facilmente integráveis sem recurso à internet são os LLM’s e *Chatbots*, assim como ferramentas de planeamento e análise.

Quadro 13 - Questão n.º 12.

Já existem sistemas de apoio à decisão promissores para adoção no âmbito do Processo de Decisão Militar? Pode citar exemplos, em particular considerando a segurança da informação necessária à condução de operações militares e a sua utilização em rede de missão, segregada da internet?																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)												Militar		Indústria		Academia		Global									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Integração Tecnológica Militar	12.1	X							X												1	14,3%	1	20,0%	0	0,0%	2	10,0%	
	12.2			X							X											1	14,3%	1	20,0%	0	0,0%	2	10,0%
	12.3			X							X											1	14,3%	1	20,0%	0	0,0%	2	10,0%
	12.4				X	X			X			X										2	28,6%	2	40,0%	0	0,0%	4	20,0%
	12.5					X	X		X			X										2	28,6%	2	40,0%	0	0,0%	4	20,0%
	12.6							X														1	14,3%	0	0,0%	0	0,0%	1	5,0%

Legenda: 12.1 - *Chatbots*; 12.2 - C4ISR; 12.3 - Sistemas de ciberdefesa; 12.4 - Sistemas de planeamento; 12.5 - Simuladores; 12.6 - LLM.

Conclusão sobre respostas à questão: Os participantes referiram maioritariamente sistemas de planeamento já existentes como a Palantir AIP, Fujitsu Private GPT e Thales cortAix, bem como simuladores que utilizam IA, como o AIPB e o DARPA.



Quadro 14 - Questão n.º 13.

O Exército Português deveria integrar gradualmente a IA no apoio à decisão, concretamente no Processo de Decisão Militar? Que passos considera mais importantes tomar para agilizar e acelerar essa integração?																													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)																				Militar		Indústria		Academia		Global	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Interoperabilidade e Adaptação	13.1	X		X		X						X		X	X			X	X		X	3	42,9%	1	20,0%	5	62,5%	9	45,0%
	13.2	X		X	X	X		X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		5	71,4%	4	80,0%	6	75,0%	15	75,0%
	13.3	X		X		X			X	X		X	X		X			X		X	X	3	42,9%	4	80,0%	4	50,0%	11	55,0%
	13.4		X	X	X	X	X		X		X		X			X	X	X	X			5	71,4%	3	60,0%	5	62,5%	13	65,0%
Integração Tecnológica Militar	13.5											X			X					X	X	0	0,0%	1	20,0%	3	37,5%	4	20,0%
	13.6			X	X	X			X	X		X	X			X				X	X	3	42,9%	4	80,0%	3	37,5%	10	50,0%
	13.7				X	X							X		X							2	28,6%	0	0,0%	2	25,0%	4	20,0%
	13.8			X		X							X							X	X	2	28,6%	1	20,0%	2	25,0%	5	25,0%

Legenda: 13.1 - Definição de Estratégia e Necessidades Claras; 13.2 - Formação, Sensibilização e Criação de Equipa Técnica; 13.3 - Parcerias com Indústria e Academia; 13.4 - Adaptação Doutrinária e Incremental; 13.5 - Infraestrutura Tecnológica e Segurança de Informação; 13.6 - Validação Operacional e Testes Práticos; 13.7 - Recursos Financeiros e Investimento Contínuo; 13.8 - Manutenção da Soberania da Decisão Humana.

Conclusão sobre respostas à questão: O passo mais consensual entre os participantes é a necessidade de Formação, Sensibilização e Criação de equipas técnicas, com 75% de respostas, seguida da adaptação doutrinária e incremental com 65% das respostas. As parcerias com a indústria e academia também são alvo de destaque, tendo sido referidas por 55% dos entrevistados, bem como a necessidade de validação operacional e testes práticos no terreno, como por exemplo em exercícios específicos para a testagem de novas tecnologias.

Quadro 15 - Questão n.º 14.

Que papel pode a academia desempenhar na capacitação e no suporte à implementação de inteligência artificial no Exército Português?													
Dimensão	Unidade de Registo	Entrevistados (E)								Academia		Global	
		13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	%	Σ	%
Interoperabilidade e Adaptação	14.1	X		X	X	X	X	X	X	7	87,5%	7	87,5%
Integração Tecnológica Militar	14.2	X	X			X	X	X	X	6	75,0%	6	75,0%
Interoperabilidade e Adaptação	14.3		X	X	X	X	X		X	6	75,0%	6	75,0%
	14.4	X	X						X	3	37,5%	3	37,5%
	14.5					X		X	X	3	37,5%	3	37,5%



Legenda: 14.1 - Formação Especializada e Capacitação de Quadros; 14.2 - Investigação Aplicada e Desenvolvimento Tecnológico; 14.3 - Parcerias e Consórcios com Indústria e Exército; 14.4 - Financiamento e Transferência de Conhecimento; 14.5 - Apoio na Definição de Diretrizes, Ética e Estratégia

Conclusão sobre respostas à questão: Os participantes denotaram a necessidade de reforçar a formação especializada e de criar equipas multidisciplinares capazes de acompanhar a integração da IA no contexto militar. Para tal, podem ser estruturadas várias ações que assegurem uma capacitação progressiva e adequada dos recursos humanos das Forças Armadas Portuguesas. Estas incluem a Formação Especializada e Capacitação de Quadros, com 87,5% das respostas, promovendo uma cultura organizacional aberta à inovação tecnológica; a - Investigação Aplicada e Desenvolvimento Tecnológico, com 75% das respostas; e, igualmente com 75% de respostas, o desenvolvimento de Parcerias e Consórcios com Indústria e Exército, com foco na adaptação e evolução contínua das ferramentas de IA.



Apêndice G — Capacidades das Plataformas de Inteligência Artificial nas Fases do Processo de Decisão Militar

Tabela 3 - Capacidades das Plataformas de Inteligência Artificial nas Fases do Processo de Decisão Militar

Plataforma	F1 - Receção da Missão	F2 - Análise da Missão	F3 - Formulação das m/a	F4 - Análise das m/a	F5 - Comparação das m/a	F6 - Aprovação da m/a	F7 - Elaboração de Planos e Ordens
AI4DEF		Analisa dados ISR em tempo real para identificar ameaças e apoiar a decomposição da missão com IA tática.	Gera automaticamente opções táticas viáveis com base em dados de missão e cenários operacionais.	Executa simulações táticas comparativas com análise de riscos e eficácia prevista por m/a.	Apresenta comparação entre m/a com base em métricas de sucesso, risco e tempo de execução.		
Anduril Lattice OS		Fusão sensorial em tempo real com detecção automática de ameaças e visualização dinâmica do campo de batalha.	Simula respostas operacionais com IA e propõe ações recomendadas em tempo real.	Avalia automaticamente os efeitos de cada m/a com feedback visual em tempo real.	Prioriza m/a com base em critérios operacionais em tempo real e visualizações dinâmicas.	Apresenta m/a selecionada com justificações automáticas e dados agregados para validação do comandante.	Gera ordens operacionais em tempo real com base na m/a aprovada, incluindo atualizações dinâmicas.
C3 AI Decision Advantage		Integra fontes dispersas e usa IA para identificar padrões, riscos e tarefas prioritárias.	Utiliza algoritmos preditivos para gerar múltiplas m/a baseadas em variáveis do terreno e missão.	Analisa vantagens e desvantagens das m/a com base em critérios definidos e IA analítica.	Classifica automaticamente as m/a segundo critérios definidos pelo utilizador (eficácia, viabilidade, impacto).	Fornece <i>dashboards</i> com análise consolidada das opções, facilitando decisão fundamentada.	Constrói produtos de planeamento com base em dados comparativos e outputs estruturados.
Fujitsu Private GPT		Gera resumos automáticos e interpreta documentos operacionais em ambientes seguros e fechados.	Apoia a geração de m/a através da síntese de dados operacionais e experiência histórica codificada.	Fornece avaliações qualitativas das m/a com base em dados históricos e operacionais internos.	Apoia a análise comparativa com geração automática de tabelas e relatórios descritivos por critério.		
Gonzalo		Apresenta visualizações táticas e sugere prioridades operacionais com base em dados do terreno.	Sugere m/a com base em visualizações táticas e perfis de ameaça definidos.	Simula reações inimigas e efeitos de cada opção numa representação tática simplificada.	Apresenta quadros comparativos simples com visualização tática dos efeitos esperados por m/a.		



IBM DSaS		Modelação digital do ambiente com simulações de riscos e comportamento adversário.	Simula diferentes cursos de ação com cenários alternativos e impactos previsíveis.	Realiza jogos de guerra automatizados com IA para avaliar probabilidade de sucesso por m/a.	Executa ranking automatizado de m/a com base em resultados de simulação e análise probabilística.	Gera relatórios de apoio à decisão com recomendações automatizadas com base em cenários simulados.	Produz planos operacionais detalhados com base nas simulações e decisões validadas.
DIAMONDShield		Integra dados multi-domínio com classificação automática de ameaças e áreas críticas.	Gera m/a com base em inputs multi-domínio e cenários interoperáveis.	Integra cenários multi-domínio para avaliar coerência e interoperabilidade das opções.	Aplica lógica decisional baseada na interoperabilidade de meios para comparar opções.	Permite validação da m/a com justificação estruturada e interoperável com sistemas aliados.	Gera planos operacionais interoperáveis com forças aliadas, ajustáveis em tempo real.
Palantir AIP		Utiliza LLM para interpretar documentos e cruzar dados em tempo real e históricos.	Formula opções operacionais com base em análise semântica e padrões históricos.	Avalia impactos operacionais, logísticos e informacionais por cada modalidade.	Usa análise multicritério com ponderação flexível para comparar m/a em diferentes cenários.	Apresenta proposta de m/a com explicações em linguagem natural e rastreabilidade da análise.	Integra dados táticos e logísticos para gerar ordens estruturadas adaptadas ao contexto da operação.
Palantir Maven SS		Analisa contexto tático e logístico e sugere tarefas e constrangimentos com base em IA.	Combina lógica operacional com dados logísticos e de inteligência para propor m/a robustas.	Executa análise comparativa entre m/a com visualização de <i>trade-offs</i> e constrangimentos.	Integra dados operacionais e logísticos para avaliação cruzada e seleção recomendada.	Integra múltiplos domínios na validação da decisão, com suporte visual e contextual.	Constrói fluxos de trabalho e documentos operacionais completos com base na m/a aprovada.
Thales CortAIx		IA explicável com deteção de áreas de risco e dependências críticas no contexto operacional.	Apresenta m/a baseadas em inferência de risco e resposta tática automática com IA explicável.	Usa IA explicável para justificar vantagens e alertar para riscos ocultos de cada m/a.	Fornecer análise comparativa baseada em IA explicável com justificação clara dos rankings gerados.	Fornecer decisão assistida com justificações auditáveis via IA explicável.	Gera planos e ordens com validação automática de coerência tática e dependências operacionais