



ESCOLA NAVAL

talant de bi-faire



David Casimiro da Silva Capinha Henriques

Processo de tomada de decisão nas Forças Armadas: impacto das tecnologias emergentes

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na especialidade de
Marinha**



**Alfeite, Escola Naval
2025**



ESCOLA NAVAL



talant de biefaire



David Casimiro da Silva Capinha Henriques

Processo de tomada de decisão nas Forças Armadas:
impacto das tecnologias emergentes

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha

Orientação: Professor Doutor Anacleto Cortez e Correia

Coorientação: CMG FZ Joel Santos Formiga

O Aluno

Assinado por: David Casimiro
da Silva Capinha Henriques
Identificação: 8114582237
Data: 2025-08-25 às 16:24:38



ASPOF M Capinha
Henriques

O Orientador

Professor Anacleto Cortez e Correia

Alfeite

2025

III

"I do not know with what weapons World War III will be fought, but World War
IV will be fought with sticks and stones."

Albert Einstein

Ao meu avô, Damásio Jacinto da Silva

Agradecimentos

Ao realizar este trabalho, não posso deixar de expressar a minha profunda gratidão a todos os que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a sua concretização.

Em particular, gostaria de agradecer ao meu orientador, o Sr. Professor Doutor Anacleto Cortez e Correia, pela orientação rigorosa, pelos conselhos certos e pelo acompanhamento constante ao longo de todo o processo. A sua exigência intelectual e disponibilidade foram fundamentais para a qualidade do presente trabalho.

Ao meu coorientador, o Capitão-de-Mar-e-Guerra Joel Santos Formiga, agradeço a proximidade, o apoio técnico e a partilha de documentos, que tanto enriqueceram a dimensão prática e militar da investigação.

Aos meus pais, deixo um agradecimento muito especial pelo apoio incondicional, pela paciência e pela força silenciosa que sempre me transmitiram, mesmo nos momentos mais exigentes.

Ao meu irmão, por ser sempre o meu exemplo, dentro e fora da Marinha, como pessoa e como oficial.

Aos meus avós, que apesar de já cá não estarem todos, continuam a apoiar-me de forma incondicional em todo o meu percurso profissional e pessoal.

À Inês, por sempre acreditar em mim, pela paciência e por me apoiar durante todo este difícil processo.

Aos meus camaradas de curso, com quem partilhei experiências e desafios, agradeço o espírito de entreajuda, a camaradagem e a contribuição direta e indireta para a reflexão crítica que esta dissertação procurou desenvolver. Nos bons e nos maus momentos, sempre estiveram presentes.

Agradeço também, a todos os militares que de forma direta ou indireta, deram os seus contributos e experiências pessoais para desenvolver este trabalho. A colaboração de todos foi crucial para o estudo, tornando-o mais completo e gratificante. Um agradecimento especial aos seguintes militares que se disponibilizaram para participar nas entrevistas realizadas: Tenente-General Piloto-Aviador Serôdio, Major-General Piloto-Aviador Pereira, Coronel de Artilharia Jacinto, Coronel de Infantaria Paraquedista

Bernardino, Coronel de Cavalaria Serrano, Capitão-de-mar-e-guerra Fuzileiro Marques, Tenente-Coronel de Infantaria Comando Chin, Major Calado, Primeiro-Tenente de Marinha Gomes, Primeiro-Tenente Mergulhador Sapador Brito, Engenheiro de Armas e Eletrônica Valério, Segundo-Tenente de Marinha Marante.

A todos, o meu sincero agradecimento, proporcionaram-me motivação e resiliência ao longo de todo este processo.

Resumo

A presente dissertação tem como objetivo central analisar a forma como as tecnologias emergentes estão a afetar o processo de tomada de decisão nas Forças Armadas Portuguesas, com especial foco no nível tático e nas pequenas unidades operacionais. Num contexto de transformação tecnológica acelerada, marcado pela introdução de sistemas de combate inteligentes, inteligência artificial, veículos não tripulados e plataformas de comando e controlo digitalizadas, é crucial compreender como estas inovações estão a redefinir os modelos tradicionais de tomada de decisão e a cultura organizacional militar.

A presente investigação desenvolve-se em torno de três eixos principais: o estudo teórico dos modelos de decisão, a análise das tecnologias emergentes aplicadas ao setor da defesa, e a perceção prática dos militares portugueses sobre a influência destas tecnologias nas suas decisões operacionais.

Para este efeito, foi adotada uma metodologia qualitativa, que consistiu na realização de entrevistas semiestruturadas a doze oficiais dos três ramos das Forças Armadas Portuguesas, com funções em unidades operacionais e experiência no uso de tecnologias. A análise dos dados recolhidos foi complementada com recurso ao software IRaMuTeQ, que possibilitou uma leitura lexical robusta e estruturada.

Os resultados indicam que as tecnologias emergentes têm um impacto crescente no ciclo de decisão militar, contribuindo para uma maior rapidez, precisão, partilha de informação em tempo real e consciência situacional. No entanto, surgem também desafios significativos, como a necessidade de atualização doutrinária, formação contínua, interoperabilidade e clareza ética sobre os limites da autonomia dos sistemas. A discussão desenvolvida propõe um conjunto de implicações práticas para o treino, o planeamento e a formulação doutrinária nas Forças Armadas, reforçando a importância de uma abordagem crítica e estratégica à modernização tecnológica.

O presente estudo tem como objetivo contribuir para o debate nacional sobre a transformação das FFAA face à guerra tecnológica moderna, propondo uma reflexão fundamentada sobre o equilíbrio entre o potencial da máquina, as limitações humanas e a responsabilidade do decisor.

Abstract

This dissertation aims to analyse the impact of emerging technologies on the decision-making process within the Portuguese Armed Forces (FFAA), focusing particularly on the tactical level and small operational units. In an era of rapid technological change, characterised by the adoption of intelligent combat systems, artificial intelligence, unmanned vehicles and digital command and control platforms, it is essential to grasp how these innovations are reshaping traditional decision-making models and military organisational culture.

The research is structured around three pillars: a theoretical exploration of decision-making models, an analysis of the application of emerging technologies in the defence sector, and the perceptions of Portuguese military officers regarding the influence of these technologies on their operational decisions.

A qualitative methodology based on semi-structured interviews with twelve officers from the three branches of the Armed Forces was adopted. All the officers had operational experience and exposure to emerging technologies. Data analysis was supported by IRaMuTeQ software, enabling robust, structured lexical interpretation.

The findings suggest that emerging technologies are increasingly influencing the military decision-making cycle, leading to greater speed, accuracy, real-time information sharing and improved situational awareness. However, significant challenges also arise, including the need for doctrinal updates, continuous training, improved interoperability and ethical clarity regarding the limits of machine autonomy. The discussion presents a set of practical implications for training, operational planning and doctrinal development within the FFAA, emphasising the importance of taking a critical and strategic approach to technological modernisation.

This study aims to contribute to the national debate on the transformation of the Armed Forces in the face of modern technological warfare, proposing an informed reflection on the balance between the potential of the machine, human limitations and the responsibility of the decision-maker.

Índice

Agradecimentos	IX
Resumo	XII
Abstract.....	XIV
Índice de Figuras	XIX
Índice de Gráficos.....	XXI
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	XXIII
Introdução	1
Enquadramento do Tema	2
Justificação do Tema	3
Objetivos da Investigação.....	4
Questões da Investigação	4
Metodologias de Investigação.....	5
Estrutura.....	6
Delimitação do Estudo	7
Capítulo I - Revisão da Literatura	9
Metodologia da revisão da literatura	9
O Processo de Tomada de decisão	10
O que é o Processo de tomada de decisão	10
Modelo de Decisão Racional.....	12
Modelo de Decisão Intuitiva	13
Modelo de Decisão Improvisada	14
Estilos Individuais na Tomada de Decisão	15
O Processo de Tomada de Decisão Militar	15
Processo de Decisão Militar	16
OODA Loop	17
Risk-Based Decision Making	18
O Estudo de Herbert A. Simon.....	19
A Tomada de Decisão e a Inteligência Artificial	22
Capítulo II – Tecnologias Emergentes	24
Estados Unidos da América	26
Alemanha	33

França	36
Reino Unido	38
Guerra Israel - Hamas	41
Guerra Ucrânia – Rússia	46
Análise Comparativa e Implicações para Portugal	51
O Futuro da Tomada de Decisão	53
Relação Militar-Máquina	54
Implicações Éticas e Morais	57
Capítulo III- Situação atual das tecnologias emergentes e capacidades das FFAA nacionais	62
Marinha	62
Exército	73
Força Aérea	79
Capítulo IV- Recolha e Tratamento de Dados	86
Metodologia.....	86
Dados Recolhidos das Entrevistas	87
Validação dos Dados.....	89
Ética na Recolha de Dados	91
Capítulo V- Análise e Discussão.....	92
Análise Qualitativa	92
Classe 1 – Aplicações Operacionais das Tecnologias Emergentes.....	94
Classe 2 – Dificuldades e Abordagem das Forças Armadas à Evolução Tecnológica	98
Classe 3 – Impacto Tecnológico na Tomada de Decisão e Limites Éticos	103
Discussão.....	113
Impacto das Tecnologias Emergentes no Processo de Tomada de Decisão	113
Comparação Internacional	116
Desafios na Implementação de Novas Tecnologias	118
Implicações Práticas para as FFAA.....	120
Proposta de Modelo de Integração Tecnológica na Tomada de Decisão	122
Proposta de Implementação de Curso Prático	125
Conclusão	128
Considerações Finais	128
Recomendações	129

Limitações da Investigação	130
Futuros projetos.....	131
Bibliografia.....	133
Apêndices	141
Apêndice A – Descrição do Corpus Textual das Entrevistas.....	141
Apêndice B – Análise de Estatísticas Textuais.....	143
Apêndice C – Análise Fatorial de Correspondência.....	145
Apêndice D – Nuvem de Palavras.....	147
Apêndice E – Análise de Similitude.....	149
Apêndice F – Classificação de Ward	151
Apêndice G – Classificação Hierárquica Descendente.....	153
Apêndice H - Guião de entrevista semiestruturada	159
Apêndice I – Tabela Resumo dos Sistemas Internacionais Analisados.....	161
Apêndice J – Tabela Resumo dos Sistemas Nacionais Analisados	163
Apêndice K – Tabela Resumo dos Militares Entrevistados	165
Anexos.....	167
Anexo A - Termo de responsabilidade	167
Anexo B - Declaração de consentimento para o tratamento de dados pessoais.....	169

Índice de Figuras

Figura 1 - Navio da Marinha dos EUA equipado com o sistema AEGIS [Fonte: Lockheed Martin]	27
Figura 2 - VTOL UAV Ghost [Fonte: Anduril Industries]	28
Figura 3 - OUSV 2 NOMAD [Fonte: Naval Technology]	30
Figura 4 - MQ-25 Stingray em operações de reabastecimento com um F-35C [Fonte: Boeing]	31
Figura 5 - IA da Heron Systems derrota um piloto humano em combate virtual [Fonte: DARPA]	33
Figura 6 - Sistema Revolver Gun MK3 [Fonte: Rheinmetall AG]	34
Figura 7 - Mission Master XT na configuração de transporte de carga [Fonte: Rheinmetall AG]	36
Figura 8 - Drone Aliaca fixado a uma catapulta de lançamento [Fonte: Airbus]	37
Figura 9 - UCAV nEUROn [Fonte: Dassault Aviation]	38
Figura 10 - HERNE XLUAV [Fonte: BAE Systems]	40
Figura 11 - Sistema Drone Dome [Fonte: Rafael Advanced Defense Systems]	42
Figura 12 - Navio da marinha israelita equipado com o sistema C-Dome [Fonte: Rafael Advanced Defense Systems]	43
Figura 13 - USV KATANA [Fonte: Israel Aerospace Industries]	44
Figura 14 - Harpy a ser lançado de um sistema móvel [Fonte: Israel Aerospace Industries]	45
Figura 15 - Soldado ucraniano lança drone na linha da frente, perto de Bakhmut, Ucrânia [Fonte: Time Magazine]	47
Figura 16 - Drone Lancet-3 [Fonte: Global Defense News]	49
Figura 17 - Drone HX-2 [Fonte: Helsing AI]	51
Figura 18- Sistema Patriot [Fonte: Army Technology]	59
Figura 19- NRP Bartolomeu Dias [Fonte: Marinha Portuguesa]	64
Figura 20- Drone OGASSA OGS42V [Fonte: Marinha Portuguesa]	65
Figura 21- Drone VTone [Fonte: Marinha Portuguesa]	66
Figura 22- Trator do Mar [Fonte: Smart Defense]	68
Figura 23- NRP D. João II [Fonte: Revista da Armada]	70
Figura 24 - Navio Reabastecedor e Logístico [Fonte: Revista da Armada]	71

Figura 25 - Drone Raven RQ-11B [Fonte: Forças Armadas]	75
Figura 26 - Swatter Portable Gun durante o exercício ARTEX [Fonte: Exército Português]	77
Figura 27 - Aeronave KC-390 da FAP [Fonte: Força Aérea Portuguesa]	80
Figura 28 - UH-60 Black Hawk da FAP [Fonte: Força Aérea Portuguesa]	81
Figura 29 - A-29 Super Tucano [Fonte: Força Aérea do Brasil]	83

Índice de Gráficos

Gráfico 1- Dendograma da CHD [Fonte: elaboração própria]	94
Gráfico 2 - Ciclo de Tomada de Decisão com Integração Tecnológica [Fonte: elaboração própria]	123

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AFA – Academia da Força Aérea

AI-DSS – Artificial Intelligence Decision Support Systems

ADM – Assisted Decision Making

AIS – Automatic Identification System

CCTS – Centro de Capacitação Tática e Simulação

CEOM – Experimentação Operacional da Marinha

CEOV – Célula de Experimentação Operacional de Veículos Não Tripulados

CHD – Classificação Hierárquica Descendente

CIAFA – Centro de Investigação da Academia da Força Aérea

CINAMIL – Centro de Investigação da Academia Militar

CINAV – Centro de Investigação Naval

CIWS – Close-In Weapons Systems

CMS – Combat Management System

COP – Common Operational Picture

CUAS – Counter Unmanned Aircraft Systems

DARPA – Defense Advanced Research Projects Agency

DI – Direito Internacional

EESPUM – Estabelecimentos de Ensino Superior Público Universitário Militar

EM – Estado-Maior

EN – Escola Naval

EO – Eletro-Ótico

FFAA – Forças Armadas Portuguesas

HMT – Human-Machine Teaming

IA – Inteligência Artificial

IAI – Israel Aerospace Industries

ICMT – International Conference on Military Technologies

IDEIA – Investigação Desenvolvimento Experimentação e Inovação da Armada

MCM – Mine-Counter-Measures

MDMP – Military Decision-Making Process

MLU – Mid-Life Upgrade

NF – Nossas Forças

NG – New Generation

OTAN – Organização do Tratado do Atlântico Norte

PDM – Processo de Decisão Militar

RBDM – Risk-Based Decision Making

ROE – Rules Of Engagement

REPMUS – Robotic Experimentation and Prototyping with Maritime Unmanned Systems

RNLN – Royal Netherlands Navy

SANT – Sistemas Aéreos Não Tripulados

SNT – Sistemas Não Tripulados

TDL – Tactical Data Link

UAWC – Unmanned Air Warfare Centers

XLUAV – Extra Large Autonomous Underwater Vehicle

Introdução

“The **quality of decision** is like the well-timed swoop of a falcon which enables it to strike and destroy its victim...”

Sun Tzu

Esta dissertação tem como principal foco estudar o processo de tomada de decisão, ao nível tático, de pequenas unidades, nas Forças Armadas Portuguesas (FFAA), e relacioná-lo com o impacto das tecnologias emergentes como, por exemplo, novos Sistemas de Combate, Inteligência Artificial, Sistemas de Comando e Controle, Veículos não Tripulados, entre outros. Numa primeira fase é estudado o processo de tomada de decisão, algumas teorias relacionadas com este, teorias contemporâneas, alguns autores e teóricos que o têm vindo a influenciar e o processo de tomada de decisão nas Forças Armadas Portuguesas. É realizada uma análise internacional de algumas das atuais capacidades destas diversas tecnologias/sistemas e alguns exemplos de países, conflitos e tensões onde estão a ser utilizados. Posteriormente, é realizada uma análise de algumas das capacidades tecnológicas emergentes, a nível das Forças Armadas Portuguesas ao longo dos últimos anos, como estas têm vindo a ser desenvolvidas e como têm influenciado o processo de tomada de decisão. Posteriormente, após uma análise qualitativa das entrevistas e literatura, utilizadas na investigação, pretende-se compreender se, dentro das melhores práticas, as FFAA estão a adotar o mesmo caminho dentro dos diferentes ramos ou se possuem uma abordagem diferente a este desenvolvimento tecnológico e se existem mudanças no processo de tomada de decisão.

Este capítulo da dissertação começa por apresentar o enquadramento do tema, com o objetivo de esclarecer a sua necessidade e importância. Em seguida é efetuada a justificação do tema com o objetivo de realizar o enquadramento específico nas Forças Armadas, com maior ênfase na Marinha Portuguesa. Posteriormente, são apresentadas as principais questões da investigação, quais os objetivos que irão orientar o estudo e as metodologias usadas na investigação. Por último, é realizada a delineação da estrutura da presente dissertação.

Enquadramento do Tema

“Technology is advancing at an impressive rate. Technological development cannot be stopped and that is why humankind in general and the military in particular must adapt to this new challenge. Military organizations compete or fight, and one of their means is technology.”

(Rațiu & Roșu, 2021)

A evolução tecnológica tem desempenhado um papel crítico na transformação das operações militares, influenciando diretamente a evolução do processo de tomada de decisão militar. No contexto atual das Forças Armadas Portuguesas (FFAA), e particularmente na Marinha Portuguesa, a implementação de tecnologias emergentes, como Sistemas de Combate Avançados, Inteligência Artificial (IA), Sistemas Autónomos e Veículos Não Tripulados, tem reconfigurado radicalmente os métodos tradicionais de decisão nos diferentes ambientes operacionais.

O processo de tomada de decisão militar é uma componente determinante na eficácia operacional e pode significar a diferença entre o sucesso e o fracasso de uma operação militar. Segundo Burwell (2001), tradicionalmente, este processo era principalmente baseado na experiência dos comandantes e no tempo de reação das forças no campo de batalha. No entanto, a introdução de sistemas automatizados e IA oferecem novas oportunidades, como a análise de enormes quantidades de dados em tempo real, aumento da precisão tática e redução da margem de erro. Paralelamente, levantam-se questões éticas e morais sobre qual deve ser a autonomia destes mesmos sistemas/tecnologias e qual a confiabilidade das decisões automatizadas, impactos na hierarquia e no comando militar (Scharre, 2018).

Com o surgimento de guerras contemporâneas, como a guerra entre a Ucrânia e a Rússia, as operações militares de Israel, conflitos no Médio Oriente e as tensões entre EUA e China, torna-se evidente que as capacidades tecnológicas estão a sofrer alterações e, por sua vez, estão a ser reformuladas as estratégias militares e os processos de decisão a nível global. Novos sistemas de comando e controle mais avançados, Inteligência Artificial, Sistemas Autónomos e Veículos Não Tripulados são apenas algumas das tecnologias que demonstram a evolução significativa na forma com as Forças Armadas a

nível Internacional respondem a situações de crise e operam em ambientes hostis (Scharre, 2023).

Justificação do Tema

“If a military force and its leaders have failed to prepare themselves and their forces with honesty, imagination, and a willingness to challenge fundamental concepts, then they will pay a dark price in the blood of their sailors, soldiers, marines, and airmen.”

Williamson Murray, US Naval Strategy and Japan

A principal justificação para esta investigação surge da necessidade de compreender como as Forças Armadas Portuguesas se estão a adaptar aos novos conflitos, ambiente de insegurança e a esta radical transformação tecnológica, e de que forma estas mudanças impactam o processo de decisão a nível tático nas pequenas unidades militares.

Ao estudar a transição dos métodos tradicionais para um modelo assistido por tecnologia, esta pesquisa visa identificar vantagens, desafios, atuais capacidades das FFAA ou lacunas existentes e sugerir mudanças em como está a ser abordada a integração de tecnologias emergentes na estrutura de comando e decisão militar dos diversos ramos das Forças Armadas.

Este estudo tem a intenção de promover e facilitar um ambiente de inovação e cooperação entre os diferentes ramos das FFAA, que poderá vir a promover uma abordagem mais integrada na segurança e defesa nacional. Poderá estimular uma abordagem diferente na formação e treino dos Oficiais nas novas tecnologias, tomada de decisão e nas implicações éticas e morais da automação e tecnologias emergentes nas operações militares. Por último, este estudo tem o potencial de moldar a prática de alguns dos procedimentos das Forças Armadas ao nível do processo de tomada de decisão, para que as FFAA se mantenham informadas, preparadas e em constante desenvolvimento, num cenário global de mudanças radicais, evolução tecnológica e doutrinária.

Objetivos da Investigação

Posteriormente ao enquadramento e justificação do tema, surge a necessidade de definir o objetivo central que será o alicerce da investigação. Esta dissertação tem como **principal foco estudar como tem evoluído e alterado o processo de tomada de decisão, ao nível tático das pequenas unidades, nas Forças Armadas Portuguesas e relacioná-lo com o impacto das tecnologias emergentes**. Logo, por forma a convergir no objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos propostos para esta investigação:

- Estudar o processo de tomada de decisão e as suas principais teorias relevantes, num contexto militar;
- Explorar as tecnologias emergentes num contexto internacional e nos atuais conflitos e tensões;
- Estudar como estas tecnologias estão a influenciar as operações militares e o processo de tomada de decisão militar;
- Identificar e caracterizar as principais capacidades tecnológicas emergentes das FFAA Portuguesas;
- Identificar alterações relevantes no processo de tomada de decisão nas FFAA;
- Estudar implicações éticas e morais do uso da tecnologia na tomada de decisão;

Questões da Investigação

Segundo Ridley D. (2012) "Uma questão central bem formulada é a chave para uma pesquisa bem-sucedida, pois ela guia todas as etapas do processo investigativo, desde a revisão da literatura até a análise dos resultados."

Após a definição do objetivo central, torna-se necessário o formular de uma questão central, que será a pergunta base a investigar na presente dissertação. Desta forma, a questão central definida foi a seguinte: **“Quais foram as principais transformações que o processo de tomada de decisão sofreu nas FFAA devido às tecnologias emergentes?”**

Posteriormente, estreitando o âmbito de estudo, e por forma a compreender melhor a questão central, é necessário especificar as diferentes etapas e questões a dar uma resposta. Posto isto, foram definidas as seguintes questões da investigação (QI):

QI 1 – Quais os impactos da evolução tecnológica no processo de tomada de decisão das FFAA?

QI 2 – Como é que as FFAA se estão a adaptar aos avanços tecnológicos internacionais?

QI 3– Quais as principais dificuldades das FFAA à crescente evolução tecnológica?

Metodologias de Investigação

Segundo Creswell (2014), a investigação através de métodos qualitativos é uma abordagem que permite compreender o significado que cada indivíduo ou grupos atribuem a um problema social ou humano.

De acordo com Patton (2015), os métodos qualitativos facilitam o estudo dos problemas em profundidade e pormenor, sem estarem limitados por categorias de análise pré-determinadas. O autor reforça que, os métodos qualitativos são úteis quando o objetivo do investigador é investigar fenómenos ou compreender dinâmicas organizacionais, com foco nas experiências humanas.

Yin (2018) refere que, o estudo de caso é uma investigação empírica que permite analisar um fenómeno contemporâneo no seu contexto da vida real. Este autor destaca o facto de o estudo de caso facultar ao investigador a integração de múltiplas fontes de evidências e apoiar-se tanto em estudos descritivos, como explicativos ou exploratórios.

Posto isto, a metodologia adotada para a realização do presente estudo vai ser uma investigação qualitativa, baseada no estudo de caso da tomada de decisão nas FFAA, que vai ter as seguintes etapas:

- Numa primeira fase, será realizado um estudo sobre o processo de tomada de decisão; o processo de tomada de decisão militar e como este tem sido

influenciado pelas novas tecnologias; o Futuro da tomada de decisão e algumas definições relevantes para a pesquisa. Isto será realizado através da leitura de diversas obras direcionadas principalmente para o âmbito da tomada de decisão e tecnologias militares.

- De seguida será feito um esforço por conhecer vários avanços tecnológicos no âmbito militar, quer a nível nacional e internacional, através da leitura de artigos e obras relacionadas com estes temas.
- Posteriormente será efetuada uma Recolha de Dados para análise, através de métodos qualitativos. Detalha-se a população alvo, os critérios de seleção da mesma e a realização das entrevistas semiestruturadas aos respetivos militares das FFAA.
- Em seguida, será realizada a etapa da Limpeza e Tratamento dos Dados, em que as entrevistas serão transcritas e será realizada uma análise qualitativa das entrevistas com auxílio de um software de análise textual, de modo a identificar padrões e categorias relevantes. Interpretam-se os resultados obtidos pelo software e pela análise e discutem-se as principais dificuldades e desafios identificados durante a mesma.
- Por fim, serão apresentadas as principais descobertas desta investigação e a discussão dos resultados obtidos na análise qualitativa das entrevistas realizadas. Apresentam-se as limitações do estudo e sugerem-se futuras investigações.

Estrutura

A presente dissertação será desenvolvida ao longo de cinco principais capítulos, conforme indicado:

- **Introdução:** aborda o enquadramento do tema em estudo, bem como a sua justificação. São expostos os principais objetivos a investigar, são formuladas as questões a responder e são apresentadas a estrutura e delimitação da dissertação.
- **Revisão da Literatura:** neste capítulo procura-se esclarecer e aprofundar o estado da arte e abordar e analisar diferentes conceitos nomeadamente,

Metodologia de Investigação, Processo de Tomada de Decisão Militar, Tecnologias Emergentes, Evolução Tecnológica, Futuro da tomada de Decisão.

- **Situação atual das Tecnologias emergentes e Capacidades das FFAA nacionais:** explora-se o estado atual dos avanços tecnológicos no âmbito das diversas tecnologias emergentes internacionais e nas Forças Armadas Portuguesas.
- **Recolha e Tratamento de Dados:** neste capítulo incide na componente prática da dissertação e em todos os procedimentos metodológicos na recolha e tratamento de dados realizada através de entrevistas semiestruturadas a uma população-alvo. É ainda referida a conformidade estrita com as normas éticas e de validação na recolha e tratamento dos dados obtidos.
- **Análise e Discussão:** é realizada a análise qualitativa e a discussão dos dados obtidos no capítulo anterior, através das entrevistas, para que posteriormente sejam realizadas as considerações finais.
- **Conclusão:** procura-se abordar as considerações finais relativamente à investigação em causa, bem como limitações, com o intuito de promover o conhecimento e investigação, sendo inseridas sugestões para estudos futuros.

Delimitação do Estudo

"A delimitação do problema de pesquisa é um passo crucial no desenvolvimento de qualquer estudo académico, pois define os limites e o escopo da investigação, garantindo que os resultados sejam relevantes e aplicáveis."

(Gil, A. C. 2002)

Posteriormente à definição da estrutura, objetivos e questões, torna-se imperativo delimitar o âmbito em que se insere a investigação, por forma a existir uma procura mais objetiva do estudo. Estreitando o âmbito do estudo, nesta dissertação apenas serão estudados os campos do processo tomada de decisão militar, com exceção das teorias de Herbert A. Simon, devido ao seu contributo na área da tomada de decisão e Inteligência Artificial.

As tecnologias emergentes, serão limitadas a áreas militares, sendo que, o foco principal é relacionar as tecnologias que mais têm influenciado os ciclos do processo de tomada de decisão. Será apenas estudado o período dos últimos 10 anos, entre 2015 e 2025. De seguida, de forma a delimitar a investigação internacional, apenas serão estudados alguns países da NATO - Alemanha, França e Reino Unido - devido a serem as principais potências europeias e dos principais parceiros com Portugal; os EUA devido à sua importância geoestratégica e pelo facto de se encontrar sempre na vanguarda tecnológica; a Ucrânia e Israel, por se encontrarem atualmente envolvidos em guerras, o que permite identificar aspetos pertinentes relacionados com a guerra moderna.

No âmbito tecnológico das Forças Armadas Portuguesas, apenas serão exploradas tecnologias emergentes no âmbito dos três ramos das FFAA. A investigação terá um maior foco no ramo da Marinha em relação à Força Aérea e ao Exército.

Relativamente às entrevistas, o âmbito será conduzir entrevistas apenas a Oficiais das FFAA, com maior ênfase em Oficiais que tenham exercido ou exerçam funções de comando em unidades operacionais e que tenham trabalhado com tecnologias ao longo da sua carreira, por forma a comparar como a evolução tecnológica destes sistemas os têm influenciado no processo de decisão a nível militar, nas operações.

Capítulo I - Revisão da Literatura

Segundo Hart C. (1998), "A revisão da literatura não é apenas uma etapa preliminar da pesquisa, mas um processo crítico que continua ao longo de todo o estudo, ajudando a redefinir perguntas de pesquisa e a interpretar resultados."

A revisão da literatura fornece todo um fio condutor ao tema abordado na elaboração da presente dissertação de mestrado, fornece a base teórica e os conceitos-chave. Ao longo deste capítulo, são abordados temas relevantes para o estudo, nomeadamente dos conceitos relacionados com tomada de decisão. Posteriormente, é realizada uma síntese destes diversos temas e conceitos, sendo que, a revisão da literatura sobre a tomada de decisão militar revela um campo de estudo dinâmico e em constante evolução.

Metodologia da revisão da literatura

A metodologia adotada para a realização do presente estudo dividir-se-á em quatro relevantes fases de abordagem.

Numa primeira fase, é importante entender o processo de tomada de decisão no seu contexto mais amplo. É fundamental realizar um estudo geral sobre o processo de tomada de decisão, em que consiste, algumas definições relevantes, os principais modelos e teorias da decisão e uma breve explicação dos estilos individuais na tomada de decisão.

Em seguida, torna-se imperativo compreender o processo de tomada de decisão no âmbito militar e defini-lo. Perceber as especificidades do ambiente de decisão militar e explicar os diferentes conceitos relacionados com esta temática.

Depois, é relevante estudar os contributos de Herbert A. Simon, principalmente as suas teorias acerca da tomada de decisão. E compreender que este foi um dos primeiros autores a referir temas como a Inteligência Artificial.

Por último, investigar de um modo geral, as relações e os conflitos que as tecnologias emergentes e a Inteligência Artificial trazem à tomada de decisão. E, ainda,

como esta ferramenta está a mudar radicalmente o todo o processo decisório, em especial o militar.

O Processo de Tomada de decisão

"Nada é mais difícil e, portanto, mais precioso, do que ser capaz de decidir."

Napoleão Bonaparte

Segundo Cunha et al. (2014) a tomada de decisão constitui uma das atividades mais frequentes e importantes das organizações, de tal forma que a atividade da gestão tem sido, em alguns casos, equiparada à tomada de decisão. Ou seja, gerir é decidir. Desde tomadas de decisão programadas a não programadas, os atores organizacionais veem-se constantemente confrontados com a necessidade de realizar uma escolha (Simon, 1960).

O processo de tomada de decisão é complexo e multidimensional, envolve razão e emoção, passado, presente e futuro, desejo e realidade, certeza e frustração. É uma atividade fortemente marcada pelas características dos decisores humanos, sendo que, a introdução de sistemas de apoio à decisão pode melhorar a qualidade e a rapidez do processamento de informação. No entanto, na sua essência, a decisão não deixa de ser abordada do ponto de vista humano e organizacional. (Cunha et al, 2014)

O que é o Processo de tomada de decisão

O processo de tomada de decisão tem sido amplamente estudado nas ciências sociais e organizacionais, sendo definido de formas diversas por diferentes autores. De acordo com Daft (2011), a tomada de decisão é normalmente definida como o processo de identificação e resolução de um ou mais problemas. É um tema de grande relevância na vida organizacional de qualquer organização, sendo que, por vezes, as organizações são descritas como as próprias “entidades decisórias” (Boudreau, 2014).

Cunha et al. (2014) define que a decisão envolve principalmente duas fases. A **fase de identificação de problemas**, que contempla uma recolha e análise de informação. E a **fase de resolução de problemas**, que consiste na procura de possíveis alternativas e respostas à situação atual, e tende a culminar na seleção e aplicação de uma delas.

Para Simon (1960), a decisão é essencialmente um processo racional de escolha entre alternativas, em que o decisor procura seleccionar a opção que maximize resultados. Esta perspetiva clássica estabelece as bases da chamada “racionalidade limitada”, conceito que o próprio autor viria a desenvolver em trabalhos posteriores (Simon, 1997), ao reconhecer que os indivíduos não dispõem de toda a informação nem de tempo ilimitado para decidir.

Outros autores, como March e Olsen (1989), criticam a linearidade implícita no modelo de Simon e sublinham a dimensão política e organizacional da decisão, defendendo que esta resulta também de negociações, normas institucionais e jogos de poder. Já Klein (1998), ao estudar decisões em contextos de alta pressão, propõe o modelo do Recognition-Primed Decision, segundo o qual a experiência acumulada permite ao decisor reconhecer padrões e agir rapidamente sem comparar sistematicamente alternativas.

Relativamente ao tipo de decisões, Gilovich (1991) e Nutt (1998), classificam as decisões como **individuais**, **grupais** e **organizacionais**. Esta distinção é importante na medida em que novos fenómenos podem ser observados a cada nível de análise. No entanto, Simon (1960) classifica as decisões em função do seu grau de programabilidade. Posto isto, podemos considerar as decisões como **programadas** e **não programadas**.

Segundo Cunha et al. (2014), **decisões programadas** são aquelas que têm um carácter repetitivo e para as quais foram desenvolvidos procedimentos padrão. Estes autores, salientam que as **decisões não programadas** estão, normalmente, envoltas numa escassa informação e dúvidas relativamente a cada uma das possíveis alternativas. Por vezes, não se conhecem com rigor, a natureza e os próprios conteúdos do problema.

Gary Klein (2017), refere o facto de os decisores no âmbito militar recorrerem a *scripts* mentais baseados na intuição e experiência para realizar decisões não programadas. Isto devido ao ambiente de alto risco, tempo reduzido e principalmente a escassa informação disponível, o que impossibilita uma análise comparativa de alternativas naquele momento.

Estes diferentes enquadramentos mostram que a decisão pode ser entendida tanto como um processo racional e estruturado (Simon, 1960; 1997), como uma prática

influenciada pelo contexto organizacional (March & Olsen, 1989) ou ainda como uma competência dependente da intuição e da experiência (Klein, 1998). Esta diversidade conceptual é relevante para a presente investigação, uma vez que a introdução de tecnologias emergentes tende a reforçar alguns aspetos como a racionalidade algorítmica e a análise de dados, enquanto desafia outros, nomeadamente a intuição e a experiência humana no processo de decisão militar.

Modelo de Decisão Racional

Os modelos mais relevantes de tomada de decisão destacam e enfatizam a componente racional do processo, salientam a necessidade de “pensar antes de fazer” e aplicam-se principalmente ao caso das decisões não programadas (Mitzberg & Westley, 2001). Definem a busca e o tratamento de informação como a componente central do processo, funcionam segundo a seguinte lógica: **Definição – Diagnóstico – Alternativas – Decisão**

O modelo racional de tomada de decisão, desenvolvido inicialmente por Herbert Simon (1960), parte da premissa de que os indivíduos analisam todas as alternativas possíveis de forma lógica e objetiva, seleccionando aquela que maximiza os resultados. Esta visão clássica inspirou grande parte das teorias de Simon, ao pressupor que a decisão é um processo linear, baseado na recolha de informação completa, na formulação de opções e na escolha ótima.

Contudo, obras posteriores de Simon (1997) introduzem o conceito de “racionalidade limitada”, reconhecendo que, na prática, os decisores não dispõem de informação perfeita, tempo ilimitado ou recursos infinitos para analisar todas as alternativas. Assim, em vez de escolhas ótimas, o que frequentemente ocorre são escolhas “satisfatórias”, isto é, suficientemente boas para responder às necessidades imediatas.

Schraagen (2022), refere a importância de uma decisão racional no processo decisório militar, o autor defende que o militar deve manter a compreensão da situação e ser capaz de justificar todas as suas escolhas. Defende que decidir reside na capacidade de integrar informação, contexto e julgamento humano, mesmo quando as ferramentas de auxílio tecnológico estão presentes.

Modelo de Decisão Intuitiva

Dane & Pratt (2007), definem **intuição** como o julgamento com algum pendor emocional que surge através de associações rápidas, inconscientes e holísticas. Por outras palavras, de acordo com o Dicionário de Língua Portuguesa, é a “percepção direta, clara e imediata de uma verdade, sem auxílio do raciocínio”. Este conceito vem introduzir o facto de que o conhecimento de um determinado assunto pode ocorrer sem a tomada de consciência própria do pensamento racional. Logo, a intuição, embora inconsciente, não é irracional (Cunha et al, 2014).

A relevância desta abordagem acentua-se em ambientes organizacionais turbulentos, onde a racionalidade formal tende a ser insuficiente (Khatri & Ng, 2000). Klein (2003, 2017) reforça esta ideia ao mostrar que, em contextos militares, as decisões não resultam de comparações exaustivas de alternativas, mas do reconhecimento de padrões familiares. Para este autor, a intuição não é mero instinto, mas uma competência desenvolvida ao longo de anos de experiência, prática e exposição a situações críticas. A eficácia da decisão, neste quadro, depende menos da aplicação de um modelo formal e mais da capacidade de mobilizar conhecimento tácito acumulado.

Recentemente, Dane & Pratt (2010) desenvolveram um modelo teórico onde procuraram identificar condições que tornam a decisão intuitiva mais eficaz, sendo algumas dessas condições as seguintes:

- A intuição é mais eficaz nas pessoas que utilizam esquemas de raciocínio complexos, ao contrário de heurísticas simples e gerais;
- A intuição torna-se mais eficaz à medida que as pessoas desenvolvem a sua capacidade de aprendizagem, sendo esta capacidade desenvolvida através da prática;
- A intuição funciona melhor para lidar com problemas para os quais não existem soluções objetivamente melhores;
- A intuição, por sua vez, é mais eficaz em contextos e ambientes caracterizados por elevada incerteza.

Assim, a literatura recente não apenas descreve a intuição como um processo espontâneo, mas identifica as condições que potenciam a sua utilidade.

Em síntese, a análise da intuição no processo de decisão evidencia um ponto essencial: longe de se opor à racionalidade, ela surge como complemento necessário em contextos dinâmicos e incertos, especialmente no meio militar. Enquanto a racionalidade estruturada privilegia a análise sistemática, a intuição oferece rapidez e adaptabilidade, permitindo decisões eficazes em situações onde o tempo e a informação são limitados

Modelo de Decisão Improvisada

A crescente velocidade e complexidade do mundo organizacional tornam difícil seguir processos de decisão longos e lineares. Cunha et al. (2014) salientam que, em muitos casos, os decisores são forçados a planejar e executar em simultâneo, num processo de “planeamento em tempo real”. Nesse quadro, a decisão por improvisação assenta em três passos fundamentais: **ação, seleção e retenção**. A lógica subjacente é inversa à do modelo racional: em vez de analisar alternativas antes de agir, os decisores atuam, avaliam os resultados e apenas depois consolidam as soluções que demonstraram eficácia.

Esta abordagem encontra semelhanças na literatura militar. Davis (2014) introduz o conceito de adaptive learning, defendendo que a adaptabilidade é central para a decisão em ambientes de elevada incerteza. Em vez de seguir rigidamente planos pré-estabelecidos, os comandantes devem ser preparados para improvisar com base em princípios, ajustando-se rapidamente a circunstâncias imprevistas. Brehmer (2009) reforça este ponto ao argumentar que, em contextos caóticos, a improvisação não é exceção, mas regra: o plano deve ser continuamente adaptado à realidade emergente.

Quando, devido a algum fator, o decisor não consegue seguir modelos mais sistemáticos, o modelo de decisão improvisada oferece, muitas vezes, uma alternativa válida. Kolditz (2010) observa que os líderes militares eficazes improvisam quando os planos falham, utilizando o seu conhecimento situacional e a confiança nas suas equipas para se conseguirem adaptar.

Em suma, estes contributos revelam que a improvisação não deve ser vista como falha em seguir modelos formais, mas como uma competência essencial em contextos dinâmicos. Longe de invalidar o modelo racional, complementa-o ao oferecer flexibilidade e resiliência quando os constrangimentos de tempo e informação tornam inviável uma análise sistemática.

Estilos Individuais na Tomada de Decisão

Ao longo do presente capítulo, foi focado o decisor como organização, no entanto, as decisões são, em última instância, individuais. Mesmo quando estamos na presença de um grupo, a decisão dele emanada provém de contributos individuais. Ao enfatizarmos a racionalidade limitada, é o nível individual que acaba por vir à superfície. É importante compreender que, cada indivíduo tem maior tendência para determinados estilos de tomada de decisão. Se queremos compreender decisões organizacionais, é imperativo que conheçamos a maneira como os membros dessa organização tendem a decidir. (Cunha et al, 2014)

Scott & Bruce (1995) caracterizaram os estilos individuais de decisão através do seguinte modelo: **Racional, Intuitivo, Dependente, Evitador e Espontâneo**.

É pertinente referir que, todos os estilos podem ser apropriados em diferentes situações, sendo que, é presumível que os decisores mais intuitivos sejam também os mais espontâneos, as pessoas propensas ao evitamento sejam também as mais dependentes e vice-versa. Os indivíduos com uma tendência mais elevada para o estilo racional, provavelmente, serão menos espontâneos

Gerras (2010) enfatiza que os estilos de decisão de um oficial das Forças Armadas variam conforme a sua formação, personalidade e o grau de exposição a ambientes radicais. Destaca, também, que o próprio estilo de decisão, permite ao oficial ajustar a sua abordagem ao problema, ao tempo e ao grau de risco. O autor identifica que existem decisores que seguem a doutrina e pouco se adaptam ao contexto (**dogmático**), outros ajustam a doutrina ao contexto (**adaptativo**), e alguns decidem com base na antecipação de cenários e através da leitura do ambiente operacional (**intuitivo-estratégico**).

O Processo de Tomada de Decisão Militar

"It doesn't take a hero to order men into battle. It takes a hero to be one of those men who goes into battle."

General Norman Schwarzkopf, U.S. Army

O Processo de tomada de decisão no âmbito militar é, normalmente, um processo estruturado ou por etapas, utilizado pelas forças armadas para planejar e executar operações, de forma a garantir eficiência, rapidez e adaptação a cenários complexos. Existem diversos modelos aplicados na decisão militar, sendo que quase todos eles combinam a análise de informações, avaliação, alternativas e uma execução coordenada de ações (Martins, 2009).

No entanto, na maioria das vezes, devido ao complexo ambiente que são as operações militares, nem sempre é possível decidir da mesma forma. Por isso, é relevante abordar três principais modelos de tomada de decisão militar, de forma a compreender como estes podem ser aplicados a diferentes situações e a ambientes com mudanças radicais, como o de uma área de operações, e para entender que processos os militares seguem a nível dos diferentes escalões, enquanto decisores.

Processo de Decisão Militar

O **Processo de Decisão Militar (PDM)** ou **Military Decision Making Process (MDMP)** é um método estruturado utilizado principalmente pelos escalões superiores e Comandantes de Batalhão, com apoio de um Estado-Maior (EM). Permite, uma avaliação detalhada da situação tática e a posterior tomada de decisão coordenada, de modo a utilizar os recursos disponíveis para o cumprimento da missão. Segundo o Manual do Processo de Decisão Militar (2006):

“O processo de decisão militar é o processo mais adequado em escalões com Estado-Maior (EM), porque permite uma sequência lógica de decisões e de interações entre o comandante e o EM. O PDM facilita ao comandante e ao EM avaliar a situação tática e a tomar decisões. Este processo normalmente não é utilizado nos baixos escalões (Companhia e inferiores), pois os comandantes não dispõem de EM e optam por utilizar o procedimento de comando de tropas”.

O escalão superior, vai trabalhar em conjunto com o EM, em equipa, de forma a discutirem qual a modalidade de ação (MA)/course of action (COA) mais indicada para um determinado tipo de situação, sendo que, os decisores vão ter sempre em conta fatores base para a escolha da MA. Alguns desses fatores são a tipologia de missão, o inimigo, o terreno, os meios disponíveis, o tempo disponível, considerações no âmbito civil e quais as Regras de Empenhamento (RE). (Manual do Processo de Decisão Militar, 2006). O

Processo de Decisão Militar é constituído por 7 principais fases, a saber: receção da missão, análise da missão, formulação de MA, análise das MA, comparação das MA, aprovação da MA e difusão de Planos e Ordens de Operações (Manual do Processo de Decisão Militar, 2006).

Existem algumas vantagens na utilização deste processo, principalmente porque são analisadas e comparadas múltiplas MA das Nossas Forças (NF) e do Inimigo, permite uma coordenação e organização das diversas etapas do planeamento da operação, minimizando o risco de não ser analisado qualquer aspeto em específico e selecionando assim a mais vantajosa. Resulta um planeamento detalhado que consta na ORDOP e uma decisão que tem em consideração um elevado conjunto de fatores. Tem como principal desvantagem o facto de ser um processo demoroso, principalmente quando executadas todas as suas etapas, sendo este o principal fator que condiciona a sua utilização ao nível dos escalões inferiores.

OODA Loop

O segundo modelo, o “**OODA Loop**”, de acordo com Brehmer (2009), foi originalmente desenvolvido como uma tentativa de explicar como os pilotos de caças americanos eram mais bem-sucedidos do que os seus adversários na Guerra da Coreia. É um modelo mundialmente conhecido e faz parte da doutrina de diversas forças armadas internacionais, inclusive das Forças Armadas Portuguesas, ou da US Air Force, US Navy e US Army. Foi desenvolvido por John Richard Boyd (1927-1997), um piloto de caças da Força Aérea Americana, como forma de explicar o ciclo de decisão que os pilotos de caça americanos realizavam durante as suas operações. Segundo Boyd (1987), o processo de tomada de decisão dos pilotos ocorria num ciclo contínuo de quatro etapas por forma a responderem a um ambiente complexo e de mudanças repentinas. Osinga (2005) descreve o ciclo OODA como uma ferramenta estratégica.

É composto por quatro etapas, **Observar, Orientar, Decidir e Agir**. A primeira etapa – Observar - envolve captar informações do ambiente, situação, oportunidades, ameaças, é necessária uma perceção situacional. A segunda atividade – Orientar - refere-se a um processamento cognitivo, a análise e processamento das informações anteriormente captadas. A terceira fase, como o nome indica (Decidir), compreende tomar uma decisão, escolher um COA, decidir qual a melhor estratégia ou plano para responder

ao problema captado e analisado nas duas primeiras fases. Por fim – Agir - implementar o que foi decidido, executar o COA definido. Após a etapa final (Agir), o ciclo volta a iniciar, uma nova Observação é efetuada e assim sucessivamente. Sendo que este ciclo está sempre em constante atualização, num “Loop”. De acordo com Boyd (1987), um piloto que conseguisse realizar este ciclo mais rápido que o seu adversário, iria sair vitorioso no combate. Ou seja, de acordo com Boyd, os pilotos americanos eram superiores nas quatro etapas do ciclo OODA, o que lhes dava a capacidade de “entrarem” no ciclo de decisão do inimigo e assim ganhar os duelos aéreos. Posteriormente, Boyd desenvolveu o modelo OODA Loop num modelo mais generalizado e complexo.

O ciclo OODA é, direta e indiretamente, utilizado em operações militares; como o ambiente é assimétrico e imprevisível, a capacidade de percorrer rapidamente o ciclo OODA permite que as forças militares, e em especial os decisores, adaptem as suas estratégias e táticas em tempo real. Este modelo continua a ser considerado como extremamente eficaz para a tomada de decisão quando uma rápida velocidade de adaptação é necessária. (Brehmer, n.d.)

Risk-Based Decision Making

O terceiro modelo, o **Risk-Based Decision Making (RBDM)**, ou Tomada de Decisão Baseada no Risco, representa uma abordagem essencial para cenários onde a incerteza e o impacto/consequências das decisões são elevados. É utilizada em operações militares, segurança, empresas, finanças e gestão de crises, permitindo que os decisores façam escolhas que sejam informadas e minimizem os riscos. Foca-se principalmente na identificação, análise e mitigação de riscos antes da tomada da decisão, sendo que, tenta equilibrar riscos e benefícios. De acordo com Custer & Janssen (2015), a avaliação do risco e a análise dos custos e benefícios da mitigação do risco, devem andar de “mãos dadas” e servir como evidências complementares na tomada de decisão baseada em risco.

Dillon et al. (2009) define que gerir o risco de uma forma controlada é algo realizado pelas Forças Armadas já há muitos anos e que esta gestão assenta em 3 principais análises de risco: impacto na missão, impacto no pessoal, impacto económico. Posto isto, existem diversas forças armadas internacionais que ao longo dos anos foram criando doutrinas para o RBDM.

Segundo a publicação NATO Allied Joint Doctrine for Force Protection, nas operações militares deve existir um equilíbrio de risco necessário. É necessário que exista uma gestão e priorização de risco, análise de risco, mitigação e posterior monitorização de risco de modo a efetuar um processo de decisão adequado. (Liwång et al., 2014)

Logo, é possível dividir o RBDM em 5 principais etapas, sendo estas: Definição dos Objetivos e Identificação dos Riscos, Análise e Priorização de Riscos, Desenvolvimento de Estratégias de Mitigação, Tomada de decisão e implementação, Monitorização e ajustes do risco. Segundo a NATO (2010), “Risk management is a decision support process and the risk analysis itself is a form of policy tool, as well as a vital tool for military planning and decision-making”

A tomada de decisão baseada em risco oferece diversas vantagens às forças armadas, principalmente na avaliação de potenciais consequências e benefícios de cada escolha, o que conduz, de um modo geral, a decisões estratégicas mais informadas. Assim, os decisores ganham maior clareza e confiança nas suas escolhas, porque estas são apoiadas num conjunto de análises de risco. Ao identificar e confrontar o risco, os decisores conseguem adaptar-se rapidamente e construir planos de contingência para a mudança do ambiente operacional (Johnson, 2007). Portanto, uma mitigação de riscos, provoca a redução de danos colaterais (material, pessoal, etc) nas operações militares, o que é fundamental para os decisores. Por outro lado, uma adequada análise e monitorização, de riscos permite que os decisores militares possam alocar os seus recursos conforme pretendido e, portanto, garantir que estão a ser eficientes ou que estão a desperdiçá-los.

O Estudo de Herbert A. Simon

Herbert Simon foi um dos pensadores mais influentes no estudo da tomada de decisão, nas teorias de administração e um pioneiro na Inteligência Artificial. As teorias de Herbert Simon foram um grande contributo para a estruturação das teorias contemporâneas da decisão, especialmente a racionalidade limitada, *satisficing* e arquitetura de escolha. Logo, é importante estudar um dos principais influentes destes temas.

Uma das teorias mais conhecidas de Simon é a da Racionalidade Limitada (Bounded Rationality). Herbert A. Simon critica a teoria clássica da racionalidade perfeita e propõe uma teoria prática com o conceito da racionalidade limitada. Simon argumenta que a racionalidade de um indivíduo implica um conhecimento inatingível das consequências das suas decisões. Ou seja, segundo Simon (1997), o Ser Humano nunca tem mais do que um conhecimento fragmentado das condições e consequências das suas ações, por isso, toma decisões sob incerteza. Os indivíduos não possuem a capacidade para processar todas as informações disponíveis ou para avaliar todas as alternativas possíveis. Posto isto, de acordo com Simon (1997), leva os decisores a estabelecerem níveis mínimos de satisfação (*satisficing*), optando pela alternativa que atende aos critérios de satisfação. Logo, os decisores vão escolher a decisão que os satisfaz naquele momento e não a melhor solução possível para atingir os objetivos pretendidos (Simon, 1997). Simon refere que existem diversos comportamentos relacionados com a natureza humana que afetam a tomada de decisão, tais como o stress, experiências passadas, a intuição, o risco, a memória, os hábitos e, de um modo geral, as emoções que cada indivíduo sente no momento da decisão. (Simon, 1997)

Sob estas condições, ocorre também o uso de heurísticas (atalhos mentais) e estratégias/procedimentos habituais, que se revelam cruciais para permitir uma decisão rápida e eficaz (Simon, 1997). Outro fator a ter em conta, segundo Simon (1997), é o facto de que quanto maiores forem as consequências e o risco de se perder algo (como pessoas), menos desejável vai ser o nível de risco para o decisor. Portanto, a visualização do risco por parte do decisor, quer seja pelo seu nível de experiência, acontecimentos passados ou outras razões, vão condicionar as suas decisões, pois este vai ter mais ou menos aversão ao risco que está disposto a admitir (Simon, 1997).

Outro fator importante a considerar é, de acordo com Simon (1997), a influência das emoções. Quando existe uma emoção forte, o foco de atenção pode “afunilar” para um objetivo muito específico e, por vezes, podem ser ignorados fatores importantes que seriam tidos em conta antes de se agir/decidir. Herbert Simon argumenta que, este afunilamento do foco devido à emoção, pode por vezes provocar uma oposição à racionalidade. Simon diz ainda que é necessário ter precaução acrescida na avaliação das circunstâncias e na intensidade dos pensamentos, quando o decisor se encontra perante decisões difíceis. No entanto, esta intensidade de emoção e pensamentos por vezes são as

que levam o Ser Humano a resolver problemas complexos e a resolver situações extremamente difíceis (Simon, 1997). Herbert Simon, defende que as emoções podem ser positivas ou negativas para a tomada de decisão; tudo depende se ocorre este estreitamento do foco do decisor e para onde ele ocorre.

Como referido anteriormente, Herbert A. Simon não foi apenas um pioneiro no estudo da tomada de decisão, foi também um dos “pais” da Inteligência Artificial, por isso, a sua relevância para o desenvolvimento da presente dissertação de mestrado. Herbert A. Simon, na sua obra *Logic Theorist* (1956), demonstrou como um computador podia simular processos de raciocínio humano e provar teoremas matemáticos. Ao provar estes teoremas matemáticos, Simon demonstrou a capacidade da modelagem computacional ao automatizar a lógica formal e o raciocínio dedutivo. O desenvolvimento do *Logic Theorist*, não só demonstrou que os computadores podiam realizar tarefas que, até então, eram consideradas exclusivas do pensamento humano, mas também introduziu conceitos fundamentais como a utilização de algoritmos de busca e heurísticas. No *Logic Theorist* (1956) demonstrou que, ao utilizar regras práticas para guiar o sistema a encontrar soluções mais promissoras (heurísticas), permitiu que os sistemas computacionais encontrassem respostas, mesmo com informações incompletas (racionalidade limitada). Mais uma vez, Herbert A. Simon desafiou as visões tradicionais sobre a racionalidade e os sistemas computacionais; *Logic Theorist* (1956) serviu como uma demonstração prática de que a simulação de processos cognitivos humanos era possível e, ao mesmo tempo, estabeleceu um paradigma para a construção de modelos de decisão baseados em heurísticas e busca em espaços de problemas. Mais tarde, *The Sciences of the Artificial* (1969) serve como uma ligação entre a teoria da tomada de decisão, o design de sistemas e a compreensão dos processos cognitivos.

Os estudos e métodos introduzidos por Herbert A. Simon, não só abriram caminhos para futuras teorias na tomada de decisão e no comportamento humano, como influenciaram as áreas da modelagem cognitiva, ciência cognitiva, aprendizagem automática, IA, entre outras. Os avanços iniciais de Simon, foram os pilares que demonstraram que, mesmo com capacidades computacionais limitadas, era possível criar sistemas que simulavam o raciocínio humano, sendo este um dos principais conceitos e objetivos ainda a ser explorado pela Inteligência Artificial contemporânea.

A Tomada de Decisão e a Inteligência Artificial

"As more and more artificial intelligence is entering into the world, more and more emotional intelligence must enter into leadership."~

Amit Ray

A tomada de decisão com base na inteligência artificial está, cada vez mais, a ser usada na nossa sociedade atual, desde atividades diárias, diagnósticos médicos, previsões de risco de créditos bancários, recrutamento de trabalhadores, recomendações de compras, filmes, entre outras (Angerschmid et al., 2022). Essa transformação acontece, principalmente, devido à análise avançada de grandes volumes de dados, o que permite identificar padrões, prever tendências e gerar *insights* valiosos em tempo real para as organizações e empresas (Angerschmid et al., 2022). A incorporação de algoritmos de Machine Learning tem proporcionado uma maior competitividade e desempenho nas organizações. Em muitos casos, a IA atua como um Sistema de Apoio à Decisão, oferecendo recomendações que permitem complementar o decisor humano. Em outros casos, os sistemas estão a automatizar completamente certos processos decisórios, otimizando tarefas repetitivas e garantindo maior consciência. Esta dualidade, tem permitido aos decisores das respectivas organizações ou empresas escolherem a abordagem mais adequada para cada situação, integrando os pontos fortes da análise de dados e da expertise humana. (NATO Science & Technology Organization, 2020)

No entanto, a utilização da IA no processo decisório não é uniforme: em alguns casos, atua como sistema de apoio, fornecendo recomendações que enriquecem a decisão humana, noutros, automatiza etapas críticas, reduzindo a intervenção do decisor (NATO Science & Technology Organization, 2020). Esta dualidade reflete a tensão central do debate: até que ponto a velocidade e a racionalidade algorítmica devem substituir a experiência e o discernimento humano?

No domínio militar, esta questão assume particular relevância. A integração da IA permite ganhos evidentes em situational awareness, precisão e velocidade, tornando os cenários de combate mais rápidos e complexos (Scharre, 2023). Scharre (2018) alerta, porém, que quanto maior for a automatização dos sistemas, mais difícil será a intervenção atempada do humano no ciclo decisório, colocando em risco o princípio do “human-in-

the-loop”. Assim, os modelos clássicos de decisão militar são desafiados por esta crescente autonomia tecnológica.

Embora a maioria da literatura reconheça o potencial da IA para acelerar processos, reduzir erros humanos e apoiar decisões mais informadas, a discussão sobre as suas limitações continua significativa. Autores como Meerveld et al. (2023) salientam as vantagens operacionais da integração da IA nos sistemas de apoio à decisão, ao passo que Scharre (2018, 2023) chama a atenção para os riscos da delegação excessiva, nomeadamente a diminuição do papel humano no processo de tomada de decisão e a perda de responsabilização em contextos militares. Da mesma forma, Cummings (2004) destaca a tendência para o viés da automação, sugerindo que a confiança cega nos algoritmos pode comprometer a qualidade da decisão. Assim, a análise da inteligência artificial no domínio da tomada de decisão militar não deve ser vista como um consenso tecnológico, mas sim como um domínio de tensão entre a eficiência, o controlo humano e a responsabilidade ética.

Posto isto, a Inteligência Artificial traz diversas vantagens ao processo de tomada de decisão, quer seja a nível militar, empresarial ou estratégico. A IA potencia a análise preditiva, crucial no planeamento estratégico, gestão e análise de riscos. Permite uma capacidade de decisão em tempo real, imperativa em ambientes dinâmicos e radicais, como uma área de operações. Melhora significativamente a gestão e recolha de informações, fornecendo dados em tempo real. Além disso, fornece ferramentas de apoio/suporte à decisão, que reúnem todas estas características e que são acessíveis ao ser humano, para que este possa tomar a sua decisão de forma rápida, informada e que proporcione o resultado pretendido.

Capítulo II – Tecnologias Emergentes

“Science and technology have become the main battleground of global power rivalry”

Chinese General Secretary Xi Jinping

O que, em muitos casos, ainda pode parecer ficção científica é, na verdade, já uma realidade com alguns anos (Scharre, 2018). Segundo Scharre (2018), a tecnologia trouxe a humanidade a um momento crucial na sua relação com a guerra. As Forças Armadas de todo o mundo já começaram a corrida para empenhar robôs no mar, na terra e no ar, a guerra do futuro já começou há muito tempo (Scharre, 2018). De acordo com Scharre (2018), no ano de 2018 mais de 90 países já possuíam drones, de diversos tipos, a patrulhar os céus, muitos deles com capacidades autónomas e armados. Mais de 30 nações, já possuíam sistemas de defesa com autonomia supervisionada, para situações em que a velocidade de resposta a uma ameaça era muito rápida para o operador humano conseguir responder. Estes sistemas e tecnologias têm contribuído para todos os ambientes, desde a defesa de navios contra mísseis e aeronaves, a defesa de bases contra ataques de saturação, cyber defesa, cadeias logísticas, vigilância e até evacuações médicas (Scharre, 2018). O mercado internacional de robótica militar ultrapassou os 23.92 mil milhões de dólares em 2024 e estima-se que aumente para o dobro até 2034 (International Federation of Robotics, 2024).

Christian Brose (2020) refere que as tecnologias emergentes vão ter, sem dúvida, um impacto não apenas militar, mas vão transformar o carácter do poder militar, e o ator que primeiro conseguir desenvolver e dominar a aplicação militar destas tecnologias vai ganhar vantagens estratégicas sobre os outros, o que se pode tornar decisivo. Um dos maiores impactos nas forças armadas internacionais vai ser no comando e controlo, ou seja, os meios através dos quais os humanos (militares) transformam as suas intenções em ações/efeitos no campo de batalha (Brose, 2020).

Scharre (2018) considera que numa relação entre o humano e o sistema, as máquinas podem ter três graus de autonomia para tomar uma decisão/realizar uma tarefa: **semiautónoma, autonomia supervisionada ou autonomia completa.**

Uma máquina/sistema **semiautónoma** significa que a máquina incorpora o humano no “Loop”, ou seja, a máquina realiza a sua tarefa e depois aguarda pela ação/decisão do humano. Logo, o sistema pode recomendar um COA, fornecer dados ou informações pertinentes, mas não pode tomar uma decisão sem a aprovação do humano. Num sistema com autonomia supervisionada, o humano está dentro do ciclo de decisão. Ou seja, a máquina vai realizar o processo de avaliar, decidir e agir de forma autónoma, o humano, se desejar, vai intervir em qualquer uma das fases deste processo. Um sistema com autonomia completa, avalia, decide e age de forma completamente autónoma, sem a intervenção do humano. Ou seja, o humano nem sequer entra no ciclo de decisão - “human out of the loop”. Logo, o humano ativa a máquina e esta vai realizar a tarefa sem comunicar com o humano. Atualmente, podemos observar que existem sistemas/máquinas que apresentam os três modos de funcionamento independentemente ou até mesmo em simultâneo. Existem sistemas em que o humano escolhe qual o nível de autonomia que precisa ou deseja para realizar uma determinada tarefa. (Scharre, 2018)

Scharre (2023) refere que a tecnologia pode ser usada para desenvolver armas de dissuasão ou de defesa, para desenvolver bens materiais para comércio, para subornar nações, estados e plataformas dos media. Pode ser usada para o bem ou para o mal, mas as revoluções tecnológicas já aconteceram no passado e, de facto, sempre trouxeram transformações que abalaram o balanço do poder global.

“Technology is an enabler of both hard (economic and military) and soft (culture and values) power.

Paul Scharre, 2023

Neste capítulo, a discrepância da extensão da análise entre os diferentes países estudados resulta da variabilidade dos contextos geopolíticos de cada um e dos diferentes investimentos que as forças armadas possuem. Países em guerra apresentam uma maior diversidade de programas militares e maior quantidade de investimento, por necessidade, por isso, desenvolvem muitos mais projetos e tecnologias. No entanto, potências mundiais como os EUA, que têm o maior investimento financeiro do mundo em defesa, apresentam uma quantidade de sistemas desenvolvidos muito superior a países como os europeus. Por outro lado, a disponibilidade de informações e descrições técnicas detalhadas e a

transparência pública variam substancialmente entre países, o que nem sempre possibilita uma análise detalhada.

Estados Unidos da América

Um sistema de combate é aquele que combina as capacidades das armas e dos sensores num só sistema, os sensores transmitem às armas informações e características sobre um alvo que, posteriormente, realiza o ataque ou defesa. Atualmente, existem inúmeros sistemas de combate para todo o tipo de ameaças imagináveis. Um dos sistemas mais conhecidos, apesar de já ter alguns anos, é o sistema de combate Aegis, utilizado principalmente pela Marinha dos Estados Unidos. Este sistema, apesar de já ter sido desenvolvido há mais de 30 anos, continua a sofrer atualizações aos seus sistemas de armas e sensores, de modo a estar na vanguarda da tecnologia. Recentemente, no ano de 2025, o sistema Aegis testou as suas capacidades contra a ameaça de mísseis hipersónicos, com grande sucesso (Lockheed Martin Corporation). Segundo Chandra Marshall, Vice-presidente da Lockheed Martin, “Our Aegis Combat System successfully defended against a simulated hypersonic threat”. O sistema Aegis, há data da presente dissertação, possui, nele integrado, um dos mais sofisticados radares de “Phased Array”, o SPY-7, com capacidade de detetar mais de 100 contactos ao mesmo tempo e com um alcance de 3.3 vezes o do SPY-1, que é considerado um dos radares mais avançados do mundo, na atualidade. (Lockheed Martin Corporation)

O Aegis conecta os radares e sensores do navio com os sistemas de armas de superfície, subsuperfície e aérea. Mas, no que respeita a autonomia e decisão, o Aegis tem quatro configurações distintas. Tem a configuração manual, onde as aquisições, por exemplo de um contacto radar, são realizados pelo operador e onde os diversos processos são praticamente todos realizados por humanos até ser efetuado o disparo da arma. No entanto, possui outros três modos mais autónomos: Semi-Auto, Auto SM e Auto-Special. No Semi-Auto, alguns processos são automatizados, o sistema fornece soluções de fogo para o alvo e faz praticamente todos os cálculos necessários para, posteriormente, o humano tomar a decisão se quer efetuar o “lock-on”, qual o alvo e o disparo sobre o alvo. No Auto SM, o sistema faz todo o processo sozinho, automaticamente, mas, no final, vai sempre pedir autorização ao humano para efetuar o ataque. No Auto-Special, assim que ativado, o Aegis vai executar tudo automaticamente, desde a deteção, aquisição e disparo

sobre o alvo, sendo que não necessita de autorização de um operador para realizar o ataque. No entanto, o militar pode parar o Aegis em qualquer fase deste processo, se assim o entender. A configuração Auto-Special é principalmente utilizada em caso de ameaças de saturação, ou seja, quando os operadores não têm a capacidade para responder ao elevado número de contactos. Estas quatro configurações ou modos podem ser utilizados em simultâneo ou separadamente para os diferentes sistemas de arma. É possível colocar o modo Auto SM contra um tipo de ameaças, aeronaves, por exemplo. E colocar a configuração Auto-Special, contra ameaças de mísseis balísticos, por exemplo. (Scharre, 2018)

Ou seja, o Aegis possui duas doutrinas fundamentais contra ameaças: Saturação e Não Saturação. Isto é, se o navio entrar numa situação de combate em que as ameaças são demasiado numerosas, o tempo é escasso, e os operadores não têm a capacidade para responder a todas elas, estamos numa situação de Saturação. É neste tipo de situações que uma ferramenta como o Auto-Special pode ser crucial para a tomada de decisão da defesa do navio (Scharre, 2018). No caso da Não Saturação, serão utilizadas, preferencialmente, as restantes configurações, de modo a evitar erros por parte do sistema e para que a decisão seja mais informada. Segundo o Captain Pete Galluch, Comandante do Aegis Training and Readiness Center, “You want the man in the loop as much as possible, but there comes a time when you can get overwhelmed”.



Figura 1 - Navio da Marinha dos EUA equipado com o sistema AEGIS [Fonte: Lockheed Martin]

A empresa americana Anduril Industries tem sido uma das grandes impulsionadoras na inovação e construção de novos sistemas/veículos não tripulados. O VTOL (vertical take-off and landing) UAV Ghost da Anduril, é um dos mais recentes exemplos das capacidades destes sistemas. Apresentado no ano de 2021, sendo que possui uma vertente mais recente (2024), o Ghost-X tem-se revelado muito útil para auxiliar forças terrestres. O Ghost-X, o mais recente, é semelhante a um pequeno helicóptero, apresenta diferentes módulos de configuração e pode ser facilmente transportado numa pequena mala. Pode ser rapidamente montado em cerca de 2 minutos e tem valências em ISR (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance), iluminação de alvos e na proteção de forças (force protection). Tem sido utilizado principalmente pelo US Army e pela Royal Navy, que os têm experimentado e integrado em equipas de infantaria. Este Sistema permite às forças terrestres realizarem o reconhecimento de uma área ou até pode fornecer imagens em tempo real, o que se torna uma clara mais-valia para o ciclo de decisão. Incorporar forças de infantaria com UAVs permite uma grande vantagem ao nível de esclarecimento de panorama para as equipas no terreno. Segundo o Chief Technology Officer da Royal Navy, “The artificial intelligence and ISR systems from Anduril are battle-winning technologies for our Future Commando Force”. (Anduril Industries)



Figura 2 - VTOL UAV Ghost [Fonte: Anduril Industries]

“Unshackled from physiological limits of humans, uninhabited (“unmanned”) vehicles can be made smaller, lighter, faster, and more manoeuvrable. They can stay out on the battlefield far beyond the human limits of endurance, for weeks, months, or even years at the time without rest. They can take more risk, opening up tactical opportunities for dangerous or even suicidal missions without risking human lives.”

Paul Scharre, “Army of None” 2018

Um dos programas mais conhecidos na atualidade é o Ghost Fleet Overlord, da Marinha dos EUA em parceria com diversas empresas (US Navy). Este programa, que começou em 2018, tem como objetivo impulsionar a US Navy a desenvolver e equipar as suas frotas com navios não tripulados (USVs). Segundo o Capitão Scot Searles, “By the middle of this century ... up to 40 percent of the fleet will be unmanned”. Integra 4 USVs o Ranger, Nomad, Vanguard e o Mariner. Possuem praticamente tudo o que um navio de guerra tem, desde o sistema de combate Aegis, navegação autónoma, sistemas de armas, a maioria equipados com cerca de 16 a 32 mísseis antinavio, centros de comando e controlo remoto (US Navy). Estes sistemas já realizaram inúmeros exercícios e testes juntamente com a US Navy, onde integraram Carrier Strike Groups, e onde realizaram diversas atividades no âmbito das operações navais (US Naval Institute). Apesar de estes sistemas terem o objetivo de serem praticamente autónomos e não tripulados, a Marinha dos EUA mantém uma pequena guarnição de oficiais de quarto-à-ponte e, se necessário outros elementos, para o caso de eventuais erros, acidentes e para própria segurança do navio (US Naval Institute). No entanto, a maioria destes testes e exercícios foram realizados remotamente, através de centros de comando e controlo em terra ou em navios-mãe (US Naval Institute). Logo, estes navios realizam praticamente tudo sem necessidade de uma guarnição, mas, no futuro, apenas será necessária uma equipa para atracar e largar o navio do cais (US Naval Institute). Estes navios permitem aumentar a “visão” e o alcance de uma força naval, tanto das armas como dos sensores, sem colocar em risco vidas humanas. Segundo o comandante Jeremiah Daley, “Other than transiting in and out of port we have used the ships in autonomy mode as much as practical”, e refere ainda que, “From a training and exercise perspective we are a fully operational unit”. O facto de possuírem as capacidades de um navio de guerra, principalmente o sistema Aegis, permite que estes contribuam de diversas maneiras para o ciclo de decisão. Desde a

recolha de informação, iluminação de alvos, esclarecimento de panorama, entre outras, estas valências permitem que o comandante de uma força tome decisões mais rápidas e informadas, com sistemas que não colocam em risco guarnições. Por fim, o Vice-Almirante Stephen T. Koehler defende que, “The future of our Fleet is a formidable manned and unmanned team”.



Figura 3 - OUSV 2 NOMAD [Fonte: Naval Technology]

Outro sistema não tripulado, também neste âmbito, é a aeronave MQ-25 Stingray, desenvolvida pela empresa Boeing para a US Navy, que está a ser testada no atual ano de 2025 e está previsto ser implementada no ano de 2026 nos porta-aviões americanos, com o objetivo de auxiliar as suas esquadras (Vice-Almirante Daniel Cheever, 2025). Este programa decorre da instalação dos primeiros Unmanned Air Warfare Centers (UAWC) e das Unmanned Carrier Aviation Mission Control Station's (UMCS), a bordo dos porta-aviões americanos. Segundo o Vice-Almirante Daniel Cheever, “That unlocks the future of manned-unmanned teaming. We’re going after that thing in a big way so we can do manned-unmanned teaming off an aircraft carrier and that is a different world”. O MQ-25 é uma aeronave não tripulada, que tem o objetivo de servir de reabastecedor de modo a aumentar a autonomia e as capacidades dos F-35C Lightning II, F/A-18 Super Hornet, EA-18G Growler e E-2D Hawkeye, que se encontram a bordo dos porta-aviões dos EUA.

Foi desenhado especificamente para ser operado a bordo de um porta-aviões, sendo que, o seu primeiro voo, foi efetuado no ano de 2019. Este sistema já realizou, com sucesso, o reabastecimento de três aeronaves (F/A-18, F35-C e E-2D) e foi a primeira aeronave não tripulada a realizar reabastecimentos aéreos. Esta aeronave vai ter duas principais funções, sendo a primária o reabastecimento aéreo, e a secundária o ISR, o reconhecimento, inteligência e vigilância. Este Sistema não tripulado, permite à Marinha dos Estados-Unidos, ampliar a qualidade, rapidez e segurança com que as decisões são tomadas a bordo dos seus Carrier Strike Groups. Este Sistema autónomo estende o alcance da percepção humana e liberta o decisor para tarefas de maior complexidade cognitiva. De acordo com o Vice-Almirante Daniel Cheever, “It opens up the future of sixth-gen collaborative combat aircraft and everything that comes after it”.



Figura 4 - MQ-25 Stingray em operações de reabastecimento com um F-35C [Fonte: Boeing]

Outro campo onde a tecnologia se está a desenvolver radicalmente é nos sistemas de combate das aeronaves, a DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), um departamento das forças armadas dos EUA, que se tem dedicado a testar IA em diversos projetos, nomeadamente em aeronaves, e explorado diferentes tecnologias no âmbito da defesa (DARPA, 2020). O programa DARPA's Air Combat Evolution, é um deles, lançado no ano de 2019, teve como objetivo implementar maior autonomia no combate

aéreo, através de uma cooperação entre a Inteligência artificial e o piloto humano, a bordo das aeronaves F-16 americanas (DARPA, 2020). O principal evento, o DARPA's AlphaDogfight Trials, ocorreu no verão de 2020 e contou com a participação de diversas empresas, tal como a gigante americana Lockheed Martin, Aurora Flight Sciences, Georgia Tech Research Institute, EpiSys Science, entre outras, onde as diversas IA desenvolvidas por cada uma das empresas se defrontaram, ao longo de três dias, em combates aéreos virtuais (*virtual dogfights*) com o objetivo de observar qual saía vitoriosa (DARPA, 2020). As *dogfights* são dos tipos de combate mais desafiantes para o ser humano, quer a nível de conhecimento e experiência necessária, quer ao nível extremo a que os pilotos são sujeitos devido às manobras aéreas executadas (Scharre, 2023). Os pilotos são muitas vezes levados ao limite físico, devido às forças gravitacionais exercidas durante o combate aéreo com outras aeronaves.

No final deste evento, a IA vencedora da pequena empresa Heron Systems, combateu com um piloto humano de F-16, sendo que a IA saiu vitoriosa nas 5 simulações efetuadas (em ambiente controlado), abatendo sempre o piloto do F-16. O piloto do F-16 nunca conseguiu atingir a aeronave pilotada pela IA da Heron Systems, o que demonstrou a superioridade do sistema da Heron (Scharre, 2023). Esta situação, segundo Scharre (2023), demonstrou a superioridade e potencialidade de introduzir inteligência artificial em combates aéreos e outros sistemas. O Tenente-Coronel Justin Mock (2020) descreveu a performance da IA como sobre-humana, efetuando disparos e manobras impossíveis a qualquer piloto humano. Um combate aéreo ocorre com elevada rapidez, precisão e antecipação dos movimentos do piloto inimigo; o sistema de IA da Heron Systems conseguiu manobrar e antecipar, em tempos sobre-humanos, os movimentos do piloto humano e executou manobras que não seriam possíveis para uma pessoa, devido à elevada força gravitacional exercida sobre a aeronave. O Comandante Colin Price defende que o humano será sempre o fator limitante da performance de uma aeronave. Scharre (2023) defende que a implementação da IA em sistemas e em algumas tarefas militares constrói sistemas de combate mais eficazes e com performances sobre-humanas. Este programa, não só demonstrou a capacidade dos sistemas de IA em explorar as fraquezas físicas do corpo humano, como as limitações táticas de raciocínio, porque a IA mostrou-se mais agressiva e taticamente muito superior ao piloto humano. Scharre (2023) define que uma das maiores vantagens que a IA tem, ao ser implementada nestes sistemas de combate, é

o facto de lutar melhor e de maneira muito diferente dos humanos. A integração de IA representa uma viragem na forma como se concebe o processo de tomada de decisão em combate aéreo. A cooperação piloto-IA a bordo de uma aeronave representa uma mais-valia para o ciclo OODA, tornando-o mais rápido e eficaz, sendo que, aumenta a capacidade de visualização e display de informação. Por outro lado, permite antecipar mais facilmente os movimentos das aeronaves inimigas e assim entrar no ciclo de decisão do adversário. O Coronel Dan Javorsek, no fim do evento, referiu que, “This was a crucible that lets us now begin teaming humans with machines...”.



Figura 5 - IA da Heron Systems derrota um piloto humano em combate virtual [Fonte: DARPA]

Alemanha

A Alemanha, umas das principais potências europeias, possui um sistema na vanguarda da tecnologia, é o sistema de defesa aérea Oerlikon Skyplex da gigante alemã Rheinmetall. O Skyplex é um sistema de defesa de curto alcance que incorpora diferentes módulos de sensores, radares, sistemas de armas e sistemas de comando e controlo, todos interligados entre si. Foi revelado o projeto por volta de 2016 e foi recentemente implementado (2024) no conflito da Ucrânia para proteção de bases militares (Rheinmetall AG). Este sistema, tem capacidade de defesa com aeronaves, mísseis-cruise, drones, enxames de drones, morteiros, entre outros. O Skyplex é composto pelo

sistema de comando e controlo Skymaster, pelos radares X-TAR3D, e pelos sistemas de armas Unmanned Revolver Gun MK3. O radar vai transmitir as informações e características dos alvos ao Skymaster, que por sua vez vai comunicar, ao mesmo tempo, com até 4 sistemas de armas Unmanned Revolver Gun MK3. O sistema tem se mostrado exemplar, também graças à sua elevada capacidade de medidas *soft kill*, evitando desperdiçar meios. (Rheinmetall AG)

Este sistema tem sido inovador, devido à sua particularidade contra enxames de pequenos drones (drone swarms), tática cada vez mais utilizada nas guerras atuais, como no caso das forças armadas da Federação Russa na guerra com a Ucrânia. De acordo com a Rheinmetall, este sistema tem como um dos seus principais objetivos, combater as situações de saturação das defesas contra ameaças aéreas não-tripuladas. Este sistema representa um avanço significativo na automatização e aceleração do processo de decisão em defesa antiaérea de curto alcance. O Skymaster distribui em tempo real ordens de tiro e representa uma mudança da defesa baseada na reação humana para uma arquitetura de decisão distribuída e otimizada pela tecnologia.



Figura 6 - Sistema Revolver Gun MK3 [Fonte: Rheinmetall AG]

Uma das famílias de veículos terrestres não tripulados (UGVs), na vanguarda da tecnologia, é o programa Mission Master da empresa alemã Rheinmetall, desenhada para

apoiar operações terrestres, em variadas missões, terrenos difíceis e em condições ambientais adversas. Estes veículos, para além de serem extremamente úteis em operações de reconhecimento e vigilância, podem ser equipados para apoio de fogos, evacuações médicas, deteção de ameaças NRBQ (Nuclear, Radiológica, Biológica e Química), comunicações e transporte de material. Este sistema apresenta 3 variantes, o Mission Master Sp, Mission Master CXT e o Mission Master XT. O Mission Master Sp, é a versão mais pequena, possui um motor elétrico com ruído reduzido, serve para cenários onde é necessário maior agilidade e furtividade. Tem a capacidade de seguir os militares no terreno e pode incorporar sistemas de armas e sensores. O Mission Master CXT incorpora uma propulsão híbrida, com um motor a diesel e elétrico, pode deslocar-se em terrenos muito difíceis, tem capacidade anfíbia e tem a capacidade de transportar até 1000kg de peso em qualquer terreno. Todos estes UGVs podem ser facilmente controlados através do Rheinmettal Path Autonomous Kit (A-kit), que dá a capacidade aos militares de o controlarem através de um *smartwatch*, *tablet* ou comando. Tem ainda diversas opções de navegação autónoma, tal como a de seguir um militar, libertando assim os militares para realizarem outras tarefas sem estarem preocupados em controlar o veículo. Este sistema oferece ganhos claros na eficiência e flexibilidade do processo de tomada de decisão tática no âmbito das operações terrestres. Este veículo reduz substancialmente a carga cognitiva e física sobre os militares, permitindo decisões mais rápidas, informadas e menos expostas ao risco. A Rheinmettal refere que, com estes sistemas, pretende sempre manter o humano no ciclo de decisão (*human in the loop*), para que nunca abram fogo ou executem alguma ação, autonomamente. Esta abordagem híbrida, que combina autonomia operacional com supervisão humana, contribui para um modelo de decisão mais descentralizado, ágil e seguro, sobretudo em cenários assimétricos, onde a complexidade das tarefas e a imprevisibilidade do ambiente desafiam os modelos tradicionais da tomada de decisão. (Rheinmetall AG)



Figura 7 - Mission Master XT na configuração de transporte de carga [Fonte: Rheinmetall AG]

França

A França, outra das grandes potências europeias, tem um veículo aéreo não tripulado, recentemente, a ser implementado, é o Aliaca UAS da empresa europeia Airbus. Este drone tem duas vertentes, uma de asa fixa e outra de asa rotativa. Por sua vez, cada uma das vertentes pode ter uma configuração elétrica - Aliaca EVO - e uma de maior alcance - Aliaca ER. O Aliaca EVO encontra-se ao serviço da marinha francesa desde 2022, sendo que esta pretende equipar cerca de 21 dos seus navios com este drone até 2026. As suas funções são, principalmente, vigilância, reconhecimento, apoio à decisão, comando e controlo, combate a atividades ilegais no mar e busca e salvamento. O Aliaca, na sua melhor configuração, apresenta 6 horas de autonomia, um alcance de 43 milhas (aprox. 80km), capacidade de carga de 3 kg e demora aproximadamente 15 minutos a empenhar. Possui um sistema de vigilância EO/IR 360 graus e é modular, o que permite uma grande flexibilidade para as diferentes missões que desempenha. Este UAV confere ao comandante uma melhor consciência situacional em tempo real, permitindo decisões mais seguras em operações marítimas. O Aliaca apoia diretamente as funções de comando e controlo, contribuindo para a redução da incerteza de panorama, no teatro operacional marítimo. Este sistema não tripulado funciona como uma extensão da plataforma e

permite, aos navios da Marinha francesa, aumentar as capacidades de um modo geral. (Airbus Defence and Space)



Figura 8 - Drone Aliaca fixado a uma catapulta de lançamento [Fonte: Airbus]

Outro projeto no âmbito da inovação tecnológica é o Dassault nEUROn, um veículo aéreo não tripulado (UCAV), desenvolvido pela empresa francesa Dassault Aviation, em colaboração com outros países europeus, nomeadamente a Grécia, Itália, Espanha, Suécia e Suíça. Trata-se de um grande passo para os fabricantes europeus desenvolverem as suas competências em termos das capacidades de *stealth*, autonomia e capacidades de guerra centradas em redes para os futuros sistemas aéreos de combate europeus. É o primeiro UCAV *stealth*, de grandes dimensões, fabricado totalmente na Europa. O equipamento inclui sensores eletro-óticos (EO) e de infravermelhos (IR) para busca, deteção, seguimento e reconhecimento autónomo de alvos. Pode efetuar descolagem, aterragem e gestão de trajetória de forma automatizada. Além disso, os seus sistemas de ligação de dados permitem uma comunicação segura e interoperável com estações de controlo em terra e outros aviões de combate tripulados, utilizados nas forças aéreas da NATO, como o Rafale e o Gripen. O projeto do nEUROn foi concebido para missões de combate ar-terra. Tem capacidade de realizar ataques de precisão com recurso a munições guiadas. Permite um maior conhecimento do campo de batalha através de operações em rede e multidomínio. Permite reduzir o risco para os pilotos humanos, ao realizar missões de alto risco de forma autónoma. O projeto também visa proporcionar

um efeito multiplicador de forças através da coordenação com aeronaves tripuladas, como os caças Rafale, que servirão de “nave-mãe”. Em outubro de 2024, a França anunciou que está a desenvolver um UCAV furtivo de última geração para operar em conjunto com o caça Rafale F5 no ano de 2030. Os planos têm por base as conquistas tecnológicas do Dassault nEUROn, nomeadamente a furtividade, as capacidades de combate autónomo e as operações de "wingman". Constitui um marco estratégico na evolução do processo de decisão militar em operações aéreas furtivas e em rede. Esta cooperação estreita entre sistemas humanos e não tripulados visa distribuir responsabilidades de decisão e ação, permitindo que aeronaves tripuladas assumam funções mais estratégicas. O programa tem como objetivo reforçar as capacidades da França e da Europa no que se refere ao combate aéreo e aos sistemas não tripulados.



Figura 9 - UCAV nEUROn [Fonte: Dassault Aviation]

Reino Unido

As Forças Armadas do Reino Unido estão a acompanhar a crescente evolução tecnológica, especialmente a Royal Navy, que está a desenvolver um sistema na vanguarda da autonomia, o Herne XLUAV (Extra Large Autonomous Underwater Vehicle), da empresa do Reino Unido BAE Systems. Ainda não está ao serviço da Royal

Navy, sendo que, no ano passado, realizou diversos testes e exercícios que demonstraram as suas capacidades para vir a integrar as fragatas Type 26 da Royal Navy num futuro muito próximo. Este sistema apresenta como principais funções a guerra antissubmarina, a proteção de infraestruturas críticas, reconhecimento, vigilância e recolha de informações. Este sistema permite estender as capacidades submarinas da Marinha, reduzindo o risco para plataformas maiores ou recursos que sejam críticos. Possui a capacidade de navegar e controlar a sua fluutuabilidade autonomamente; no entanto, pode ser controlado remotamente para adquirir o máximo das suas capacidades. Já realizou exercícios em cenários de ISR (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) onde se demonstrou capaz de o fazer autonomamente. É um sistema modular, com diversas configurações para um variado leque de missões. Apresenta, por exemplo, módulo para ser lançado e recolhido de um navio, de um porto ou de um submarino. Integra um motor elétrico de ruído reduzido e foi desenhado para ter uma assinatura baixa, nos diversos aspetos (radar, sonora, etc). Este sistema tem, também, o objetivo de substituir algumas das funções de um submarino convencional, sendo uma solução muito menos dispendiosa. O Herne exemplifica a transformação do processo de tomada de decisão militar no domínio submarino, ao possibilitar missões críticas com um elevado grau de autonomia, precisão e discrição. Preserva o conceito do “human in the loop”, sendo que, introduz novas possibilidades no planeamento e execução de missões submarinas, tornando o processo de decisão mais dinâmico, informado, seguro e descentralizado. (BAE Systems e Navy Outlook)



Figura 10 - HERNE XLUAV [Fonte: BAE Systems]

Um dos programas mais inovadores das Forças Armadas do Reino Unido, é o DragonFire, um sistema de armas através de um laser de energia dirigida (LDEW — Laser Directed Energy Weapon), desenvolvido em parceria pela MBDA UK, QinetiQ, Leonardo e o DSTL. O DragonFire destina-se a neutralizar ameaças como drones, mísseis e embarcações leves. Utiliza um feixe laser de alta potência, com elevada precisão e um tempo de reação quase instantâneo. O sistema DragonFire representa uma mudança significativa na defesa de curto alcance, pois permite neutralizar ameaças com um custo extremamente reduzido, em contraste com os elevados custos operacionais dos mísseis convencionais. Os testes realizados entre 2023 e 2025 demonstraram a sua capacidade de destruir alvos em movimento com elevada eficácia e estabilidade do feixe, mesmo com condições atmosféricas adversas. O projeto recebeu investimentos públicos superiores a 100 milhões de libras e está previsto que o sistema seja instalado em quatro navios da Royal Navy até 2027, para defesa contra enxames de drones e outras ameaças assimétricas. Esta tecnologia, reforça o conceito de uma defesa em camadas sustentável, ao reduzir a dependência de munições físicas e permitir uma capacidade de ação prolongada em ambiente marítimo. O DragonFire reflete o investimento do Reino Unido

na inovação estratégica e na guerra moderna, destacando-se como uma das primeiras armas a laser operacionais na Europa. Ao incorporar diversos sensores avançados na sua constituição, capacidades de seguimento e um sistema de gestão térmica otimizado, este programa representa um marco no uso tático da energia dirigida para a defesa de plataformas. Sendo que, contribui para a evolução e modernização do ciclo de decisão em tempo real e promove a autonomia defensiva das Forças Armadas do Reino Unido. (MBDA UK; QinetiQ; Leonardo; BBC News)

Guerra Israel - Hamas

Um dos sistemas mais recentes, no âmbito do conflito em Israel, é o Drone Dome Counter-Uncrewed Aerial System (C-UAS), da empresa Israelita Rafael. É um sistema com a capacidade de deteção, identificação, classificação, neutralização e interceção de diversas ameaças aéreas ao mesmo tempo, especialmente drones e UAVs. Este sistema pode ser empenhado no mar e em terra, em navios, em veículos móveis ou estruturas fixas. É gerido por um sistema de comando e controlo (C2), integra capacidades de inteligência artificial, defesa em camadas, diversos sensores e radares passivos e ativos. O sistema de comando e controlo pode ser operado no local ou remotamente e, se necessário, possui mecanismos de apoio à decisão suficientes para ser operado apenas por um militar. Este sistema opera em diversas bandas (*multi-band*) e frequências de *jamming*. O Drone Dome demonstra um nível elevado de automatização com apoio à decisão em tempo real, garantindo que, mesmo com intervenção humana mínima, o sistema se mantém eficiente. Ao apresentar uma redução do tempo entre a deteção e a resposta letal ou não letal, esta traduz-se numa aceleração do ciclo de decisão tático, especialmente relevante da defesa de infraestruturas ou forças. O sistema Drone Dome foi apresentado no ano de 2016, sendo que entrou ao serviço de vários países a partir do ano de 2018. Este sistema anti-drone tem demonstrado as suas capacidades no atual conflito Israel-Hamas, na proteção de infraestruturas críticas, de bases militares, zonas de fronteira, zonas publicas e forças móveis Israelitas. (Rafael Advanced Defense Systems)



Figura 11 - Sistema Drone Dome [Fonte: Rafael Advanced Defense Systems]

Um sistema da mesma família que o Drone Dome e do conhecido Iron Dome, é o C-Dome. O C-Dome é a vertente marítima, mais recente, do sistema de defesa anti-míssil Iron Dome. Foi implementado na Marinha israelita no ano de 2022 e rapidamente entrou em combate no conflito entre Israel e o Hamas. Segundo o Ex-Ministro da Defesa, Yoav Galant, “C-Dome system represents a significant advance in maritime defense capabilities, enabling the defense system to ensure its superiority and operational freedom of action in the face of increasing threats in the maritime domain”. Este sistema tem capacidade para enfrentar ameaças marítimas e costeiras, mísseis-cruzeiro, rockets, UAVs, entre outros, à semelhança do Aegis. O C-Dome está integrado com os sistemas de comando e controlo do navio, apresenta plataformas de lançamento vertical de mísseis (VLU) e tem uma probabilidade de neutralização do alvo de 90%. É um sistema desenhado para responder a ameaças que provoquem a saturação dos sistemas de defesa do navio e, por isso, tem a capacidade de atuar de forma completamente autónoma, sem o fator humano. Amplia significativamente a liberdade de ação e o tempo disponível para decisões estratégicas humanas, libertando os comandantes para tarefas de gestão mais ampla do teatro de operações. Este sistema está atualmente incorporado nas corvetas da classe SAAR 6 da Marinha israelita onde tem combatido principalmente drones, rockets e mísseis, no conflito com o Hamas. (Rafael Advanced Defense Systems)



Figura 12 - Navio da marinha israelita equipado com o sistema C-Dome [Fonte: Rafael Advanced Defense Systems]

A empresa Israel Aerospace Industries (IAI) desenvolveu, recentemente, um USVs (unmanned surface vessels), o KATANA, com o principal objetivo de realizar missões de patrulhamento marítimo não tripulado. O KATANA incorpora um controle remoto do aparelho, através de uma estação de comando e controle, que pode estar localizada em terra ou noutro navio. Se necessário, pode ser facilmente configurado para ser tripulado e operado nele próprio. Apresenta um sistema automático para evitar colisões e desviar-se de obstáculos e pode ser operado por 2 a 3 pessoas. Assim, possibilita ao decisor concentrar-se na supervisão tática e estratégica, enquanto o sistema executa outras funções mais básicas. Pode ser equipado com os mais variados sensores e sistemas de armas, conforme necessários para o cumprimento da missão. Atualmente, é principalmente utilizado pela Marinha israelita na defesa de portos, vigilância de costa, proteção de infraestruturas críticas (Plataformas petrolíferas e de gás), combate a incêndios, busca e salvamento (SAR), defesa de forças navais, transporte de forças, MCM (Mine-Counter-Measures), guerra anti-submarina, patrulhamento e segurança. o KATANA reforça a capacidade da força naval de recolher dados, manter presença contínua e agir com agilidade baseada em informação em tempo real, tornando-se um elemento-chave para a decisão naval moderna. (Israel Aerospace Industries)



Figura 13 - USV KATANA [Fonte: Israel Aerospace Industries]

Uma das armas mais conhecidas e uma das primeiras armas autónomas foi o HARPY, desenvolvido pela empresa israelita Israel Aerospace Industries (IAI) nos anos 90. Mais recentemente, foi apresentado, em 2016, o HARPY NG (New Generation), ou seja, a nova geração deste sistema. O HARPY NG combina as características de um UAV e de um míssil, sendo que é considerado uma “loitering munition”, ou seja, uma munição que permanece a vaguear, à espera de localizar um alvo. Este sistema pode ser lançado sem qualquer informação prévia sobre o alvo, tornando-o muito versátil e perigoso. Segundo Scharre (2018), as “loitering munitions” movimentam-se por longos períodos em busca de potenciais alvos numa extensa área e, quando adquirem um alvo, estão desenhadas para o neutralizarem. Logo, este sistema é lançado por um humano, mas tudo o que vai realizar após isso é autónomo. O HARPY NG foi implementado como um sistema anti-radares e contra sistemas de defesa aérea. Isto porque está equipado com um Anti-Radiation Seeker, ou seja, se um radar ou sistema de defesa inimigo estiver a emitir numa determinada área, o HARPY vai procurar naquela área, vai detetar as frequências do radar inimigo, posteriormente vai adquirir o alvo e neutralizá-lo com elevada precisão e com qualquer perfil de voo necessário. O HARPY NG pode permanecer 9 horas numa área, com alcances até aos 500km, a procurar e a neutralizar ameaças autonomamente, o

que representa uma ameaça persistente, contínua e letal para os radares e sistemas de defesa aérea inimigos. É importante referir que, atualmente, o operador pode designar o alvo para o HARPY NG se necessário, ou então, o HARPY, vai adquirir o radar que assim entender em atacar. No entanto, o operador deste sistema, tem sempre a hipótese de abortar o HARPY NG de modo a evitar que, caso o radar inimigo seja desligado a meio do ataque, o HARPY NG pode cancelar o ataque e voltar a procurar uma ameaça. Estas características autónomas do sistema ilustram o deslocamento da tomada de decisão do humano para a máquina. O comandante pode, assim, deixar o desenrolar tático da missão ao encargo de uma inteligência artificial incorporada no sistema. O HARPY NG questiona os limites atuais da automação, autonomia e autoridade na guerra moderna. (Israel Aerospace Industries)



Figura 14 - Harpy a ser lançado de um sistema móvel [Fonte: Israel Aerospace Industries]

Um dos maiores exemplos da utilização da IA e dos novos sistemas de comando e controlo é o sistema Fire Weaver, da empresa Rafael. Foi concebido para operações conjuntas, abrange a componente das forças especiais e fornece um número ilimitado de *loops* sensor-atirador. O sistema oferece capacidades de comando e controlo sofisticadas, tais como a seleção de alvos, permite numerosos ataques de precisão, otimiza o consumo

de munições através da seleção de alvos múltiplos, fornece informações e ajuda na tomada de decisões (Rafael, 2024). Trata-se de um sistema sensor-atirador para forças em movimento, que utiliza tecnologia comprovada em combate, com um núcleo distribuído para controlar toda a rede e o processo de assalto, incluindo a proteção das forças (Force protection). O sistema liga todos os elementos do campo de batalha em tempo real e escolhe automaticamente o atirador mais adequado para cada alvo, permitindo maior consciência situacional e ataques de precisão em simultâneo (Rafael, 2024). Este sistema, em rede de sensor-atirador, liga os sensores de recolha de informações às armas utilizadas no terreno, melhorando o reconhecimento dos alvos e as capacidades de combate da força. O Fire Weaver utiliza os algoritmos de IA do Rafael Advanced Defence Systems para processar, analisar e dar prioridade à atribuição de fogo (European Defence Review, 2021). O sistema liga sensores e atiradores dentro de uma região definida, permitindo que os algoritmos de IA gerem pares de armas-alvos. Isto significa que o sistema pode identificar uma "ameaça" e, em seguida, selecionar a arma adequada para a combater (Global Defence Technology, 2021). Assim, todos os elementos de uma operação, estão sincronizados num ecossistema de decisão unificado, reduzindo drasticamente os tempos de resposta e aumentando a precisão e letalidade das forças no terreno. O Fire Weaver desloca o centro da decisão operacional para a própria rede, onde a atribuição de alvos e a execução de fogo são parcialmente automatizadas, cabendo ao humano uma função de supervisão e confirmação. Segundo Ali (2023), esta tecnologia foi, alegadamente, utilizada em combates na faixa de Gaza durante operações ocorridas no ano de 2023.

Guerra Ucrânia – Rússia

Nas décadas mais recentes, os sistemas não tripulados, especialmente pequenos UAVs e drones, têm recebido um elevado investimento e melhoramento tecnológico a todos os níveis (Ahmed et al., 2022). Estes sistemas são amplamente utilizados na componente militar e nas guerras contemporâneas, especialmente na Ucrânia, têm cada vez maiores alcances e cada vez maior poder de destruição. Os veículos não tripulados, segundo Scharre (2018), apresentam uma solução fácil e barata de destruição contra sistemas de defesa complexos e dispendiosos.

“The war in Ukraine has provided some insight into how much technological innovation, even pertaining to the use of relatively inexpensive unmanned systems, can be effective in the face of an unprepared adversary. Indeed, both the sinking of the Russian Black Sea flagship Moskva and the 29 October 2022 Ukrainian attack on the naval base at Sevastopol were carried out with the involvement of unmanned vehicles, which played a role in sinking or damaging large and much more expensive warships.”

Naval Combat Systems: Developments and Challenges, 2023



Figura 15 - Soldado ucraniano lança drone na linha da frente, perto de Bakhmut, Ucrânia [Fonte: Time Magazine]

Um dos exemplos atuais, da inovação tecnológica militar, é nos enxames de drones ou *drone swarmings*, utilizado pela primeira vez em combate, em junho de 2021 por Israel, para realizar um ataque na faixa de Gaza (Scharre, 2023). Atualmente, o Hamas, Israel, a Rússia e a Ucrânia, utilizam enxames de drones, de mísseis e de rockets, de modo a saturar as defesas aéreas do inimigo, o que demonstra as potencialidades de destruição desta nova tática. Os enxames têm a particularidade de serem diversos elementos que se movem independentemente, mas em cooperação, fazendo parte de um todo e partilhando informação entre si (Scharre, 2023). Devido aos limites cognitivos humanos, pois não possuem a capacidade para controlar tantos elementos e linhas de ação

ao mesmo tempo, a IA tem sido implementada para controlar e coordenar enxames de drones, porque esta não possui limites cognitivos e é capaz de controlar e coordenar centenas de elementos independentemente (Scharre, 2023). Os *drone swarms* podem ser controlados através de um comando centralizado que os coordena em grupos e o qual recebe e transmite a informação compilada e toma as decisões (Scharre, 2023). Ou pode ser controlado através de um comando descentralizado em que cada elemento (drone) possui a capacidade de captar informação, avaliar e decidir, existindo uma comunicação e partilha de informação, em tempo real, entre os drones (Scharre, 2020). Os enxames de drones apresentam três principais vantagens, pelas quais estão a ser aplicados nos diversos conflitos que ocorrem: tamanho do enxame, flexibilidade e diversidade (Kallenborn, 2022). O tamanho do enxame, quanto maior for, maior a quantidade e capacidade dos sensores, o poder destrutivo e a capacidade de efetuar ataques em massa (Kallenborn, 2022). A flexibilidade de adicionar ou retirar drones, permite dividir a força em pequenos grupos, atacar de diversas direções e uma adaptação a mudanças inesperadas (Kallenborn, 2022). Vantagens como a customização e a diversidade que um enxame pode ter, permitem diferentes tipos de cargas explosivas, munições ou projéteis e sensores; a maioria dos drones são configuráveis ou modulares, o que permite um enxame ser muito versátil e efetuar diversos tipos de missões (Kallenborn, 2022). O poder de processamento necessita de ser extremamente rápido e eficaz, por isso são implementados algoritmos de *machine learning* para que a IA, presente nos drones, consiga processar esta elevada quantidade de dados e informação, e tomar diversas decisões em simultâneo (Kallenborn, 2022).

Uma das principais aplicações das tecnologias emergentes e da IA, atualmente, é no comando e controlo, porque a elevada capacidade de processamento de dados permite maior *situational awareness* e decisões mais informadas. Um dos maiores exemplos desta área de aplicação é na cooperação entre a NATO e a Ucrânia. Através da ferramenta MetaConstellation, da empresa americana Palantir, que compila dados de satélites comerciais e cria modelos digitais do campo de batalha, os decisores da NATO e da Ucrânia conseguem tomar decisões mais informadas e ponderadas (Konaev, 2023). Outro exemplo, é da empresa americana Prime que forneceu à Ucrânia softwares e ferramentas com IA incorporada, que permitem captar, transcrever, traduzir e analisar

automaticamente comunicações militares Russas, para facilitar a obtenção de Intelligence (Konaev, 2023).

Outra aplicação da IA na Ucrânia é nos sistemas de armas, para aumentar as capacidades de provocar danos ou estragos aos inimigos. Atualmente, os drones equipados com cargas explosivas são programados pelos operadores para atacar alvos específicos e têm uma elevada autonomia para executar este tipo de missões; no entanto, o operador pode sempre abortar o ataque (Schreiner, 2023). De acordo com as autoridades ucranianas, drones com este elevado grau de autonomia e incorporação de IA têm sido utilizados em combates contra as forças russas e têm-se demonstrado extremamente úteis em contrariar os mecanismos russos de guerra eletrónica (Mozur & Satariano, 2024). De facto, um drone sem a incorporação de IA, necessita de uma comunicação constante com o operador, no entanto, os sistemas de *jamming* facilmente quebram esta ligação e tornam o drone inútil (Konaev, 2023). Com sistemas de drones incorporados com IA, não é necessário existir esta ligação constante operador-drone, pois o drone vai, autonomamente, efetuar o ataque ao alvo (Mozur & Satariano, 2024). O humano pode, assim, delegar a decisão tática à máquina, para esta completar a sua missão. Por outro lado, a Rússia também tem utilizado os mesmos mecanismos de ataque, tal como os drones Kalashnikov KUB-BLA e o Lancet-3, que executam ataques a alvos ucranianos e possuem estas capacidades autónomas (Konaev, 2023; Army Technology, 2024).



Figura 16 - Drone Lancet-3 [Fonte: Global Defense News]

Utilizado atualmente na Guerra da Ucrânia-Rússia, o sistema ALTRA, foi desenvolvido pela empresa alemã Helsing AI, em conjunto com as forças armadas ucranianas. É um sistema que efetua o reconhecimento e permite executar ataques de saturação através dos drones HX-2, em ambientes onde existem elevadas medidas de guerra eletrônica, como o jamming, a negação dos sistemas de navegação, de GPS e de comunicação. Este sistema tem a capacidade para efetuar ataques estratégicos ou táticos com enxames de drones e com um número muito reduzido de operadores humanos, sendo que um operador, tem a capacidade de controlar diversos drones, com auxílio de uma inteligência artificial. Esta IA permite ao drone operar em ambientes onde não há GPS ou qualquer comunicação com o operador, o que representa um elevado grau de autonomia, sendo que, a decisão de efetuar o ataque permanece no humano. O sistema ALTRA permite que estes drones aumentem a capacidade de sucesso em acertar no alvo, independentemente das condições em que se encontram. Os drones e o sistema ALTRA estão em constante comunicação e passagem de informação através da IA, presente nos próprios drones e nos sistemas de comando e controlo, permitindo assim, efetuar os ataques de saturação através dos enxames de drones, com elevado sucesso e precisão, em ambientes com contramedidas eletrônicas. Este sistema combina autonomia distribuída, coordenação em rede e robustez contra *jamming*, o que demonstra como a IA pode colmatar as fragilidades humanas em ambientes de negação. Este tipo de sistema descentraliza e acelera o ciclo de decisão tática, onde a IA funciona como multiplicador de força e como mediadora da decisão. (Helsing AI, 2025).

“Artificial Intelligence is the future, not only for Russia, but for all humankind. It comes with colossal opportunities, but also threats that are difficult to predict. Whoever becomes the leader in this sphere will become the ruler of the world”

Presidente Vladimir Putin



Figura 17 - Drone HX-2 [Fonte: Helsing AI]

Análise Comparativa e Implicações para Portugal

A análise das tecnologias emergentes internacionais, demonstra tendências transversais entre as principais potências militares e os países envolvidos nos atuais conflitos. Existe uma crescente aposta na integração de tecnologias autónomas, sistemas não tripulados e inteligência artificial nos processos de comando, controlo e tomada de decisão. Países como os EUA, Israel e França, investem principalmente em plataformas que descentralizam o processo de decisão, redistribuindo-o entre o homem e a máquina, como podemos observar no programa Ghost Fleet Overlord, Fire Weaver ou com o nEUROn.

A Ucrânia constitui um caso particular: a pressão da guerra obrigou à inovação repentina, com recurso a drones comerciais adaptados, sistemas de baixo custo e forte exploração de soluções em rede, demonstrando a capacidade de adaptação operacional em cenários de guerra de atrito e ambientes extremamente negados.

Apesar das discrepâncias nos contextos geopolíticos dos países estudados, é possível compreender que cada país segue uma lógica doutrinária distinta. Nota-se um claro investimento nos sistemas e na guerra em rede, com uma fusão de diversos sensores e atiradores ao mesmo tempo. Os países europeus concentram-se num desenvolvimento de capacidades interoperáveis e modulares, que consigam servir vários propósitos e missões, em linha com a sua integração em estruturas multinacionais da NATO e da União

Europeia. Privilegiam a defesa coletiva e a partilha de recursos nas suas Forças Armadas. Os EUA apostam fortemente na automatização de sistemas e na integração de inteligência artificial em plataformas não tripuladas, refletindo a sua doutrina de supremacia tecnológica e projeção de força a nível global.

Israel, em contrapartida, desenvolve sistemas como o Fire Weaver ou o Drone Dome, claramente orientados para a defesa imediata face a ameaças constantes, o que reflete na sua doutrina uma necessidade de sobrevivência e de resposta rápida. Países como a Ucrânia, representam casos particulares de inovação e adaptação sob pressão, explorando a máxima eficácia operacional, optando por orientar os sistemas de combate para soluções em rede e em ambientes negados. A pressão da guerra obrigou à inovação repentina, com recurso a drones comerciais adaptados e a sistemas de baixo custo para rápida utilização.

De um modo geral, existe uma preocupação transversal em ampliar a consciência situacional e esclarecimentos do panorama operacional, e em aumentar a velocidade dos ciclos de decisão. Observa-se um ponto comum em manter o decisor humano dentro do ciclo para decisões críticas, ainda que com graus variáveis e com diferentes níveis de autonomia delegada aos sistemas. Reflete-se uma tendência internacional em automatizar os ciclos de decisão no que toca a sistemas de defesa, para responder às novas ameaças da guerra moderna. Por outro lado, destaca-se, nos veículos não tripulados, nomeadamente nos “drones suicidas”, uma delegação do controlo tático final, do humano para a Inteligência Artificial, na fase terminal de operação.

Para as Forças Armadas Portuguesas, estas tendências internacionais, levantam desafios e oportunidades relevantes, apesar do contexto estratégico distinto. Neste contexto, torna-se evidente a necessidade de investimento em sistemas que aumentem a velocidade, robustez e precisão dos ciclos de decisão militar, por forma a responder aos desafios da guerra moderna, como cenários multidomínio, ameaças de saturação e sistemas cada vez mais autónomos. O investimento em plataformas que descentalizem parte do processo de tomada de decisão e que o dividam entre o militar e a máquina poderá ser um caminho a ter em conta por parte das FFAA. O foco na coordenação entre ramos, o apoio digital à decisão, a adoção gradual de sistemas não tripulados, implementação de sistemas de IA e de Comando e controlo mais sofisticados poderão ser das principais

medidas implementadas por Portugal, para combater esta evolução. Por outro lado, levantam-se dilemas estratégicos: até que ponto deve Portugal investir em tecnologias próprias ou depender da aquisição de sistemas aliados? As FFAA poderão beneficiar das cooperações estratégicas com os aliados da NATO, de forma a explorar e integrar tecnologias conjuntas e compatíveis entre países. A interoperabilidade no quadro da NATO é essencial, mas pode gerar riscos de dependência tecnológica e perda de autonomia em áreas críticas.

Assim, a implicação central não é apenas acompanhar as tendências internacionais, mas encontrar um equilíbrio entre cooperação e autonomia, assegurando que as Forças Armadas Portuguesas permanecem credíveis, interoperáveis e adaptadas à evolução da guerra moderna.

No capítulo III, serão estudadas mais detalhadamente, as abordagens tomadas pelos diferentes ramos das Forças Armadas, para fazer face a estas mudanças no campo de batalha e nos ciclos de decisão.

O Futuro da Tomada de Decisão

Scharre (2018) defende que o futuro para a tomada de decisão será aproveitar as vantagens que as máquinas nos proporcionam e juntá-las com as valências dos humanos. Um sistema de decisão híbrido, com uma relação cognitiva entre humano-máquina, que junta a precisão e fiabilidade da automação sem sacrificar a robustez e flexibilidade da inteligência humana (Scharre, 2018). O futuro da tomada de decisão irá estar relacionado diretamente e indiretamente com o futuro desenvolvimento da inteligência artificial (Brose, 2020; Scharre, 2023).

Por outro lado, o futuro da tomada de decisão também irá trazer implicações éticas e morais devido ao crescente uso das máquinas (Scharre, 2023). A utilização da IA na tomada de decisões militares, representa um grande desafio jurídico, devido à ausência de um quadro de leis sólido e universalmente aceite, devido à escalada da proliferação de armas e ao facto de pôr em causa, em diversos aspetos, o Direito Internacional (DI).

Relação Militar-Máquina

“Human-Machine Teaming (HMT) is a complex military process with a feedback loop between the human and the machine which changes the behaviour of both.”

Sidharth Kaushal, “Leveraging HumanMachine Teaming”, 2024

A Relação Militar-Máquina, ou “human-machine teaming” (HMT), como é muitas vezes referida pela US Military, refere-se a uma relação existente entre os seres humanos e as máquinas inteligentes (Brose, 2020). Christian Brose (2020) refere que, para melhor compreendermos esta relação, é preciso perceber muito bem o conceito militar de comando e controlo, como as relações hierárquicas entre pessoas numa organização militar. À medida que as máquinas estão a ser desenvolvidas e a tornar-se mais capazes de realizar tarefas, os conceitos de comando e controlo devem evoluir (Brose, 2020). Os humanos devem permanecer no comando, mas as máquinas inteligentes vão ser cada vez mais capazes de executar as ordens, decisões e ações do humano (Brose, 2020). Sendo que, segundo Brose (2020), o maior desafio será os exércitos adaptarem-se a uma nova era de “human command and machine control”.

A guerra sempre implicou uma colaboração entre humanos e máquinas. No entanto, à medida que trabalham em conjunto para ultrapassar a crescente complexidade e radical mudança dos atuais campos de batalha, a relação entre humanos e máquinas está a tornar-se cada vez mais interdependente (Kaushal, 2024). Embora o equilíbrio entre humanos e máquinas na guerra possa mudar no futuro, à medida que as operações exigirem mais autonomia dos sistemas, é crucial compreender como é que esta relação é eficaz (Kaushal, 2024). O ponto central desta abordagem é compreender a execução colaborativa de tarefas no campo de batalha, em que os seres humanos e a IA aproveitam os seus pontos fortes respetivos. Os seres humanos contribuem com o pensamento contextual, com a intuição, a experiência de combate e a criatividade, enquanto a máquina se destaca no processamento de grandes quantidades de dados, mantendo a precisão, a velocidade e a consistência sem limitações de fadiga ou atenção (Kaushal, 2024). Os sistemas “human-in-the-loop” (HITL) garantem que os comandantes e os seus subordinados, verifiquem as informações geradas pela IA, corrigindo erros e aperfeiçoando os resultados do sistema para melhorar a “situational awareness”, a

precisão, a logística e a tomada de decisões, em geral, em ambientes de combate. Dada a complexidade das tarefas no campo de batalha, as capacidades orientadas por máquinas, podem ajudar em várias funções ao longo do ciclo de observar, orientar, decidir e agir (OODA) (Schraagen, n.d.).

A automação e a digitalização da comunicação, do discurso público, das atividades económicas e sociais, de muitas das tarefas laborais e até de elementos da nossa vida íntima, criaram uma procura e uma exposição quase permanentes, de interação com máquinas inteligentes e autónomas de diferentes tipos, para diferentes fins e com diferentes requisitos de intensidade e atenção (Kempt et al., n.d.). O desempenho do humano na tomada de decisão pode beneficiar da utilização das tecnologias, que podem ajudar a ultrapassar obstáculos e a apoiar a construção e a modelação do problema, levando assim, a melhores decisões (Kempt et al., n.d.). No entanto, embora as interações homem-máquina possam ser benéficas para a tomada de decisões numa perspetiva relacional, tal não implica que as máquinas possam ou devam ser capazes de estabelecer relações significativas com os seres humanos (Kempt et al., n.d.). A automatização e o auxílio nos processos de decisão por parte das máquinas, apesar de se tornar mais eficiente, pode ocultar e negligenciar os valores, as atitudes pessoais e as abordagens de escolha dos decisores humanos (Kempt et al., n.d.). Em situações extremas, de elevado stress, por vezes, se os humanos deixarem que nesta relação militar-máquina, a máquina assuma o controlo de algumas decisões, vidas humanas podem ser salvas e danos colaterais evitados (Lawless et al. 2017). Por exemplo, um piloto ao deixar que o sistema da aeronave assuma o controlo quando este perde a consciência, devido a forças gravitacionais em excesso, pode salvar-lhe a vida (Allison 2018). Sendo que este sistema, que relaciona militar-máquina, é utilizado atualmente por diversas Forças Aéreas, para evitar danos na aeronave e no piloto.

De acordo com Scharre (2018), um dos benefícios no campo de batalha do “human-machine teaming” é o facto de não ser necessário perdermos as vantagens do julgamento humano para adquirirmos as vantagens da automação. Um dos melhores exemplos desta relação são os CIWS (Close-In Weapons Systems), como a Phalanx, Goalkeeper ou o C-RAM (Scharre, 2018). O C-RAM automatiza toda a parte de identificação, aquisição e seguimento dos alvos, o que resulta numa maior precisão e exatidão, mas mantém o militar “in the loop” (Scharre, 2018). O sistema C-RAM é um

bom exemplo desta simbiose entre o homem e a máquina, porque tem a capacidade de fazer tudo sozinho, no entanto a verificação do alvo e a autorização para efetuar fogo são realizadas pelo operador (Scharre, 2018), explorando assim uma elevada colaboração entre o militar e o sistema de armas.

Um dos principais focos de desenvolvimento e estudo desta relação é quando o ambiente operacional ou a aérea de operações requerem decisões muito rápidas para a capacidade do militar humano ou quando as operações são efetuadas em ambientes de elevadas contramedidas que negam as comunicações militar-máquina (Scharre, 2018). A capacidade cognitiva dos sistemas de Inteligência Artificial é utilizada atualmente para a defesa contra ataques de saturação e também para efetuar estes mesmos ataques de saturação. Nestas duas situações, os operadores humanos não possuem as capacidades para reagir ou efetuar o comando e controlo de tantos elementos ao mesmo tempo (Scharre, 2018). No entanto, a supervisão por parte dos militares humanos, continua a ser crucial para que esta relação funcione no seu potencial total (Scharre, 2018). Os sistemas de IA, proporcionam capacidades espantosas e revolucionárias em aplicações no domínio da guerra, em que os decisores humanos e os operadores mantêm, em grande medida, o controlo total sobre a máquina. Por isso, o termo da expressão “human-machine teaming” coloca o ser humano em primeiro lugar, dando ênfase à ordem de importância (Zweibelson, n.d.).

“Autonomous and semi-autonomous weapon systems shall be designed to allow commanders and operators to exercise appropriate levels of human judgment over the use of force.”

Paul Scharre, “Army of None” 2018

As armas inteligentes atuais, necessitam da intervenção humana, ao ponto que, as futuras exigirão novas formas de enquadramento, incluindo, provavelmente, uma reestruturação da tomada de decisão em contexto de guerra (Zweibelson, n.d.). Existem inúmeras questões tecnológicas, éticas, morais, legais e estratégicas relativas à relação militar-máquina, no entanto, a maior parte delas está relacionada com seres humanos e com o facto de estes serem os principais responsáveis em tomar decisões “in the loop”, ou até “on top of the loop” (Dombrowszki, 2021). As máquinas, podem produzir efeitos extremamente letais, mas são baseados em parâmetros e limites, que foram previamente

estabelecidos por seres humanos, para que as máquinas executem rapidamente a sua função (Dombrowszki, 2021).

Implicações Éticas e Morais

“If we agree to foreswear some technology, we could end up giving up some uses of automation that could make war more humane. On the other hand, a headlong rush into a future of increasing autonomy, with no discussion of where it is taking us, is not in humanity’s interests either. We should control our destiny.

Paul Scharre, 2017

As implicações éticas e morais da utilização de sistemas inteligentes na tomada de decisões militares são vastas e algumas preocupantes. Os sistemas autónomos capazes de tomar decisões que podem pôr em risco as vidas de pessoas, sem intervenção humana, desafiam os valores morais e os princípios jurídicos estabelecidos. Scharre (2018) refere que, com a implementação de armas autónomas, não existirá um coração humano do outro lado do gatilho para tomar a decisão mais correta. Por outro lado, Brose (2020) defende que, tecnicamente falando, não existe, atualmente, algo que possa ser considerado uma máquina autónoma, porque a autonomia implica a existência de uma relação e não uma “coisa”. Brose define que é necessário existir uma relação entre um superior, que delega uma tarefa, e os subordinados que a cumprem dentro de certos parâmetros estabelecidos. É esta relação, segundo ele, que define a fundação dos princípios éticos e morais de um conflito. Logo, é crucial manter o fator humano nas decisões que põem em risco a vida e a dignidade das pessoas afetadas por conflitos armados, a fim de defender os valores éticos e garantir o cumprimento das leis aplicáveis, incluindo a Lei Internacional dos Direitos Humanos (Zhou & Greipl, 2024). Embora exista um aumento significativo no estabelecimento de quadros regulamentares da Inteligência Artificial, como os princípios da IA do G7 e o Processo da IA de Hiroshima, estas iniciativas continuam, em grande parte, centradas no setor civil (Moutia-Bloom & Hickman, 2024). Não existe um acordo global abrangente ou um quadro jurídico que aborde as máquinas inteligentes no âmbito militar, o que cria um vazio regulamentar crítico. As medidas emergentes, excluem frequentemente as aplicações militares da IA, deixando que cada Estado defina a sua

abordagem para regular a utilização da IA em contexto de conflito. Esta disparidade na governação conduz a políticas fragmentadas, aumentando o risco de escaladas de conflito, não intencionais ou de violações dos direitos humanos. De acordo com Scharre (2018), os sistemas inteligentes, na teoria, seguem as leis, na prática as leis são demasiado flexíveis e vagas, o que permite às armas autónomas contorná-las facilmente, para atingirem o seu objetivo.

A integração da Inteligência Artificial nos sistemas militares suscita grandes preocupações em termos de ética, de direitos humanos e de privacidade, nomeadamente no que se refere à recolha e utilização de dados considerados sensíveis. Os sistemas militares baseados na IA dependem em grande parte da recolha, análise e utilização de elevados conjuntos de dados, que incluem informações pessoais, para melhorar a eficácia na tomada de decisões. As ferramentas como os AI Decision Support Systems (AI-DSS), podem simplificar a rápida recolha e análises generalizadas de informações sobre civis, permitindo melhores decisões durante um conflito, sobretudo no que toca à minimização do risco para os civis (CICV, 2021). Não obstante, isto levanta questões cruciais sobre a privacidade dos dados, principalmente porque em operações militares e zonas de conflito, são monitorizadas comunicações, movimentações e rotinas de populações civis.

Mesmo que a chegada de novas tecnologias à guerra reduza os danos colaterais no âmbito civil, nem sempre isto será verdade (Copeland & Sanders, 2021). Segundo autores como Brose e Scharre, uma das principais consequências de empenhar sistemas autónomos no campo de batalha poderá ser o aumento do número de mortes. Isto porque, segundo Scharre (2018), uma arma autónoma não vai questionar ordens, nem vai mostrar misericórdia ou compaixão pelo inimigo. Logo, a confiança excessiva na IA aumenta potencialmente a probabilidade de resultados que divergem da intenção original da tomada de decisão humana, resultando numa escalada accidental, o que aumenta, por exemplo, o risco para os civis numa guerra (Stewart & Hinds, 2023). Scharre (2018) refere que as tecnologias e os sistemas de guerra usados no século 21 aumentam a distância psicológica dos atos cometidos. Logo, a tecnologia moderna permite maiores distâncias físicas dos atos cometidos em guerra; por outro lado, pode diminuir a distância psicológica em certos casos (Scharre, 2018). Por exemplo, um operador de drone que monitoriza os seus alvos durante dias ou semanas observa rotinas e segue os padrões de vida, isto tudo através de câmaras de alta resolução (Scharre, 2018). Apesar disto, as

armas autónomas permitem aos militares delegar muitas das suas responsabilidades, o que pode ser mais problemático, permitindo descartar responsabilidades morais das decisões da máquina (Scharre, 2018). Segundo Cummings (2004), o distanciamento físico e emocional pode ser exacerbado por qualquer sistema autónomo que providencie uma clara divisão entre o operador e as suas ações. Estes amortecedores morais permitem, de facto, que as pessoas se distanciem eticamente das suas ações e diminuam o sentido de responsabilidade e de responsabilização (Cummings, 2004). De acordo com Cummings (2004) e Scharre (2018), os operadores humanos facilmente são vítimas desta automação, devido a confiarem demasiado nos inputs da máquina, mesmo quando o humano se encontra no ciclo de decisão. Existem diversos exemplos disto, como os fratricídios com os sistemas Patriot e Aegis, onde os operadores se encontravam sobre elevado stress e responsabilidade e confiaram nas informações/recomendações destes sistemas, que os induziram em erro. Neste caso, não se verifica a criação de um novo problema pelo avanço da tecnologia moderna. Ao provocar danos não intencionais a civis, tanto em acidentes com incidentes, a tecnologia moderna apenas tornou um problema antigo mais saliente (Crotoft, 2022).



Figura 18- Sistema Patriot [Fonte: Army Technology]

De facto, as novas tecnologias militares, em particular as utilizadas para a definição autónoma de alvos ou para a tomada de decisões, podem aumentar o risco de danos a civis e a probabilidade de consequências não intencionais (Crotoft, 2022). E

podem conduzir a resultados discriminatórios ou a alvos errados, incluindo o alvejamento ilícito de civis. À medida que os militares integram a IA e os algoritmos avançados nos seus sistemas, surgem novos tipos de erros específicos desta tecnologia (Scharre & Horowitz, 2018). Por conseguinte, qualquer resultado de um sistema de apoio à decisão, deve ser verificado para evitar informações tendenciosas ou imprecisas. No entanto, este esforço de uma dupla verificação pode-se tornar quase impossível, quando a IA é utilizada para tarefas complexas que envolvem várias etapas de análise avançada (Stewart & Hinds, 2023) - “A system can take harmful action without anyone acting with the requisite mens rea for criminal liability” (Crootoof, 2022). Em cenários em que os sistemas de IA operam com uma autonomia significativa, a atribuição de responsabilidade torna-se mais complexa e a IA pode potencialmente proteger os intervenientes humanos de responsabilização. Além disso, estes sistemas também apresentam vulnerabilidades que o inimigo pode explorar através de *hacking*, manipulação ou outras formas de exploração informática (Brundage et al., 2018).

Scharre (2018) afirma que “The ethics of autonomous weapons should be compared to how war is actually fought, not some abstract ideal”. Não existem dúvidas de que os sistemas autónomos levantam questões fundamentais acerca da natureza humana e da sua relação com o uso da força. Sendo que, depende sempre do ponto de vista, se isso será uma coisa boa ou má. As emoções nos humanos tanto os fazem cometer crimes de guerra, como os levam a realizar atos de misericórdia no campo de batalha. Executar decisões num ambiente de incerteza, informação ambígua, stress, conflito de valores, é o que os militares fazem, é o que define a sua profissão. Os sistemas inteligentes e as armas autónomas podem mudar isto, tanto para o bem como para o mal. Num mundo onde estes sistemas de armas suportam o fardo de retirar a vida a alguém, presumivelmente, menos militares vão sofrer com feridas morais e psicológicas. De uma perspetiva puramente utilitária e consequencialista existiria, de um modo geral, menos sofrimento, o que seria positivo. No entanto, que tipo de seres humanos seríamos se entregássemos extrema responsabilidade a uma máquina? Entregar a algoritmos decisões cruciais como a vida ou morte poderá vir a mudar a natureza da sociedade global de uma maneira muito profunda. Isto porque, mesmo que o algoritmo nunca se engane, se a sociedade eliminar o fardo moral de retirar uma vida a uma pessoa, matar torna-se imoral. (Scharre, 2018)

“Machines can do many things, but they cannot create meaning. They cannot answer these questions for us. Machines cannot tell us what we value, what choices we should make. The world we are creating is one that will have intelligent machines in it, but it is not for them. It is a world for us.”

Paul Scharre, “Army of None” 2018

Capítulo III- Situação atual das tecnologias emergentes e capacidades das FFAA nacionais

Tal como os países estudados anteriormente, também as Forças Armadas Portuguesas estão em constante transformação e inovação tecnológica, para conseguir enfrentar os desafios de um campo de batalha sempre em transformação. Neste capítulo são analisadas as principais tecnologias emergentes nas FFAA e algumas estratégias implementadas pelos diferentes ramos para fazer face aos desafios tecnológicos.

Embora o presente capítulo apresente dados provenientes dos três ramos das FFAA, existe maior detalhe no ramo da Marinha Portuguesa. Esta desigualdade de foco não representa uma intenção de desvalorizar os outros ramos, resulta apenas do facto do estudo ser no âmbito de uma dissertação de mestrado para a Marinha Portuguesa e pelo facto do investigador integrar este ramo. Assim, o investigador possuiu maior acessibilidade a informações e à realidade da Marinha. Apesar disto, manteve-se o rigor analítico no conteúdo estudado, assegurando, assim, a imparcialidade da análise dos diferentes ramos das Forças Armadas.

Marinha

A Marinha, integra a Escola Naval (EN), que por sua vez está integrada nos Estabelecimentos de Ensino Superior Público Universitário Militar (EESPUM). A escola naval na sua estrutura orgânica possui o Centro de Investigação Naval (CINAV) (MDN, Portaria n.º 21/2014), que tem o objetivo de promover a experimentação operacional e o desenvolvimento de sistemas não tripulados associados a táticas disruptivas inovadoras. Criou, também, a Célula de Experimentação Operacional de Veículos Não Tripulados (CEOV) (CEMA, Despacho s/n, de 24 de outubro, 2017). Em 2018, a Marinha criou a estrutura de acompanhamento da Investigação, Desenvolvimento, Experimentação e Inovação da Armada (IDEIA) (CEMA, Despacho n.º 55/2018, de 28 de novembro). Foi criado o Centro de Experimentação Operacional da Marinha (CEOM) (2020), devido à necessidade de apoiar a experimentação operacional e formar ligações com entidades parceiras (CEMA, Despacho n.º 52/2020, de 29 de setembro). E, em 2020, a Marinha promoveu a criação da Divisão de Inovação (CEMA, Despacho n.º 53/2020, de 29 de

setembro). Foram também criadas diretivas relativas à inovação estratégica. Estas e outras estruturas orgânicas têm contribuído para que a Marinha se mantenha a par a nível da inovação tecnológica.

A Marinha recentemente (2022) concluiu o Mid-Life Upgrade (MLU), ou Programa de Modernização de Meia-vida, das suas duas fragatas da classe Bartolomeu Dias. Este *upgrade* teve como objetivo assegurar a sustentação destes meios até ao ano de 2035, de modo que as capacidades operacionais consigam responder a todo o espectro de missões realizadas por estas plataformas. Uma das principais modernizações foi ao nível do controlo e gestão da plataforma, com a integração do RH Marine, um sistema de última geração. Relativamente aos sistemas de Comando e Controlo, foi implementado o Combat Management System (CMS) GUARDION, Tactical Data Links (TDL) e sistema de comunicações. O Sistema de combate GUARDION representou uns dos maiores saltos tecnológicos, no âmbito das operações navais. Este sistema é extremamente intuitivo para os operadores e decisores, tem uma elevada capacidade de processamento e análise de dados, maior facilidade na gestão da informação, vários sub-módulos de apoio às respetivas operações. Possui aconselhamento de medidas antimíssil, na gestão do plano de emissões, no controlo de aeronaves orgânicas, no controlo de comunicações e na gestão dos TDL. É um sistema desenvolvido e utilizado pela Royal Netherlands Navy (RNLN), sendo extremamente adequado à condução de operações navais. Os TDL permitem melhor interoperabilidade em missões conjuntas e combinadas, e reforçam a partilha em tempo real de dados dos diferentes ambientes das operações. Estes navios sofreram modernizações noutros âmbitos, como na área do reconhecimento e vigilância, através da instalação dos sistemas de câmaras GATEKEEPER e D-COMPASS, reforçando assim, a capacidade de combate contra ameaças passíveis da identificação e processamento de imagens. Foram, também, atualizados e instalados outros sistemas nos navios, como o GOALKEEPER, IFF, VIGILE-D, entre outras capacidades. Os novos sistemas implementados na Classe Bartolomeu Dias permitiram uma evolução diferenciadora no domínio das operações navais. Esta MLU representou um passo muito relevante na capacitação e sustentação destas plataformas de superfície, contribuindo para um importante salto tecnológico ao nível da Marinha Portuguesa. Este sistema de combate permite uma análise detalhada e integrada de múltiplos fluxos de dados, compatível com o modelo racional de decisão (George & Jones, 1999). A sua interface

intuitiva e as suas capacidades analíticas, aumentam a eficácia do ciclo de decisão tradicional, aproximando-se da lógica de Schraagen (2022), que defende a integração entre contexto, informação e julgamento humano. A elevada automação dos sistemas, juntamente com a supervisão humana, vai ao encontro das teorias defendidas por Scharre (2018), da tomada de decisão híbrida humano-máquina, e de Brose (2020), que apresenta o conceito de “kill chain”. O facto de possuírem TDL, permite uma partilha de panorama em tempo real, que contribui não só para uma tomada de decisão mais informada, mas também mais adaptativa, de acordo com os princípios da improvisação operacional, tal como defendem Davis (2014) e Brehmer (2009), com um OODA Loop mais fluido. (Marinha portuguesa; Revista da Armada, 2021)



Figura 19- NRP Bartolomeu Dias [Fonte: Marinha Portuguesa]

A Marinha opera, atualmente, diversos SANT, principalmente o VTone da Beyond Vision e o OGASSA OGS 42V da UAVision, que foram adquiridos recentemente. O OGASSA tem uma configuração de aterragem e descolagem convencional (N) e configuração de aterragem e descolagem vertical (VN). Esta aeronave pertence à classe Ic (mais de 15kg e menos de 150Kg) e para além do sensor eletro-ótico está equipada com um sensor AIS (Automated Identification System) para identificação de meios navais de superfície. Tem cerca de 2,5m de comprimento, uma envergadura de 4,2m e uma altura de 1,25m. Possui um alcance de voo de cerca de 80km e uma autonomia máxima de 9 horas com a configuração convencional e de 6 horas com VTOL. Pode ser operado por 3 militares através de uma unidade móvel. A aeronave pode descolar e aterrar de forma

manual ou automática e é operada a partir das ECR fixas nas várias bases constituídas para o efeito ou a partir de uma estação móvel projetável de forma autónoma. Esta estação compreende um conjunto próprio de antenas que possibilita a expansão do raio de ação de plataforma ou a operação a partir de um local não preparado num curto espaço de tempo. As suas principais missões são a vigilância e reconhecimento, sobretudo no âmbito marítimo. O OGASSA é a última geração de sistemas aéreos não tripulados da UAVision. Foi especialmente projetado para operações marítimas de longa duração, sendo que está, ao serviço da Marinha Portuguesa há pouco tempo. Tem provado ser uma plataforma fiável, com centenas de horas em testes e operações. O OGASSA pode ser implementado em diversos cenários e missões e tem a capacidade de instalação de diferentes tipos de *payloads* e *gimbals*. A versão padrão do OGASSA está equipada com uma *gimbal* eletro-óptica de alto desempenho e link de comunicação através do sistema de comunicação, podendo assim, fornecer imagens de alta resolução. É principalmente utilizado no apoio a operações com os navios, nomeadamente no combate ao narcotráfico onde tem demonstrado ser uma mais-valia. (UAVision, Marinha Portuguesa)



Figura 20- Drone OGASSA OGS42V [Fonte: Marinha Portuguesa]

O VTone é um drone de Asa Fixa, com VTOL, possui uma bateria de alta capacidade e um controlador de voo de última geração, pode ser comandado por controlo de rádio local sem fios ou por uma aplicação de controlo remoto (4G,5G). Apresenta uma autonomia de cerca de 150 minutos, tem elevada precisão de posicionamento, uma velocidade máxima de 120 km/h e uma resistência a ventos de 50 km/h. É constituído por diversas câmaras, o que lhe permite transmitir uma imagem 360° de alta resolução.

Apresenta, ainda, câmara térmica e tem a capacidade de carregar 2 kg de carga. Está equipado com Inteligência Artificial, para que seja autonomamente guiado, se necessário. Este drone tem desempenhado diversas missões, tal como o OGASSA, sendo de destacar as missões na Lituânia, onde presta apoio à FND de Fuzileiros. (Beyond Vision, Marinha Portuguesa)

Estes drones, permitem acelerar o ciclo de observação, orientação, decisão e ação, do comando, tal como defendido por Boyd (1997) e Brehmer (2009). Estes sistemas, reforçam a perceção situacional e diminuem a margem de erro, possibilitando aos comandantes atuarem mais rapidamente e de forma mais informada. Estes SANT, tornam-se úteis em ambientes incertos e em missões onde exista pressão temporal, enquadrando-se no modelo intuitivo de decisão (Klein, 2017), onde o reconhecimento de padrões e a resposta rápida à mudança são essenciais.



Figura 21- Drone VTone [Fonte: Marinha Portuguesa]

Um dos principais exercícios organizado pela Marinha Portuguesa com outras entidades nacionais e internacionais é o Robotic Experimentation and Prototyping with Maritime Unmanned Systems (REPMUS). Tem vindo a ser organizado em Portugal desde 2019 e conta com dezenas de países diferentes e milhares de participantes, todos os anos. Este exercício consiste em experimentação operacional, onde são testados sistemas não tripulados e outras tecnologias emergentes e disruptivas de uso civil e militar. Tem-se

tornado um exercício cada vez mais complexo e tem contado com a participação de sistemas não tripulados muito modernos. No REPMUS são testadas tecnologias e drones que abrangem os vários ambientes que caracterizam o domínio marítimo, sejam de superfície, de subsuperfície, aéreos ou terrestres. É um exercício que desperta elevado interesse internacional, pois promove o desenvolvimento de novas tecnologias, especialmente as de emprego militar. Segundo o Ex-CEMA, Almirante Gouveia e Melo, “Conseguimos criar aqui um ecossistema em que as empresas, a academia e os militares convivem para encontrar soluções para o futuro”. O REPMUS permite um estreitamento de laços com outros países, NATO e não-NATO, assim como com os diversos setores da sociedade civil, sendo considerado um dos melhores eventos para a troca de conhecimento e verificação do Estado da Arte, no que toca a robótica e às novas tecnologias. O REPMUS permite à Marinha Portuguesa estar constantemente a par das tecnologias emergentes e disruptivas, tanto no âmbito militar e das operações, como no âmbito do duplo-uso (civil e militar). (Marinha Portuguesa; Revista da Armada, 2023; NATO, 2024)

Ao longo dos últimos anos têm sido realizados inúmeros esforços para que a Marinha se mantenha tecnologicamente avançada. Tendo em conta esta linha de pensamento, foi criada, em 2023, a unidade X31. Esta tem como objetivo ser a primeira unidade totalmente dedicada ao aprontamento e operação de Sistemas Não Tripulados (SNT), nos diversos domínios aéreo, marítimo e terrestre. Os SNT têm demonstrado uma relevância cada vez maior nos atuais conflitos. A unidade X31 reúne as capacidades SNT da Marinha e garante que os sistemas funcionam corretamente e estão operacionais. Dedicar-se, também, à formação dos operadores, qualificações e treinos necessários para que estes sistemas sejam utilizados eficientemente. Esta unidade demonstra as estratégias de robotização da Marinha, através da produção de efeitos operacionais relevantes para o ramo e para a comunidade operacional portuguesa. A X31 mostra os planos e as capacidades da Marinha em utilizar estas novas tecnologias como multiplicadoras de força para, assim, preencher lacunas existentes. Esta unidade tem participado em diversas missões e exercícios, como é o caso da FND na Lituânia, operações contra o narcotráfico e no exercício REPMUS, entre outras atividades operacionais. (Marinha Portuguesa; Revista da Armada, 2024)

O exercício REPMUS e a unidade X31 permitem a aplicação da prática do conceito de “adaptive learning” (Paul K. Davis, 2014), ao criarem condições para melhorar a improvisação, testes e a capacidade de resposta a situações inéditas. O que, por sua vez, favorece a posterior adoção de modelos intuitivos e improvisados. Este conceito revela-se transversal a todas as iniciativas de exercícios e de formação, por parte das FFAA.

Para além do referido anteriormente, a Marinha Portuguesa criou no ano de 2017, a Célula de Inovação e Experimentação Operacional de sistemas Não tripulados (CEOV). Com o principal foco de transformar o setor operacional da Marinha, como resposta às rápidas mudanças tecnológicas. A CEOV, em colaboração com diversas empresas nacionais e internacionais, tem criado SNTs nos diversos domínios, para impulsionar o avanço tecnológico da Marinha. Por exemplo, o Trator do Mar, um sistema não tripulado de superfície (USV), é uma plataforma com variadas funções, nomeadamente, a recolha de dados oceanográficos, vigilância operacional, proteção de infraestruturas críticas, entre outras. O seu desenho permite a capacidade de vigilância antissubmarina, através de um sonar passivo rebocado. Graças aos seus sensores sofisticados, garante a vigilância contínua e a recolha de informação operacional essencial. Tem sido testado em diversas ocasiões, principalmente no REMPUS. A sua aplicação encaixa-se na necessidade de apoio à decisão e apoio técnico, que contribui para decisões mais estruturadas, de acordo com o modelo racional, defendido por George & Jones (1999). Por outro lado, facilita a redução da margem de erro humano, conforme as teorias de Schraagen (2022). (Marinha Portuguesa; Expresso 2024)



Figura 22- Trator do Mar [Fonte: Smart Defense]

Além do Trator do Mar, foi desenvolvido outro sistema, o UGV Dikietoy, em parceria com os Países Baixos. Este projeto teve como objetivo atingir a interoperabilidade através do software, também desenvolvido pela CEOV, C.A.R.V.A.L.H.O., que permite a partilha de dados e sensores dos veículos não tripulados das diferentes entidades civis e militares da NATO. Foi testado com sucesso no REPMUS 2023, sendo esta partilha de controlo muito inovadora, o que alarga vastamente as possibilidades de operações conjuntas no futuro. Este sistema vem melhorar a interoperabilidade e o conhecimento situacional, que contribuem para a fluidez do ciclo de decisão, tal como descrito por Boyd (1987). A CEOV tem desenvolvido estes e outros sistemas ao longo dos anos e está, neste momento, a desenvolver diversos projetos. (Marinha Portuguesa; Expresso, 2024)

Uma das mais recentes plataformas inovadoras em processo de construção é o Navio da República Portuguesa D. João II. Baseado na visão estratégica da Marinha de 2022 em conjugação com um novo conceito de operações, este navio vai permitir fazer face à multiplicidade dos desafios atuais e futuros do ramo. Será uma plataforma com elevada capacidade de adaptação, com um perfil multifuncional e multipropósito. A previsão de entrega é para o ano de 2026 e a sua principal função será como porta-drones. É um navio polivalente e inovador, com capacidade de executar um enorme leque de operações, nomeadamente, vigilância, transporte de meios e pessoal, colaboração em operações de resposta a crises, evacuação de cidadãos nacionais, busca e salvamento, operações de assistência humanitária, segurança marítima, entre outras. O desenvolvimento deste navio, tem também o objetivo de alavancar a evolução tecnológica na Marinha, apostando na inovação e na utilização de tecnologia de ponta. Para além disso, esta plataforma vai permitir operar com sistemas não tripulados nos diversos domínios (superfície, subsuperfície e aéreo), helicópteros e embarcações. Esta plataforma Naval Multifuncional, terá alta capacidade de embarcar material, como contentores ou veículos, e apresenta também um grande foco na parte da científica, sendo que, poderá embarcar laboratórios dedicados e os respetivos investigadores. Relativamente às suas características, vai ter cerca de 107,6 m de comprimento, 20m de boca, 5,5 de calado e poderá atingir velocidades de 15-16 nós. O D. João II permite à Marinha Portuguesa aumentar as suas capacidades a todos os níveis, com grande ênfase no empenhamento de

sistemas robóticos não tripulados e no âmbito da projeção de forças. (Marinha Portuguesa; Revista da Armada, 2024)



Figura 23- NRP D. João II [Fonte: Revista da Armada]

A Marinha está, também, a investir em dois novos navios reabastecedores de esquadra e logísticos, com o intuito de apoiar a sua esquadra, para realizar operações fora de área, designadamente no importante contributo para a NATO. Estes navios serão construídos na Turquia, terão um comprimento de 137 m, boca de 13,8 m, um calado de 2,5 m e uma velocidade máxima de 18 nós. Contam com uma elevada capacidade de carga, quer de combustível, quer de militares, contentores ou viaturas. A aquisição destes navios pretende renovar a esquadra nacional, proporcionar sustentação logística e mobilidade estratégica às forças nacionais e unidades navais, assegurando uma sustentação das forças e a permanência em zona de operações. Ambos os navios serão entregues no ano de 2028 e serão incorporados no dispositivo naval durante o ano de 2028 e 2029. Estas duas unidades navais vão permitir uma elevada capacidade de resposta a um diversificado espectro de missões e irão muito para além do convencional reabastecimento de unidades navais. (Marinha Portuguesa; Revista da Armada, 2025)

Estes navios, juntamente com o NRP D. João II, representam uma transformação nas capacidades multidomínio, permitem a integração de diversos sensores e plataformas em tempo real, com o objetivo de otimizar a recolha e tratamento da informação disponibilizada. Isto alinha-se com o modelo racional de George & Jones (1999), que realçam a importância de otimizar o processo de decisão e de possuir toda a informação

ao dispor do decisor. Por outro lado, a capacidade de operar múltiplos sistemas não tripulados vai ao encontro da arquitetura de decisão complexa descrita por Simon (1997), que realça a importância da tecnologia como suporte à decisão humana. Os navios reabastecedores representam uma maior sustentação logística da esquadra, o que reduz vulnerabilidades e riscos eminentes, indo ao encontro da teoria Risk-Based Decision Making (Dillon et al., 2019; NATO, 2010). E, também, em linha com a doutrina de Paul K. Davis (2014) sobre a importância de estruturas logísticas flexíveis para decisões robustas em ambiente incerto.



Figura 24 - Navio Reabastecedor e Logístico [Fonte: Revista da Armada]

Todos os meios, medidas e exercícios mencionados neste subcapítulo demonstram o esforço constante da Marinha Portuguesa em acompanhar as tecnologias emergentes, em se manter um ramo tecnologicamente avançado e com capacidade para cumprir todos os tipos de missões ao seu alcance.

Para além da vertente operacional, estas inovações têm implicações diretas no processo de tomada de decisão. A introdução de UAVs e sistemas de comando e controlo aproxima a prática da Marinha do modelo racional de decisão, uma vez que aumenta a quantidade de informação disponível e permite análises mais rápidas e completas. Contudo, essa abundância de dados reintroduz os limites identificados por Simon (1997) na sua teoria da racionalidade limitada: o decisor continua sujeito a constrangimentos de tempo, incerteza e pressão operacional, o que obriga a transformar informação em escolhas “satisfatórias”, mais do que ótimas.

Simultaneamente, a utilização de plataformas não tripuladas para reconhecimento e vigilância reforça a aplicabilidade do modelo Recognition-Primed Decision (RPD) de Klein (1998). Os oficiais de marinha, ao confrontarem-se com padrões de comportamento ou alterações súbitas no ambiente marítimo, recorrem à experiência acumulada para interpretar rapidamente os dados recolhidos pelos UAVs e agir de forma intuitiva e eficaz. Assim, a tecnologia não elimina a intuição, mas potencia a capacidade do decisor em reconhecer padrões com maior rapidez e confiança.

Por outro lado, a aposta da Marinha em sistemas inovadores e ainda em fase de experimentação, como o Trator do Mar, exige frequentemente decisões em modo de improvisação. O carácter experimental destas plataformas, obriga os decisores a planear em tempo real, ajustando a ação à medida que testam as capacidades do sistema. Este tipo de decisão encaixa na perspetiva de Cunha et al. (2014), em que improvisar não é falha, mas resposta adaptativa a ambientes turbulentos.

Apesar destas iniciativas e avanços, existem diversos desafios e complicações que a Marinha enfrenta. Um dos principais desafios é que a Marinha Portuguesa depende, na sua grande maioria, de parcerias externas para poder construir os seus navios. Além disso, os projetos inovadores muitas vezes coexistem com uma infraestrutura naval envelhecida e com dificuldades logísticas em garantir a manutenção e atualização contínua dos sistemas. Por outro lado, o processo de evolução tecnológica decorre a ritmos distintos dentro da própria Marinha, criando disparidades operacionais entre unidades e limitando o impacto sistémico das inovações. A incorporação destas tecnologias emergentes exige mudanças doutrinárias e uma reorganização funcional das respetivas guarnições, o que nem sempre ocorre de forma ágil.

Por exemplo, no caso das Fragatas NRP Bartolomeu Dias, apesar de possuírem um sistema de combate avançado, que permite um ciclo de decisão muito mais rápido e uma maior autonomia, este não utiliza todas as suas capacidades ao máximo, porque os sensores a ele agregados não se encontram todos atualizados ou com as capacidades equivalentes a alguns dos países referidos. Em comparação aos países estudados, que têm testado os seus sistemas contra novas ameaças como drones, é de destacar que a Marinha tem feito um esforço para desenvolver doutrina e para testar os seus sistemas. Ao nível

da guerra de saturação e no caso de ameaças hipersónicas, em comparação aos seus aliados, pouco foi testado neste âmbito.

No entanto, o investimento progressivo nos sistemas não tripulados permite que a instituição desenvolva, cada vez mais, as suas capacidades, quer a nível tecnológico, quer ao nível de um processo de tomada de decisão mais eficaz. Não obstante, as restantes Marinhas já começam a investir em “drones suicidas” e noutras plataformas não tripuladas mais desenvolvidas, com outros níveis de autonomias, como referido no capítulo anterior. A criação de unidades dedicadas aos sistemas não tripulados revela um passo transversal a todos os ramos.

As novas unidades adquiridas representam um marco importante no desenvolvimento da Marinha e demonstram a intenção de investir na interoperabilidade e no ambiente multidomínio, algo transversal aos países estudados e às novas tendências europeias.

Em síntese, a Marinha evidencia uma transformação gradual do seu processo decisório: combina elementos do modelo racional (análise de dados em rede), enfrenta os constrangimentos da racionalidade limitada (pressão temporal e saturação informacional), recorre ao RPD (intuição baseada em experiência) e, em certos casos, atua por improvisação (adaptação durante testes e missões experimentais). Esta articulação entre tecnologia e modelos de decisão confirma que o impacto das tecnologias emergentes não se reduz à introdução de novos meios, mas altera de forma substantiva a forma como os oficiais da marinha decidem em contextos operacionais.

Exército

Tal como a Marinha, o Exército também possui diversas estruturas que lhe permitem acompanhar os avanços tecnológicos. A Academia Militar, integrada nos EESPUM, incorpora, na sua estrutura orgânica, o Centro de Investigação da Academia Militar (CINAMIL), que agrega os diferentes laboratórios e a componente executiva da inovação e transformação (MDN, Portaria n.º 22/2014). Foram promulgadas as Normas de Investigação Desenvolvimento e Inovação do Exército (EME, 2014). Juntamente com a Diretiva Estratégica do Exército o Plano de Investigação, Desenvolvimento e Inovação

do Exército contém as áreas tecnológicas disruptivas, em alinhamento com as orientações das organizações internacionais de que Portugal faz parte integrante.

O Exército adquiriu nos últimos anos (2019) vários Sistemas Aéreos Não tripulados (SANT) Raven RQ-11B, da empresa Americana AeroVironment, com o objetivo de aumentar a capacidades das forças. O drone Raven tem como principal capacidade ISTAR (intelligence, surveillance, target acquisition, reconnaissance), é um drone leve e extremamente versátil, que pode ser empenhado em poucos minutos. Tem cerca de um 1 metro de comprimento, um peso aproximado de 2,2 kg, tem um alcance de mais de 48 km, uma autonomia entre os 60 a 90 minutos e possui capacidade Data-Link até aos 10km. Pode ser facilmente transportado numa mochila e permite transmitir imagem com elevada resolução. Tem de ser manualmente lançado, no entanto, tem a capacidade de fazer navegação autónoma através de *waypoints*, se necessário. Foi adquirido pelo exército com o principal intuito de auxiliar as forças nacionais destacadas no cumprimento das suas missões, é um sistema testado em cenários de combate. O drone tem permitido realizar operações de reconhecimento, vigilância, patrulhamento e tem permitido auxiliar no comando e controlo das operações, fornecendo informações em tempo real aos comandantes. Foi utilizado por diversas vezes na Força Nacional Destacada na República Centro-Africana pelos paraquedistas e pelos comandos do Exército português e, mais recentemente, na FND da Roménia em operações com as forças da NATO. Este sistema é operado por diversos países, nomeadamente a Austrália, EUA, Dinamarca, Itália, entre outros, o que demonstra a sua elevada fiabilidade e capacidade. (AeroVironment Inc; Army Technology; Exército Português)

Estes sistemas, ao serem utilizados em missões onde o tempo e acesso a informação pode ser escasso, aliam a intuição experiente do comandante, com a imagem em tempo real do drone, permitindo uma intuição, improvisação e adaptação da tomada de decisão ao ambiente operacional (Kolditz, 2010; Paul K. Davis, 2014; Khatri & NG, 2000). Tal como defende Klein (2003; 2017), os decisores tomam decisões rápidas com base em padrões e experiências acumuladas, estes sistemas possibilitam que o comandante tenha uma melhor leitura da situação operacional, contribuindo para decisões mais corretas.



Figura 25 - Drone Raven RQ-11B [Fonte: Forças Armadas]

O exército possui, atualmente, um sistema de comando e controlo para componentes terrestres, o Battlefield Management System (BMS-C2) que permite acesso permanente a um Common Operational Picture (COP), com o objetivo de fornecer maior compreensão da situação operacional a nível dos diversos escalões (Companhia, pelotão e secção). Foi desenvolvido em parceria com os restantes ramos das Forças Armadas, equipam postos avançados, postos de comando, e diferentes viaturas, como os Leopard 2 A6, Pandur II 8x8 e as VAMTAC. Este sistema permite uma análise de terreno, georreferenciação e troca de mensagens NATO APP-11. Tem capacidades de interoperabilidade com alguns sistemas NATO e é facilmente operado através dos sistemas operativos Windows e Linux OS. Foi utilizado nas últimas FNDs MINUSCA da República Centro-Africana, onde integrou as viaturas e os postos de comando. Este sistema fornece suporte na coordenação das missões, pois equipa baixos escalões, ao nível da manobra, recolhendo e fornecendo dados em tempo real através de uma rede segura, para a cadeia de comando. (Sequeira, 2020; exército português)

Apesar das qualidades do sistema BMS, o Exército prevê adquirir, este ano, outro sistema de comando e controlo, que permita a realização de *wargames*, por forma a elevar a capacitação do treino/simulação e da interoperabilidade entre ramos. O sistema previsto é o Masa Sword, que vai permitir uma capacidade de simulação de operações, a nível dos altos e baixos escalões, algo que o sistema BMS realizava de forma mais arcaica. Além

disto, vem potenciar as restantes capacidades do anterior sistema e vem permitir uma redução do número de operadores. Este sistema é utilizado por diversos países aliados principalmente pelo Exército francês. (Exército português; Calado, 2025)

Estes sistemas de Comando e Controlo melhoram, de um modo geral, o conceito de Common Operational Picture e contribuem para um ciclo OODA mais rápido e eficiente em operações terrestres (Boyd, 1987; Brehmer, 2009). Logo, facilitam a lógica defendida por Schraagen (2022), da integração entre o contexto operacional, a informação disponibilizada e o julgamento humano, para uma tomada de decisão mais acertada.

Com o objetivo de enfrentar os desafios tecnológicos e de modo a desenvolver e testar tecnologias emergentes, o Exército tem organizado, anualmente, o exercício ARTEX promovido pelo Centro de Experimentação e Modernização Tecnológica do Exército. Neste exercício têm sido testados sistemas emergentes do Exército e de empresas portuguesas, nomeadamente sistemas anti-drone, UAVs, LUAVs, sistemas de comando e controlo, entre outros. Um dos exemplos destes novos sistemas é o caso do SPG Vanguard System, um sistema anti-drone, da empresa portuguesa Swatter, especializada em Counter unmanned Aircraft Systems (CUAS). A Swatter Portable Gun, foi recentemente testada pelo Exército português no exercício ARTEX 23, como protótipo e, no ARTEX 24, foi apresentada como pronta para venda e produção. A sua principal capacidade é interferir com o comando e controlo do drone e tem também capacidades de “spoofing”. Sendo um sistema reativo a ameaças imediatas (drones), a sua eficácia está mais próxima do modelo improvisacional, pois requer ações rápidas, avaliadas após a execução. Esta lógica de decisão segue Cunha et al. (2014) e a necessidade de adaptação. Esta e outras empresas portuguesas, em colaboração com o Exército, têm contribuído para que este esteja a par das novas tecnologias do campo de batalha. (Exército português)



Figura 26 - Swatter Portable Gun durante o exercício ARTEX [Fonte: Exército Português]

Apenas do ponto de vista do processo de decisão, todas estas tecnologias alinham-se com os modelos racionais de decisão, ao permitirem recolher mais dados em tempo real e simular alternativas com maior rapidez. A integração de sensores e plataformas terrestres fornece ao comandante uma base mais estruturada para comparar cursos de ação, aproximando-se da lógica de escolha ótima descrita por Simon (1960).

Contudo, na prática, a realidade operacional do Exército continua marcada pelos constrangimentos da racionalidade limitada (Simon, 1997). A abundância de informação gerada por UAVs e sensores pode conduzir a uma sobrecarga cognitiva, obrigando os decisores a simplificar escolhas e optar por soluções satisfatórias em vez de ótimas. Esta tensão entre potencial analítico e limitação prática confirma a relevância de compreender a tecnologia não como substituto do humano, mas como extensão das suas capacidades.

Em contextos de operações terrestre, especialmente em cenários de elevada incerteza e pressão temporal, o modelo de Klein (1998) assume particular relevância. Os comandantes, ao utilizarem informação proveniente de UAVs e UGVs, tendem a interpretar padrões que reconhecem de experiências anteriores, decidindo de forma rápida e intuitiva sem uma análise exaustiva de alternativas. Neste sentido, a tecnologia funciona como amplificador da experiência acumulada, permitindo um reconhecimento mais rápido das situações operacionais.

A improvisação também surge como característica essencial do processo decisório na componente terrestre. Tal como salientado por Brehmer (2009), em ambientes caóticos, improvisar é regra e não exceção, algo confirmado pelo recurso a drones comerciais e soluções de baixo custo em conflitos como a Guerra da Ucrânia. Para o Exército Português, cuja modernização ainda decorre numa fase gradual, a improvisação é muitas vezes inevitável, exigindo aos decisores adaptações em tempo real e a integração de recursos disponíveis de forma criativa.

Por outro lado, no Exército, a adoção de tecnologias emergentes enfrenta entraves estruturais, associados a restrições orçamentais, limitações na renovação do material e à lenta atualização de doutrinas operacionais, algo transversal a todos os ramos. Apesar da criação de centros como o CCTS (Centro de Capacitação Tática e Simulação), que refletem uma tentativa institucional de resposta aos desafios tecnológicos, os projetos tendem a ser fragmentados e carecem de uma estratégia clara de integração sistémica.

Os restantes exércitos europeus demonstram um enorme investimento em medidas antidrone, algo que está a ser implementado no Exército português, mas muito gradualmente. O que representa um ligeiro atraso tecnológico relativamente aos restantes aliados. Por outro lado, apesar do investimento em sistemas não tripulados, estes servem maioritariamente para ISR, sendo que, é de salientar que a maioria dos países referidos já apresenta sistemas capazes de realizar ataques ou com outras capacidades mais sofisticadas.

O Exército tem revelado particular dificuldade na interoperabilidade com os restantes ramos e no aproveitamento pleno de soluções como os sistemas de comando e controlo incorporados com IA. A morosidade nos processos de aquisição e a escassez de quadros técnicos com formação avançada agravam ainda mais a capacidade de resposta tecnológica, problema que todos os ramos enfrentam. Assim, mesmo reconhecendo um esforço crescente, o Exército continua limitado por obstáculos logísticos e culturais que dificultam uma modernização eficaz e coerente.

Em suma, o impacto das tecnologias emergentes no Exército não se limita à introdução de novos meios. Ele manifesta-se sobretudo na forma como os comandantes combinam análise racional (suportada por sensores e plataformas), lidam com as limitações da racionalidade humana, recorrem à intuição treinada para interpretar padrões

e, quando necessário, improvisam em ambientes incertos. Este quadro confirma que a transformação tecnológica está a alterar o modo como os decisores militares do exército enfrentam a complexidade crescente das operações terrestres e multidomínio.

Força Aérea

A Força Aérea, à semelhança dos ramos já mencionados, possui a Academia da Força Aérea (AFA), integrada nos EESPUM, incorpora também, um centro que coordena as atividades de inovação emanadas pelo Estado-Maior da Força Aérea, o Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA) (MDN, Portaria n.º 23/2014). Apresenta a Diretiva de Planeamento Estratégico da Força Aérea, com o propósito de promover a inovação e modernidade tecnológica.

A aeronave KC-390 MILLENNIUM é uma das mais recentes aquisições da Força Aérea Portuguesa (2023). É um avião de transporte militar multifacetado, para uso tático e logístico, reabastecimento em voo e combate a incêndios florestais. Permite também a realização de operações de busca e salvamento, evacuações médicas e missões de ajuda humanitária. Portugal adquiriu cinco destas aeronaves, com previsão de serem entregues até 2027. Foi fabricado no hemisfério sul, com partes feitas em Évora. É uma plataforma que, pela sua versatilidade, irá assegurar o futuro das operações da Força Aérea Portuguesa. Tem a capacidade para transportar cerca de 80 passageiros ou 74 macas, pode levar 66 paraquedistas e pode transportar diversas tipologias de veículos de grande e médio porte. O KC-390 é um avião bimotor, facilmente reconfigurável e modular, com um sistema de movimentação de carga adaptável e uma elevada capacidade de carga. O KC-390 dá garantias de operacionalidade nos mais variados cenários. Trata-se de uma aeronave com alcance intercontinental, dotada de verdadeiras capacidades multimissão, cumprindo assim os requisitos exigidos para a participação nas operações militares que poderão decorrer das alianças de que Portugal faz parte, designadamente da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN). O KC-390 é operado mundialmente, por diversos países, como a Argentina, Colômbia, Chile e Hungria. É uma aeronave de nova geração, equipada com a mais recente tecnologia militar e aeronáutica, sendo que apenas necessita de uma tripulação de 4 militares para ser operado. A FAP adquiriu, ainda, um simulador,

sendo este uma autêntica réplica do cockpit do avião KC-390, garantindo assim que a quase totalidade dos voos de treino e de qualificação sejam realizados sem recurso às aeronaves. (Embraer; Força Aérea Portuguesa)



Figura 27 - Aeronave KC-390 da FAP [Fonte: Força Aérea Portuguesa]

Outra aeronave recentemente adquirida pela Força Aérea Portuguesa foi o helicóptero UH-60 Black Hawk, da empresa LockHeed Martin. Portugal adquiriu seis destas aeronaves, com a previsão de serem entregues até 2026. É um helicóptero utilitário bimotor de médio porte, equipado com um rotor principal de quatro pás e um rotor de cauda de quatro pás. A tripulação base do UH-60 Black Hawk é de dois pilotos e pode levar até 12 passageiros. Tem capacidade de carga até 3600 kg, está equipado com uma suite de aviónicos Garmin G5000H, comunicações por voz em VHF, UHF, comunicação via satélite e 3G/4G e de receção e transmissão de dados através de 3G/4G e via satélite (SBD – Short Bus Data). Tem uma autonomia máxima de 2h50 e um raio de ação de cerca de 555 km. O principal objetivo dos Black Hawk é o apoio no combate a incêndios em Portugal e a realização de transporte aéreo, quando necessário. A aeronave Black Hawk é operada mundialmente por mais de 36 nações, já foi utilizada em combate inúmeras vezes, o que demonstra a sua fiabilidade e operacionalidade. A aquisição destes helicópteros, tal como dos KC.390, mostra a iniciativa da Força Aérea em inovar e

continuar a par dos meios e tecnologias disponíveis, de modo a cumprir o elevado leque de missões que desempenha. (Lockheed Martin; Força Aérea Portuguesa).

Os novos sistemas tecnológicos presentes no KC-390 e no Black Hawk permitem uma integração de displays com mais informação em tempo real para o piloto, reduzindo a sobrecarga cognitiva para este. Estes elementos vão ao encontro de teorias como a da racionalidade limitada (Simon, 1997), mas também estão de acordo com as visões de Scharre e a crescente automação dos sistemas no campo de batalha. Estas aeronaves permitem uma interação mais intuitiva e simplificada, sem reduzir a informação disponibilizada para o piloto, o que permite uma maior velocidade na decisão e no ciclo OODA (Brehmer, 2009). Por outro lado, o facto de ser uma plataforma extremamente versátil reforça o uso do modelo de decisão baseado em risco (RBDM), crucial para operações críticas que estes podem vir a desempenhar (Dillon et al., 2009)



Figura 28 - UH-60 Black Hawk da FAP [Fonte: Força Aérea Portuguesa]

A Força Aérea possui, atualmente, o UAV OGASSA OGS 42, da empresa portuguesa UAVision, nas suas duas vertentes referidas. É um veículo aéreo não tripulado (VANT) que em conjunto com as estações de controlo remoto (ECR) e o segmento de links (antenas e respetivas ligações) formam o primeiro sistema aéreo não tripulado ao serviço da Força Aérea. Estão ao serviço deste ramo desde o ano de 2020. Estes drones da Força Aérea Portuguesa têm participado em diversos exercícios nacionais e

internacionais como o DRONEX, REPMUS ou o Remote Eyes, o que tem permitido a FAP estar constantemente a par dos novos sistemas não tripulados e das capacidades dos mesmos. (UAVision; Força Aérea Portuguesa)

Uma das aquisições mais recentes da FAP são os A-29N Super Tucano, da gigante brasileira, Embraer. O A-29N Super Tucano é uma aeronave multimissão, equipada com tecnologia de ponta para identificação precisa de alvos, sistemas de armas e um conjunto abrangente de comunicações. São leves, versáteis, capazes de operar em condições adversas e podem ser equipados com um elevado número de armamento. É um avião turboélice, de apoio aéreo em proximidade, foi criado para missões de ataque ao solo, reconhecimento e treino avançado, pode servir para fazer vigilância, intercetção aérea e contrainsurgência. A plataforma do A-29N é extremamente robusta e altamente manobrável, o que permite operações em ambientes hostis. Esta aeronave tem, ainda, a capacidade de descolagem de pistas não pavimentadas. Segundo a FAP:

“A aeronave A-29N Super Tucano cumpre com os requisitos operacionais e logísticos definidos pela Força Aérea para satisfazer as missões de apoio aéreo próximo para operações conjuntas e ou combinadas, garantindo a proteção armada às Forças no terreno e permitindo a sua integração na Força de Reação Imediata ou Forças Nacionais Destacadas em cenários de baixa ameaça, em Teatros de Operação remotos no continente africano, integrados no Espaço Estratégico de Interesse Nacional Conjuntural, onde a ameaça é, maioritariamente, assimétrica.”

A Força Aérea Portuguesa vai receber 12 novas aeronaves Super Tucano e um simulador, sendo que as primeiras estão previstas para 2025. (Força Aérea Portuguesa; Governo português; CNN Portugal)

Pela sua versatilidade em cenários de baixa intensidade e a capacidade de uma resposta ágil, esta aeronave permite a aplicação dos modelos intuitivo e improvisado. A capacidade de contrariar diversos tipos de ameaças e o facto de poder possuir um enorme leque de armamento, permite uma doutrina que se aproxima do pensamento intuitivo-estratégico de Gerras (2010).



Figura 29 - A-29 Super Tucano [Fonte: Força Aérea do Brasil]

Outra das novas tecnologias que a FAP irá adquirir nos próximos anos, são os caças de nova geração. Apesar de ainda não existirem certezas de qual será a aeronave a adquirir, existem intenções de passar para as novas gerações de caças. Os caças de 5ª geração possuem capacidades *stealth* e muitos deles já utilizam a inteligência artificial para auxiliar o piloto no desempenho das suas funções. Os principais caças de 5ª geração são os F-35A, Rafale, Eurofighter Typhoon e os Gripen E. Este poderá ser um passo decisivo para a modernização da FAP, para que esta continue a acompanhar a crescente evolução dos sistemas. Segundo o atual CEMFA, General João Cartaxo Alves, “é imperioso que a próxima aeronave de defesa aérea seja de 5ª geração... é um passo importante a considerar”. (Diário de Notícias; Expresso; CNN Portugal)

Estes novos sistemas incorporam elementos de IA, navegação autónoma, entre outros, o que fortalece uma tomada de decisão híbrida: humano assistido por tecnologia. Estão alinhados com as teorias de Scharre (2018) e de Christian Brose (2020) sobre o papel da automação e das novas capacidades tecnológicas no campo de batalha moderno e nos novos ciclos de decisão.

Do ponto de vista teórico, a Força Aérea aproxima-se, tal como os restantes ramos, do modelo racional de decisão, uma vez que os sistemas digitais e as plataformas não tripuladas permitem recolher, processar e analisar grandes volumes de informação com elevada precisão. A integração de sensores e sistemas de vigilância aérea cria as condições

para decisões mais fundamentadas e comparativas entre alternativas, seguindo a lógica de otimização de Simon (1960).

Ainda assim, a complexidade e a velocidade do ambiente aéreo mantêm a decisão sujeita aos constrangimentos da racionalidade limitada (Simon, 1997). A abundância de informação não elimina a necessidade de simplificação e filtragem, pois o piloto ou comandante continua condicionado pelo tempo reduzido para processar dados e decidir. Esta realidade vai ao encontro de que a tecnologia amplia a capacidade de decisão, mas não elimina os limites humanos.

O treino através de simuladores avançados insere-se no quadro de Klein (1998) e de outros autores. Ao recriar cenários de combate, emergências ou falhas técnicas, estes simuladores permitem que os pilotos desenvolvam esquemas de reconhecimento de padrões, acionando respostas quase automáticas em contextos reais de elevada pressão. A experiência adquirida em treino fortalece a intuição e reduz a necessidade de análise demorada em situações críticas.

Além disso, a Força Aérea lida frequentemente com situações que exigem improvisação, sobretudo os pilotos em cenários imprevistos. Por outro lado, a coordenação com outros ramos e com forças aliadas em operações multinacionais obriga a ajustes em tempo real, demonstrando que a decisão aérea não pode ser inteiramente planeada de forma racional ou previsível. Nestes contextos, a improvisação funciona como complemento indispensável à análise sistemática e ao treino estruturado.

A Força Aérea evidencia um maior grau de maturidade tecnológica, fruto da natureza dos sistemas com que opera e da experiência acumulada. Apesar disso, enfrenta também desafios específicos. A elevada sofisticação dos seus equipamentos, como as suas aeronaves ou os seus UAVs de reconhecimento, implica uma dependência significativa de fornecedores estrangeiros, principalmente para a sua aquisição, mas também para o fornecimento de upgrades, o que limita a autonomia a nível nacional.

Por outro lado, a integração de novas capacidades, como a inteligência artificial e a análise de dados em tempo real, requer alterações profundas nos processos de tomada de decisão e na gestão da informação, que ainda estão em fase embrionária, algo transversal aos restantes ramos.

Adicionalmente, a Força Aérea Portuguesa é das últimas (nível NATO) a possuir os caças F-16 como a sua principal aeronave de combate, o que representa um atraso tecnológico nas tendências internacionais, isto porque a maioria dos países estudados (NATO) já apresentam caças da seguinte geração e todas as estruturas de formação e manutenção associadas. O processo de aquisição e desenvolvimento de doutrina, de estruturas de formação e de manutenção levará vários anos, o que demonstra a urgência por parte da instituição em se atualizar.

Além de todos estes fatores, a Força Aérea enfrenta o desafio de manter o equilíbrio entre inovação tecnológica e sustentabilidade financeira, num contexto em que o investimento em modernização compete diretamente com outras necessidades operacionais consideradas críticas.

As tecnologias e sistemas referidos têm contribuído para que a Força Aérea Portuguesa se mantenha na vanguarda das tecnologias emergentes de modo a dar resposta ao variado leque de operações que desempenha no âmbito civil e militar.

Para concluir, a Força Aérea evidencia a combinação de vários modelos de decisão: a busca pela racionalidade através da integração tecnológica, os limites inevitáveis da racionalidade em ambientes rápidos e incertos, o recurso ao RPD através de treino e experiência acumulada, e a necessidade de improvisar em cenários de elevada complexidade. Tal como nos restantes ramos, a incorporação de tecnologias emergentes não apenas moderniza os meios, mas transforma a própria lógica de decisão, obrigando a conciliar eficiência tecnológica com adaptabilidade humana.

Capítulo IV- Recolha e Tratamento de Dados

A presente dissertação baseia-se num estudo de caso, com o objetivo de investigar a perceção dos militares portugueses sobre o impacto das tecnologias emergentes no processo de tomada de decisão e se existem transformações. Existem três principais fases num estudo de caso, a saber: O Planeamento, Recolha de Dados e Análise de dados.

O Presente capítulo aborda os procedimentos metodológicos adotados, seguindo uma análise qualitativa, de modo a explorar e compreender os discursos e significados atribuídos pelos participantes às transformações ocorridas nas FFAA, bem como todas as suas experiências e opiniões relativas ao uso das tecnologias e sistemas.

Metodologia

A metodologia é extremamente importante para a realização da presente dissertação, pois contém os pontos chave da elaboração deste trabalho, sendo que, é aqui que vão ser elaboradas as conclusões do tema e onde são conciliados os estudos da revisão de literatura com os restantes capítulos.

Foi adotada uma abordagem qualitativa dos dados obtidos através das entrevistas realizadas. De acordo com Creswell (2013), a investigação qualitativa visa compreender fenómenos complexos, explorando significados, perceções e experiências em profundidade. É uma abordagem de natureza exploratória, adequada à análise de perceções e discursos em contextos sociais complexos. Segundo Flick (2018), esta abordagem permite aceder à diversidade de sentidos atribuídos pelos sujeitos às suas práticas, sendo particularmente adequada a fenómenos emergentes.

De modo a alcançar conclusões fidedignas na investigação, foi elaborado um banco de perguntas para o guião da entrevista semiestruturada, destinado à recolha de dados qualitativos. De maneira a garantir a validade científica do guião da entrevista, este passou por um processo de validação. Os orientadores da investigação reviram e corrigiram as perguntas do guião, de modo a assegurar relevância, clareza e coerência destas mesmas. Assim, garantiu-se que todos os participantes puderam interpretar as questões da mesma forma e foram eliminadas ambiguidades.

Posteriormente, resultou uma entrevista semiestruturada, com as questões do guião orientadas para quatro principais temas: Experiência Profissional e Contexto Operacional; Evolução do Processo de Tomada de Decisão; Desafios na Adaptação às Novas Tecnologias; Perspetivas Futuras. As entrevistas tiveram duração entre 40 e 60 minutos, de modo a ter uma análise robusta, e foram conduzidas, na sua maioria, presencialmente ou por videoconferência. O facto de serem entrevistas presenciais permite uma interação direta com o entrevistado, o que proporciona esclarecimentos no momento e, assim, ajuda numa correta recolha de informação.

A abordagem semiestruturada representa uma técnica flexível, que permite aprofundar os tópicos de interesse. Segundo Sá et al (2021), as entrevistas semiestruturadas têm como principal característica o facto de não serem totalmente abertas, mas também não possuem máxima liberdade de diálogo. Logo, o entrevistador pode ter o guião da entrevista na sua posse, com as questões e perguntas chave de modo a dar um fio condutor à conversa, sendo que, durante a entrevista, pode recorrer ou não às questões, pode saltar algumas ou focar-se nas mais importantes. Por vezes, até altera a ordem do guião se assim for entendido que desenrola melhor a entrevista. Por isso, a entrevista semiestruturada dá uma autonomia ao entrevistador para este poder adaptar o seu guião ao entrevistado e assim, conduzir a conversa consoante a pessoa.

Dados Recolhidos das Entrevistas

Foram entrevistados doze oficiais dos três ramos das Forças Armadas (Marinha, Exército e Força Aérea), incluindo três categorias hierárquicas diferentes: Oficiais Subalternos, Oficiais Superiores e Oficiais Gerais. Foram escolhidos Oficiais, pelo facto de estes ocuparem funções ou cargos nos quais estão constantemente sujeitos ao processo de decisão. Esta seleção em hierarquia e ramos foi intencional e orientada de modo a alcançar um critério de heterogeneidade, que permitiu obter diferentes perspetivas e níveis de experiência, relativas não só à tomada de decisão, mas também à adoção das tecnologias emergentes. Os entrevistados foram propositadamente de diversas classes e especializações, nomeadamente Cavalaria, Artilharia, Infantaria, Mergulhadores,

Fuzileiros, Marinha, Pilotos, Engenheiros, entre outros, de modo a obter um leque diversificado das Forças Armadas

A seleção da população-alvo foi realizada com base em critérios específicos para garantir a significância e diversidade pretendidas, para assim poder ter experiências operacionais, opiniões estratégicas e contextos institucionais de uma forma abrangente, no que toca à evolução tecnológica e ao processo de tomada de decisão. A escolha destes doze entrevistados refletiu diretamente a dimensão reduzida do universo de peritos nas Forças Armadas Portuguesas com experiência relevante no processo de tomada de decisão e no contacto com tecnologias emergentes. Assim, a amostra foi definida de forma intencional, procurando garantir heterogeneidade em termos de ramos, patentes e áreas de especialização, mas reconhecendo que o número de potenciais participantes qualificados era limitado.

Em estudos qualitativos, a ênfase recai na profundidade e riqueza da informação mais do que na extensão da amostra (Creswell, 2014; Flick, 2018). A literatura metodológica reconhece que, em universos restritos e especializados, amostras pequenas podem ser não só aceitáveis, mas também recomendáveis para alcançar saturação teórica necessária (Yin, 2018). Nesse sentido, a realização do número de entrevistas mostrou-se adequada para captar a diversidade de perspetivas existentes, permitindo uma análise robusta e consistente com os objetivos da investigação. Logo, foi possível alcançar uma diversidade que permitiu a saturação teórica nas várias dimensões da análise.

Ainda assim, importa reconhecer que a realização de doze entrevistas, embora suficiente para alcançar a saturação teórica pretendida, no contexto deste estudo qualitativo, constitui uma limitação no que diz respeito à possibilidade de generalização dos resultados. A amostra não pretende ser representativa de toda a realidade das Forças Armadas Portuguesas, mas sim proporcionar um entendimento aprofundado das perceções e experiências de um conjunto específico de atores envolvidos nos processos de decisão militar. Deste modo, todos os resultados obtidos devem ser interpretados à luz desta limitação metodológica, funcionando como uma base exploratória para futuras investigações com amostras mais amplas ou metodologias complementares.

Validação dos Dados

As entrevistas foram gravadas por um aplicativo de gravação de voz, com a exceção de dois militares, cujo as entrevistas foram escritas por eles próprios. Depois foram transcritas com auxílio do software TurboScribe, organizadas e limpas, para garantir a fidelidade das informações. De seguida, foi feito um processo de verificação manual das entrevistas onde se removeram redundâncias e inconsistências que pudessem comprometer a análise qualitativa.

Posteriormente, as entrevistas foram analisadas com o apoio do software IRaMuTeQ, que permite realizar análises lexicais estatísticas com base em diversos métodos, principalmente a Classificação Hierárquica Descendente (CHD). Possui outras funcionalidades robustas para gerir e interpretar dados textuais, facilita a pesquisa de padrões, a codificação, elaboração de esquemas, a criação de gráficos e a criação de matrizes. As transcrições foram formatadas de acordo com os requisitos do programa, inclusive a delimitação das diferentes variáveis (posto, ramo, identificador), verificação da frequência de palavras e eliminação de ruídos lexicais no texto. Este software permitiu, também, uma visualização dos dados e resultados obtidos, o que facilitou a criação de gráficos representativos.

Depois, foram testados diferentes parâmetros de análise, principalmente variações no número de classes terminais, com o auxílio do manual do software, para obter os resultados mais fiáveis. Duas configurações destacaram-se, umas das quais com um número de classes terminais fixado em cinco, que resultou numa taxa de retenção de segmentos classificados de 75,89% e outra com um número de classes mais ajustado que revelou uma classificação de 89,32% dos segmentos. A configuração que se destacou e se revelou a mais robusta foi a de 89,32%, identificou três principais classes, sendo que, com este valor assegura uma grande fiabilidade representativa. No entanto, a configuração com 75,89% revelou uma segmentação detalhada do discurso, o que permitiu uma leitura mais granular e heterogénea das perceções dos entrevistados. Mas, esta granularidade implicou uma menor coesão lexical.

Posto isto, a opção final recaiu, principalmente, na configuração em três classes e de 89,32% dos segmentos classificados de modo a garantir um robustez estatística e coerência semântica mais elevadas. Ainda assim, foram consideradas ambas as

configurações de modo a reforçar a validade interpretativa da análise e a identificar e confirmar os temas centrais da investigação. Isto porque, em ambas emergiram temas com consistência em diferentes níveis de segmentação, deste modo é possível fortalecer a credibilidade dos resultados obtidos e da posterior análise qualitativa.

Além do uso do software IRaMuTeQ, que garantiu a robustez estatística e coerência lexical, foi utilizado um processo sistemático de interpretação manual dos dados que minimizasse o risco de enviesamento interpretativo. A análise seguiu um protocolo de leitura cruzada e codificação temática, alinhando-se com os princípios da análise de conteúdo qualitativa dos autores Bardin (2011) e Flick (2018). O investigador procedeu à dupla verificação das categorias emergentes, garantindo, assim, congruência entre dados empíricos e conceitos teóricos explorados nos capítulos anteriores. Adicionalmente, foi realizada uma validação entre os diferentes segmentos do discurso, entre perfis hierárquicos e ramos distintos, de modo a identificar padrões comuns ou divergentes. Desta forma, foi possível reduzir interpretações enviesadas e reforçar a credibilidade e validade interna dos resultados obtidos.

Contudo, apesar da análise qualitativa ter ganho robustez pelo uso do software e pela validação interna das entrevistas, é importante reconhecer que não houve triangulação com outras fontes de dados, como documentos oficiais, observações diretas ou análises de conteúdo secundárias. A literatura metodológica (Yin, 2018; Flick, 2018) destaca a triangulação como um meio essencial para reforçar a credibilidade e a robustez dos resultados qualitativos, ao permitir a comparação entre múltiplas fontes de evidência. A ausência desta triangulação pode representar uma limitação metodológica, uma vez que pode aumentar o risco de enviesamento interpretativo e reduzir a abrangência da compreensão do objetivo de estudo. No presente estudo, a triangulação poderia ter permitido uma comparação entre discursos institucionais e percepções individuais, fortalecendo a interpretação dos dados e a credibilidade dos resultados obtidos. Este aspeto é assumido como uma limitação ao objetivo de estudo.

Apesar desta limitação, foram aplicadas medidas para mitigar potenciais enviesamentos. Em primeiro lugar, os entrevistados foram selecionados de forma intencional, atendendo à sua experiência operacional e conhecimento sobre os processos de decisão, garantindo diversidade entre ramos e funções. Em segundo lugar, a análise foi

conduzida com recurso ao software IRaMuTeQ, que permitiu aplicar critérios estatísticos e semânticos na categorização do discurso, reduzindo o risco de subjetividade interpretativa. Por fim, procurou-se atingir saturação teórica (Creswell, 2014), isto é, o ponto em que novas entrevistas não acrescentariam contributos significativos às categorias já identificadas.

Assim, embora a inexistência de triangulação documental limite a generalização dos resultados, a combinação destes procedimentos reforça a consistência interna da análise e assegura a sua pertinência científica face aos objetivos do estudo.

Ética na Recolha de Dados

Este estudo seguiu os princípios éticos da investigação científica, todos os participantes foram informados previamente dos objetivos da investigação e da natureza voluntária da participação nas entrevistas. Sendo que, tiveram sempre a possibilidade de desistir a qualquer momento. No início das entrevistas eram reforçados estes aspetos, nunca descurando a privacidade e confidencialidade das respostas e foi solicitado aos entrevistados a assinatura de um Termo de Responsabilidade por forma a torna os dados válidos e sem infringir qualquer lei relativa à proteção de dados. Foi requisitada, com antecedência, a autorização para a gravação das entrevistas, garantindo o cumprimento das normas éticas em vigor para este tipo de estudos. É de referir que todos os entrevistados autorizaram a sua identificação nas entrevistas e compreenderam que, deste modo, proporcionaram uma visão mais ampla e enriquecida das suas experiências e perceções pessoais para fundamentar a análise qualitativa.

Capítulo V- Análise e Discussão

O presente capítulo tem como objetivo apresentar os resultados obtidos, explicar a análise realizada e discutir as conclusões obtidas relativas às entrevistas realizadas aos respetivos militares. Por isso, a primeira parte do capítulo é dedicada a apresentar e a analisar os dados obtidos nas entrevistas semiestruturadas, com o auxílio do software IRaMuTeQ, de modo a iniciar o processo de consolidação das eventuais conclusões finais. Por último, será apresentada a discussão relativa aos temas centrais da investigação e às conclusões obtidas através da análise qualitativa das entrevistas realizadas à população-alvo.

Análise Qualitativa

Realizaram-se entrevistas semiestruturadas a 12 militares das Forças Armadas Portuguesas, dos 3 ramos, que exerceram ou exercem funções em unidades operacionais, que tenham trabalhado com tecnologias emergentes durante o seu percurso profissional e que tenham participado em missões internacionais. Com estas entrevistas procurou-se compreender como as tecnologias emergentes têm influenciado o processo de tomada de decisão, perceber como as FFAA se estão a adaptar internacionalmente à crescente evolução tecnológica e quais os principais desafios na implementação das novas tecnologias. A população-alvo foi escolhida de forma a abranger os três ramos das FFAA de forma proporcional e de modo a representar oficiais subalternos, oficiais superiores e oficiais gerais. Os participantes foram escolhidos devido à sua experiência operacional e pelo facto de todos eles terem trabalhado com tecnologias emergentes, alguns recentemente, outros ao longo das suas carreiras.

A análise qualitativa baseou-se numa configuração Classificação Hierárquica Descendente (CHD) realizada pelo software IRaMuTeQ. Segundo Reinert (1983), uma análise baseada na CHD permite, a partir de dados textuais em bruto, identificar campos significativos e formas de discurso que pode escapar à simples leitura linear por parte do investigador. De acordo Reinert (1983), a análise textual não deve depender apenas da leitura subjetiva do investigador, deve implementar um método estatístico para identificar compôs de sentido no discurso dos entrevistados.

A CHD foi escolhida por demonstrar diversas vantagens no que toca a análise qualitativa. Por exemplo, a CHD permite organizar grandes volumes de dados qualitativos de forma sistemática, identificando automaticamente padrões e relações significativas entre as palavras. As classes emergem de forma estatística, com base em frequência e coocorrência lexical, isto garante um elevado rigor e validação interna dos resultados. Torna mais fácil a identificação visual e interpretativa dos principais temas discutidos pelos respetivos entrevistados. Logo, revela-se particularmente adequada para a análise textual de grandes volumes de dados textuais, sendo que, segundo Bardin (2011), a análise de conteúdos textuais deve ser simultaneamente sistemática e interpretativa, articulando dados objetivos com a inferência qualitativa do investigador.

A análise utilizou duas configurações do software IRaMuTeQ, sendo que, uma classificou com muita robustez 89% dos segmentos textuais analisados e a outra com cerca de 76%. Da configuração de 89%, resultaram três classes claramente definidas, identificáveis e interpretativamente consistentes. A Interpretação destas três classes, foi baseada em três critérios principais, sendo eles: (1) As palavras com maior frequência e valor textual; (2) A leitura dos segmentos de texto mais representativos; (3) Uma análise textual cruzada com a temática do guião da entrevista. Deste modo, foi possível obter uma leitura indutiva, centrada nos discursos dos entrevistados e alinhada de acordo com os objetivos pretendidos para a presente investigação.

Apesar da elevada taxa de classificação obtida, reconhece-se que análises automatizadas apresentam limitações, nomeadamente na interpretação de nuances emocionais ou ambiguidade semântica. Estes riscos foram mitigados através da leitura integral dos segmentos, cruzamento contínuo com os objetivos da pesquisa e condução da maioria das entrevistas presencialmente, assegurando, assim, a validade interpretativa do discurso.

As três principais classes resultantes da configuração de 89% foram denominadas pelos temas predominantes no seu corpus textual. Estas classes foram, ainda, comparadas com os temas presentes no Guião da entrevista, sendo que, todas as classes apresentam relação com as 4 partes da entrevista. É importante referir que apesar de as classes abrangerem nelas os diferentes temas da entrevista, alguns temas destacaram-se dentro

de cada classe. Isto será referido em seguida, durante a análise. Posto isto, resultaram os seguintes títulos:

- Classe 1 – Aplicações Operacionais das Tecnologias Emergentes;
- Classe 2 – Dificuldades e Abordagem das Forças Armadas à Evolução Tecnológica;
- Classe 3 – Impacto Tecnológico na Tomada de Decisão e Limites Éticos.

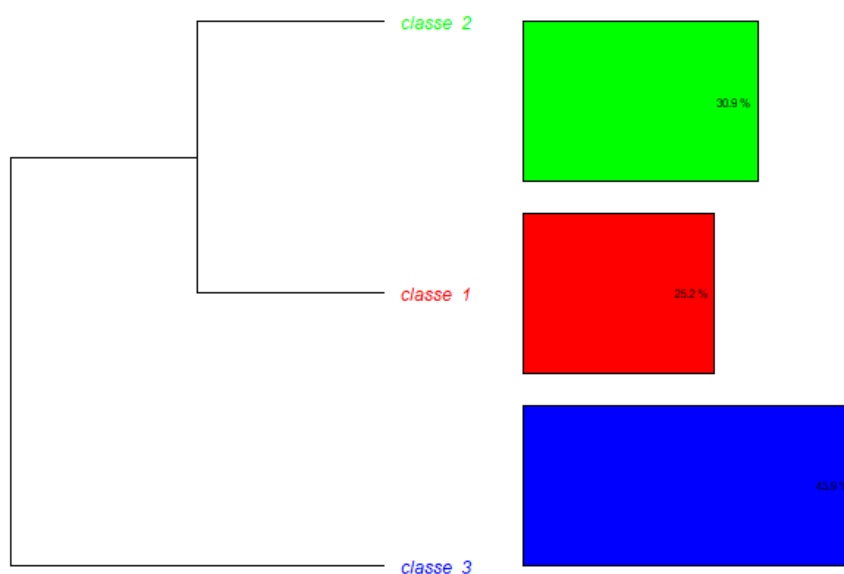


Gráfico 1- Dendograma da CHD [Fonte: elaboração própria]

Classe 1 – Aplicações Operacionais das Tecnologias Emergentes

Segundo Boisboissel (2021), as tecnologias emergentes representam uma extensão da percepção do panorama para o militar, reforçam as capacidades cognitivas, especialmente em ambientes dinâmicos.

Este impacto tecnológico é também referido por Ahmed et al. (2022), que observa as capacidades dos UAVs como elementos centrais de apoio ao combate.

Autores como Scharre (2018) ou Ratiu & Rosu (2021) referem a crescente implementação e utilização de novas tecnologias nos exércitos modernos e falam da urgência em possuir uma flexibilidade operacional nos diferentes teatros.

Posto isto, a **Classe 1** reúne um conjunto de discursos que relatam, principalmente, o uso operacional das tecnologias e sistemas das Forças Armadas e a experiência profissional, temática que vai ao encontro da primeira parte do Guião da entrevista (Experiência Profissional e Contexto Operacional). Os entrevistados referem com naturalidade a integração de sistemas tecnológicos no seu dia-a-dia, nomeadamente, drones, sensores, radares, sistemas automatizados, sistemas de combate, sistemas de comando e controlo, entre outros. Por exemplo:

“trabalhei com **sistemas de combate** sim, normalmente no âmbito da artilharia com sistemas de armas também, no âmbito do apoio aéreo, ou seja, no apoio na integração com o vetor aéreo, por exemplo, helicóptero aeronaves de asa fixa (...) **veículos não tripulados** sim, tanto na minha **experiência no Iraque** como na parte da artilharia em Portugal, **aproveitando os drones** tanto para aquisição do objetivo antes do empenhamento dos sistemas de combate, como para fazer verificação ou seja regulação e o battle damage assessment”

Entrevistado 1, 2025

“tenho conhecimento do sistema de combate tenho algum conhecimento do STACOS porque fiz alguns exercícios na classe vasco da gama, fiz o curso do sistema de combate SPIDER e depois fui receber a Bartolomeu Dias à Holanda já com o novo sistema de combate com o GUARDION isto em termos tecnológicos **é passar do nada para o tudo**”

Entrevistado 2, 2025

“com o OGASSA operei a partir do navio, onde estava embarcado, o drone era lançado em terra ou embarcado, fiz diversos exercícios, já tive uma missão na Lituânia que foi com o VTONE que estava disponível lá na altura e foi o que consegui levar, eu fiz as **operações de combate ao narcotráfico** nos dois drones”

Entrevistado 3, 2025

“participei em estudos relacionados com **sistemas autónomos e veículos não tripulados**, nomeadamente da FINABEL, sobre o **emprego de robots** nas operações militares”

Entrevistado 4, 2025

Reconhecem a utilidade e capacidades que estes oferecem para melhorar a eficácia operacional. Referem experiências onde implementaram estas tecnologias e falam de algumas capacidades das mesmas. Os militares comparam sistemas novos com antigos e falam das principais diferenças tecnológicas, como por exemplo:

“as **principais diferenças** que eu notei ao longo dos anos de evolução dos sistemas de combate dos F-16, foram principalmente o facto de passarmos de sistemas maioritariamente **analógicos** para sistemas **computacionais** que conseguiam partilhar panorama e informação e compilar grandes quantidades de informações para fornecer ao piloto, a nível de comando e controlo foi também **um grande salto** passamos de aeronaves praticamente a operar independentemente a conseguir comandar as restantes a partir de uma”

Entrevistado 5, 2025

“A FND tinha no QOM os drones Raven e Mavic, nenhum destes sistemas foram utilizados para efetuar ataques, apenas para **reconhecimento, recolha de informação e acompanhamento das operações em tempo real**. Na **fase de planeamento das Operações**, os veículos não tripulados apoiavam com a recolha de imagem do terreno e eventual atividade das Forças Opositoras. Anteriormente, antes da utilização dos drones, as **recolhas de dados** eram efetuadas com recursos aos meios disponíveis (sensores, montagem de postos de observação, patrulhas. Na missão mais recente da RCA, os sistemas não

tripulados eram empregues para a recolha de imagens em tarefas no âmbito da vigilância e reconhecimento. A **grande diferença** está relacionada com a **capacidade de visualização** das imagens em tempo real e a **qualidade** das mesmas. No âmbito da segurança/vigilância, diminui o efetivo empenhado e conseguiu-se “observar mais longe”. Recolhemos melhores informações e conseguimos ter um panorama muito mais esclarecido”

Entrevistado 6, 2025

Esta classe evidencia o facto de estas tecnologias serem implementadas regularmente nas FFAA e que estas servem como uma ferramenta de apoio às funções desempenhadas pelos entrevistados. As tecnologias são vistas não apenas como melhorias superficiais, mas como capacidades novas e relevantes para a execução de missões, como no seguinte excerto:

“o facto também das Bartolomeu Dias terem neste momento a **capacidade de link**, também é uma mais-valia; neste momento capacidade link 22, 16 e 11, isto em termos de gestão dentro de uma força naval também é uma **mais-valia**, nomeadamente do link 22, que neste momento é o futuro (...) isto já existia anteriormente na classe Bartolomeu Dias, atualmente, é igual com um pequeno upgrade”

Entrevistado 2, 2025

“E o que se nota é que a mudança da tecnologia permite duas coisas, maiores **capacidades** e maior **eficácia, eficiência** também diria, mas até eficácia. Porque os sistemas agora falam entre si, há muito mais fusão de informação, enquanto nos primórdios, digamos, os sistemas eram mais independentes, tem os sistemas de deteção de ameaças, tem o sistema do radar, tem o sistema de visualização, o radar display, ou seja, tinhas cada sistema quase per si e o produto fazia a interface dos vários sistemas com a evolução da tecnologia. O que passou a acontecer foi que o computador central reúne

praticamente toda a informação, faz a fusão da informação dos vários sensores e quando disponibiliza no ecrã, já não é uma coisa só de um ou só de outro, mas é uma fusão dos vários sensores”

Entrevistado 7, 2025

Classe 2 – Dificuldades e Abordagem das Forças Armadas à Evolução Tecnológica

Morov e Yashchenko (2023) destacam o facto de o ritmo de desenvolvimento tecnológico frequentemente ultrapassar as capacidades das instituições militares em se adaptarem, o que pode criar tensões operacionais internas.

Por outro lado, Fucik et al. (2017) refere a ideia de que a incerteza e complexidade crescentes na atualidade exigem estruturas de decisão mais ágeis, principalmente no que toca a aquisição de tecnologias. Este autor reforça que as instituições militares apresentam muita rigidez burocrática, o que se pode tornar num problema.

Já Ratiu e Rosu (2021) acentuam que, apesar das vantagens da integração de tecnologias emergentes, estas requerem alterações estruturais e culturais dentro das Forças Armadas.

A **Classe 2** volta a evidenciar a experiência profissional e o contexto operacional dos entrevistados, mas revela, maioritariamente, as dificuldades sentidas por cada um dos entrevistados e consequentemente por cada ramo das FFAA em se adaptarem à crescente evolução tecnológica. Como no excerto:

“custa-me ver o Exército ainda com **dificuldades em operar de forma conjunta** com Marinha e com Força Aérea; nós nem esse patamar conseguimos ultrapassar e acho que é um **assunto urgente** que nós temos que **rapidamente resolver**”

Entrevistado 1, 2025

A **Classe 2** é facilmente relacionável com a primeira e terceira (Desafios na Adaptação às Novas Tecnologias) partes da entrevista. Todos os militares refletem na existência de dificuldades por parte do seu respetivo ramo, em acompanhar a evolução dos sistemas, no entanto, são referidos problemas em concreto, como a interoperabilidade nacional e internacional, recursos financeiros, recursos materiais, recursos humanos, logística. Os militares apontam diversas lacunas, como por exemplo:

“as **principais dificuldades** na abordagem das Forças Armadas aos desafios tecnológicos são na minha opinião na parte da **logística** e na parte do **comando e controlo** e na **interoperabilidade** - não conseguimos comunicar uns com os outros através de um sistema comum e isso é uma grande dificuldade no que toca a interoperabilidade; a nível das cadeias logísticas temos sistemas que precisam de ser atualizados e o mesmo para o comando e controlo”

Entrevistado 5, 2025

“são os obstáculos da **falta de recursos**, nomeadamente materiais e **financeiros** para conseguir comprar a nova tecnologia, para conseguir adquirir nova tecnologia, para conseguir desenvolver ou experimentar a nova tecnologia, portanto há sempre um bocadinho de resistência... não é de resistência, de dificuldades para conseguir esses recursos. Eu julgo que isso acabou por ser o principal obstáculo que foi a **falta de recursos financeiros (...)** **Dificuldades** na abordagem da Marinha aos desafios tecnológicos. Eu volto àquilo que disse ali no início: é que há uma série de dificuldades nos **recursos financeiros** nos **recursos materiais** e também, por outro lado, vê-se muitos abates aos quadros, de pessoal da Marinha com **muito conhecimento a sair**, esta é uma preocupação da Marinha em si”

Entrevistado 8, 2025

“Para a nossa realidade estas **dificuldades** é porque nós temos tido grandes **problemas aquisitivos**, não temos conseguido acompanhar **no tempo**

correto, andamos sempre aqui **um pouco atrasados**. Isto retira-nos depois discernimento, porque **tem impacto em tudo o que acontece** nas Forças Armadas, seja na Marinha, no Exército, na Força Aérea, está tudo interligado”

Entrevistado 1, 2025

“As principais dificuldades são no **enquadramento legal**, que **restringe o treino** com estes mesmos sistemas”

Entrevistado 6, 2025

Por outro lado, nesta classe, é possível observar que a grande maioria dos entrevistados refere que, apesar das dificuldades, está a existir um grande esforço, por parte dos diferentes ramos, na adaptação e implementação das novas tecnologias. É possível evidenciar que os militares referem uma adaptação difícil e morosa, sendo que, destacam uma necessidade imperativa de mudança. Os militares falam da criação de centros de capacitação, participação em exercícios conjuntos com outras forças armadas, cooperações com empresas nacionais e universidades, como a principais abordagens institucionais aos problemas sentidos. Falam também na necessidade de apostar na formação das novas gerações e destacam os exercícios realizados pelos ramos, no âmbito das tecnologias emergentes. Além disto, evidenciam uma crescente abertura institucional à inovação tecnológica e sugerem, eles próprios, abordagens para reduzir as dificuldades e problemas dos respetivos ramos. Como podemos evidenciar nos seguintes discursos:

“diria que a curto prazo, as **principais dificuldades e obstáculos** será com uso de ferramentas relacionadas com a inteligência artificial; no Exército existem três patamares que refletem os níveis de responsabilidade pela inovação: o patamar **estratégico** que estabelece as políticas para a inovação e modernização, o patamar **operacional** que visa promover e participa em projetos, serve para gerar e divulgar conhecimento científico e fomentar e desenvolver a experimentação tecnológica e a modelação, por último o patamar **tático** que visa testar validar e operacionalizar produtos e procedimentos, neste

aspecto destaca-se a criação do **centro de capacitação tática simulação e certificação** Penso que está a ser a principal abordagem do Exército, concentrar os esforços num único centro. **Sim**, penso que o Exército se está a adaptar gradualmente à crescente evolução tecnológica. A maior vantagem sem dúvida é de estar preparado para enfrentar os desafios futuros, o recurso a meios cada vez mais tecnológicos para a condução das operações militares e sobretudo o uso da inteligência artificial é já uma realidade, quanto mais rápido desenvolvermos conceitos para nos adaptar esta realidade **mais vantagens competitivas** teremos”

Entrevistado 4, 2025

“a abordagem da Força Aérea tem sido fundamentalmente na **criação de departamentos e equipas dedicados** especificamente à inovação e a **criar relações com empresas** neste âmbito. **Sim**, acho que a Força Aérea se está a adaptar à crescente evolução tecnológica não diria facilmente, mas estamos num bom caminho”

Entrevistado 5, 2025

“penso que **sim**, a **Marinha está-se a adaptar às novas tecnologias** deves conhecer um exercício que é o **REPMUS**. O **REPMUS** já existe há alguns anos começou precisamente desta cooperação entre a faculdade de engenharia da universidade do porto e o DMS3 (...) é um dos principais exercícios em Portugal, principalmente da Marinha, é o principal exercício da Marinha e, como sabes, foca essencialmente nos **veículos autónomos** e nesse tipo de **novas tecnologias emergentes** e todos os anos se repete. Isto e o crescimento que tem tido ultimamente é gigante e de ano para ano a quantidade de participantes, quer da parte da empresa a tentar mostrar o que é que eles são capazes, como da parte das próprias marinhas que vêm cá para testar e para comunicar com a empresa e tentar perceber o que é que podem avançar ou não. Por isso, se perguntas se a Marinha está a investir nisto, **sem dúvida**”

Entrevistado 9, 2025

“o Exército **tem feito um esforço** as Forças Armadas no geral porque a gente acaba sempre por fazer cooperação com os outros ramos e ter a noção também de como eles estão (...) mas tem havido um **esforço das Forças Armadas Portuguesas** e em concreto do Exército Português para acompanhar este progresso, não só utilizando os drones mas também outras viaturas não tripuladas ou dos meios não tripulados. Nós **acompanhámos**, por exemplo, o desenvolvimento que os Israelitas fizeram na utilização da FPV terrestre na descoberta dos túneis que foram utilizados pelo Hamas para entrar em território israelita. A Marinha também **tem feito um esforço** na utilização não só de drones mas também de meios submersíveis para a utilização e **cumprimento das suas tarefas** e, atualmente, o Exército começa a trabalhar, a falar, também já na inteligência artificial, embora ainda esteja num estado embrionário, é **importante** que as pessoas tomem conhecimento como se começa a falar e a tentar utilizar a inteligência artificial em prol das tarefas e missões que são dadas ao Exército”

Entrevistado 10, 2025

“A **abordagem**, no Exército, implicou a **formação inicial** de um pequeno grupo de militares que se estendeu para um número mais alargado. Atualmente existe um curso específico, uma Unidade militar especializada, do **treino e enquadramento doutrinário**, até ao **emprego operacional** de sistemas aéreos não tripulados. Claro que sim, estamos a **adaptar-nos facilmente a esta crescente evolução** (...) Estão identificadas as **mais-valias e vantagens** da utilização destes sistemas nos vários ambientes”

Entrevistado 6, 2025

“o desafio principal que eu vejo é a **interoperabilidade**, mas estamos a fazê-lo. E acho que **estamos bem nesse aspeto**. Um dos maiores problemas que existe é a **interoperabilidade entre ramos e às vezes no próprio ramo mesmo**”

Classe 3 – Impacto Tecnológico na Tomada de Decisão e Limites Éticos

Autores como Cook e Brose (2020), ao referirem temas como a “kill chain”, sublinham a importância da velocidade e precisão nas decisões militares modernas. Estes autores referem também a importância da qualidade das decisões e o facto de estas terem de ser informadas.

Simon (1997) apresenta, na sua teoria da racionalidade limitada, como o ser humano toma decisões com limitações cognitivas e que, muitas vezes, toma decisões que lhe pareçam satisfatórias.

Por outro lado, Scharre (2018) reflete na preocupação de manter um controlo humano significativo na utilização de sistemas autónomos para a tomada de decisão.

Em contraponto, Meerveld et al. (2023) enfatiza a responsabilidade ética de utilizar mecanismos como a Inteligência Artificial em contextos militares e o facto de esta representar um menor risco do que as decisões humanas falíveis.

A **Classe 3** demonstra o claro impacto tecnológico no processo de tomada de decisão, sentido pelos entrevistados nos diversos contextos operacionais vividos por estes, e refere a complexidade das questões futuras das decisões. Esta classe enfatiza as questões colocadas na segunda e quarta partes do guião da entrevista semiestruturada (Evolução do Processo de Tomada de Decisão; Perspetivas Futuras). Os militares referem o facto de as tecnologias e sistemas emergentes servirem de ferramentas de apoio à decisão, sendo que, evidenciam mudanças em algumas fases do processo de tomada de decisão. No discurso dos militares é possível observar referências à vantagem dos novos sistemas na fase do planeamento de operações. Por exemplo:

“Na fase de **planeamento das Operações**, os veículos não tripulados apoiavam com a recolha de imagem do terreno e eventual atividade das Forças Opositoras”

“Sim, **noto bastantes diferenças** no processo de tomada de decisão, e não só”

Entrevistado 11, 2025

“as alterações e as **grandes diferenças** acontecem logo no **processo de atualização durante o planeamento**, se tivermos acesso a **informação credível** e **atualizada** dos locais das áreas dos itinerários que vamos utilizar para o cumprimento de uma determinada missão, obviamente que o planeamento será um **planeamento muito mais concreto**, porque um comandante decide de acordo com a informação que recebe; se o comandante não recebe a informação mais correta ou só recebe meia verdade, a decisão nunca poderá ser a mais correta. Neste sentido, se nós tivermos acesso a **informação credível** retirada ao **menor espaço de tempo** entre o planeamento e a execução da operação sabemos e podemos tomar **decisões muito mais corretas** e orientar todo o processo tomado à decisão”

Entrevistado 10, 2025

“notou-se principalmente na **fase de planeamento** que providenciou uma clareza para o planeamento e para dúvidas que havia. Depois a outra parte que é a fase **durante a ação**, e mesmo aí, para dar confiança, o comandante da força pode estar longe, mas está a ver o que está a acontecer, não está só a ouvir as comunicações. Pode estar, no caso em que há mesmo perda de comunicações entre as equipas e as companhias e só o facto de o drone estar a ver consegue perceber que houve uma falha de comunicações e consegue ter alguma ideia (...) No **Battle damage assesment**, ou então em termos de **lições aprendidas**, caso tenha sido uma ação que foi a primeira vez que se executou, ou não se fazia há anos, e se necessário retificar algumas coisas. O drone esteve a ver, estava a ver o que estava a passar, viu erros, gravou tudo”

Falam numa maior rapidez de análise de informação e numa elevada capacidade de compilação da mesma. Destacam um melhor esclarecimento do panorama e da Common Operational Picture e uma redução da margem de erro por parte dos decisores. Diversos dos entrevistados referem a capacidade de visualização da informação, imagens em tempo real e a própria fiabilidade dos dados adquiridos. Para além disso, relatam as relacionam estas vantagens com as diferenças entre os sistemas novos e os antigos. É possível observar estes aspetos nos seguintes excertos:

“Sem dúvida, existe **maior velocidade no ciclo OODA**, logo, **maior rapidez na análise** e no próprio **processo de tomada de decisão**, a tecnologia fornece-nos essa **vantagem**. Considero que as novas tecnologias **reduzem a margem de erro**, temos acesso a mais informação e temos um display mais abrangente, o que nos permite entender o **panorama de melhor forma**”

“**Poupava-te o tempo de planeamento**, em que se calhar na versão antiga precisavas 4 a 5 horas para fazer um planeamento na missão, ali numa hora, se calhar, faz o planeamento mais integrado e que depois no avião te **facilita a tomada da decisão**. Porque como tens tudo no display, em vez de estares a fazer cálculos e setinhas e tal, não, está lá uma rota desenhada, todas as ameaças, está tudo, permite ter a tua **atenção distribuída para outras coisas**, para as **comunicações**, para as **ameaças**, temos um display de ameaças, se houver uma ameaça aérea ou terrestre, em vez de estarmos focados na rota e naquilo, porque aquilo é tudo intuitivo, porque está lá. **Facilita em tempo** e obviamente também a **eficácia**, **menos erro**, digamos assim. E isso foi uma grande diferença (...) Permite um processo de decisão muito mais rápido e uma compilação da informação maior”

“Por outro lado, a **capacidade de obtenção de dados**, mais rapidamente, através de novas ferramentas, permite **fundamentar** de uma forma mais **sustentada** as propostas. O ciclo de tomada de decisão torna-se **mais rápido**. A arte do comandante continua a ter um papel fundamental, mas a parte analítica é cada vez mais, muito mais desenvolvida. Progressivamente o lado da ciência, analítica, que envolve o planeamento vai sendo mais desenvolvido, permitindo **fundamentar as diferentes opções** de uma forma mais sustentada, com dados e fatos relevantes. A finalidade da utilização destas plataformas e novos sistemas aponta para esse fim, ou seja, uma **maior capacidade de obtenção de dados e mais precisos**. Julgo que é importante notar que a geração de dados é muito maior, o que resulta num excesso de informação. Neste aspeto, é importante dotar de sistemas que permitam fazer uma triagem da informação, identificar a informação que é mais relevante para o planeamento que se está a elaborar. Considero que a uma maior capacidade de obtenção de dados, e igualmente, a maior capacidade de efetuar o tratamento dos dados e de análise da informação, **permite reduzir o erro**”

Os entrevistados refletem que as vantagens referidas permitem um processo de decisão muito mais rápido, decisões mais assertivas e informadas, um display completamente diferente. Referem também que o facto de o processo ser acelerado devido às tecnologias, permite ao decisor ter mais tempo e maior segurança nas suas decisões, com menos dúvidas. Todos os militares destacam as tecnologias emergentes como uma mais-valia para o decisor, como nos seguintes entrevistados:

“portanto atualmente é tudo completamente diferente, o ciclo de decisão acaba por ser **muito mais rápido** e as novas tecnologias, obviamente que têm um papel fundamental, especialmente na **rapidez** e no **apoio** à tomada de decisão

(...) mas efetivamente o aspeto essencial é a **qualidade da informação** recebida a **quantidade** e a **rapidez** no ciclo do processo de tomada da decisão, isso sem dúvida nenhuma foi um **salto brutal** nos últimos anos”

Entrevistado 8, 2025

“Portanto, estamos a falar de um conjunto de informação gigantesca em que o próprio ser humano tem dificuldades de analisá-la e seleccioná-la e o que tem acontecido é que estes sistemas, quando entram no processo, no sistema de informação, têm filtros de informação que nos ajudam a **decidir mais rapidamente** porque **vão sinalizar a informação que é pertinente para nós** (...) E, desde logo, a **otimização do pessoal, o risco do pessoal**, em vez de empenhar um pelotão, se calhar empenhamos uma secção, a **qualidade da informação** e depois a **análise da informação** que nós conseguimos fazer de um determinado objetivo com o tempo (...) Aquilo que nós estamos a estudar é, o ser humano é falível, principalmente na condução de operações. Pelo cansaço, pela quantidade de informação que tem que lidar, pelas próprias relações humanas entre os decisores. Portanto, tem um conjunto de variáveis que entram, que muitas das vezes não são tangíveis e que dão margem de erro. Portanto, quando nós introduzimos sistemas de análise de informação e que nos ajudam a decidir, vão também combater aquilo que é a fadiga, o cansaço e coisas que naturalmente o ser humano tem tendência a errar. Porque isto **vai utilizar um método sistemático e vai gerar opções**. Ou seja, o **ser humano não precisa de estar em todas as fases da análise e da decisão**, mas sim naquelas que se **considerarem mais pertinentes** e em que o risco é maior.”

Entrevistado 12, 2025

” A grande diferença que eu noto é que, tendo uma análise com os novos equipamentos que nós temos e sistemas, quer sejam os drones e tendo base de dados, alguma inteligência artificial que até pode processar toda esta informação, **acelera o processo de tomada de decisão**, que para mim é a grande diferença.

Acelera a questão da **análise**, dá muito **mais fiabilidade** aos dados recolhidos, o que permite o decisor **libertar mais tempo**, dentro do tempo que é estimado para o processo de tomada de decisão”

Entrevistado 1, 2025

Nesta classe, podemos ainda observar, que os entrevistados, falam de novas abordagens ao processo decisório por parte das novas gerações de decisores, é referido que as novas gerações apresentam uma capacidade diferenciada de manusear e utilizar as novas tecnologias, integrando-as com o processo decisório. No entanto, destacam a importância da experiência e o facto de esta continuar a ter o mesmo peso nas decisões e no ambiente operacional. Por exemplo, os seguintes excertos:

“julgo que os militares mais jovens **têm maior facilidade e conhecimento** no manuseamento de novas tecnologias sobretudo relacionados com inteligência artificial, consequentemente, terão **novas abordagens** ao processo de tomada de decisão sobretudo pela vertente analítica trazem um **novo pensamento e abordagem**”

Entrevistado 4, 2025

“provavelmente os militares mais jovens têm uma **abordagem diferente** ao processo decisório pela **facilidade** de utilização de meios tecnológicos desde novos”

Entrevistado 6, 2025

“As gerações mais novas, na parte tecnológica tem mais **facilidade**, ponto. É **natural** para eles trabalhar com sistemas e é quase intuitivo, enquanto para os mais antigos tinha que haver uma melhor preparação, um estudo, integrar todos esses sistemas novos (...) Ao nível de tomada de decisão, é preciso ter alguma **atenção**. As gerações novas, podem **confiar demasiado** na tecnologia e

pensar que isso substitui a experiência ou o bom senso ou o estudo que ele tem de ter, o conhecimento que ele tem de ter, se confiar cegamente na tecnologia”

Entrevistado 7, 2025

Por fim, os entrevistados evidenciam, na sua grande maioria, os problemas éticos e morais futuros, relacionados com a utilização de tecnologias autónomas no processo decisório. Parte dos militares afirma que os processo decisório irá pertencer sempre ao decisor humano e que as máquinas apenas vão auxiliar o processo. Destacam o facto de os sistemas autónomos não possuírem consciência humana, referem que as decisões ditas cruciais serão sempre tomadas pelo humano, que o humano deve possuir o controlo sobre as decisões do sistema e não consideram substituível a componente humana por sistemas autónomos. Cinco dos doze entrevistados tiveram este pensamento, destacando-se os oficiais superiores e um dos oficiais gerais. Como é possível observar nos seguintes entrevistados:

“a **decisão final terá de ser humana**, a inteligência artificial e todas estas ferramentas que nós estamos a falar são importantes para auxiliar o decisor a tomar a melhor decisão só que nós somos seres humanos e temos consciências, a máquina não tem, portanto o decisor terá de ter acesso a este tipo de informação e a esta tecnologia, saber usá-la, mas a decisão final, terá sempre de ser **humana**, porque nós temos de assumir a responsabilidade dos nossos atos, não podemos acusar uma máquina ou uma inteligência artificial de algo que correu menos bem (...) não, a inteligência artificial vai nos criar condições para nós tomarmos a melhor decisão mas a decisão terá sempre de ser do decisor porque, **um líder, um comandante é o ato mais isolado de solidão que tem porque ele tem de tomar decisões mas tem de ser responsável pelas decisões que toma**”

Entrevistado 10, 2025

“Eu não tenho dúvidas nenhuma que no futuro, voltando aqui às perguntas, que a decisão humana vai ser cada vez mais influenciada pelo aquilo

que a máquina diz, totalmente substituída, tenho dúvidas. Porque há aqui questões também que têm que ser salvaguardadas, como **questões éticas** como aqui referes, à **questão da moral**, à questão do **bem e do mal** (...) por isso é que eu também acredito que nunca haja digamos um modelo exclusivamente de automatizar a decisão, porque há preocupações que têm que ser tidas em contas e depois há aqui **questões operacionais**. Que muitas vezes questões operacionais são decisões que podem parecer irracionais ao ponto de vista dos outros (...) no futuro acho que irá haver sempre uma **relação militar-máquina**, tem que haver sempre uma relação militar-máquina e digamos que a decisão **humana terá sempre, de ser aquela que deverá prevalecer**, esta é uma questão que eu **não tenho muitas dúvidas**.”

Entrevistado 8, 2025

Numa outra perspetiva, quatro dos doze militares (2 oficiais superiores e 2 subalternos), defenderam uma simbiose entre o humano e a máquina, onde a máquina pode tomar pequenas decisões autonomamente e o humano as decisões mais cruciais. Nestas decisões cruciais, a máquina tem o papel de apoiar a decisão. Refletem sobre o uso de decisões autónomas para a defesa legítima de uma força, por exemplo. Podemos observar nos seguintes textos:

“Provavelmente **parte da decisão humana** poderá vir a ser substituída, porque, eventualmente, vamos ser **ultrapassados pela máquina** (...) No futuro, a tendência para a tomada de decisão **será uma relação entre os dois**, entre o **homem e a máquina**. Algumas decisões provavelmente vamos deixar para a máquina, outras para o humano.”

Entrevistado 6, 2025

“O que a mim parece a lógica que vai acontecer é, tudo aquilo que é de **defesa** e que os **danos colaterais são reduzidos**, podem ser gerados de forma automática. Tudo aquilo que possa gerar **ações não controladas**, danos

colaterais, aí a máquina tem que filtrar e gerar a opção para o **ser humano decidir**. Nós estamos a falar de efeitos. Estamos a falar de efeitos em que uma máquina pode gerar um determinado efeito. E nós temos que ter patamares de controlo e saber que aquela máquina, quando operar, tem um determinado efeito. E consoante o efeito, se é tático, se é operacional ou estratégico, que efeitos é que aquilo vai criar. Se for uma **situação de defesa, de legítima defesa**, poderá justificar-se que a máquina trabalhe autonomamente. Se tiver um dano colateral, o ser humano tem que intervir no processo. Neste momento, parece-nos que, e estamos orientados para isso, a máquina gera-nos a aceleração da análise da informação, mas nós continuamos a sermos **nós próprios a gerir os efeitos**. Isto tem entrado mais no ciclo do processo de informação e na decisão. Mas depois a máquina de capacidade de ação do efeito continua a ser feita pelo ser humano (...) Portanto, a minha lógica continua que terá a ver com os efeitos, ou seja, todos aqueles efeitos que tenham danos colaterais e que ponham em risco a vida humana, haverá uma ação do homem. Todos aqueles que os danos colaterais e o risco são mais reduzidos podem entrar num sistema autónomo e totalmente automático”

Entrevistado 12, 2025

Por outro lado, três dos militares (um de cada posto) referem que a máquina pode ter capacidades muito superiores à do humano, e que este comete mais erros do que os próprios sistemas, referem o humano como falível dependendo das condições em que este se encontra. Estes militares destacam o ambiente em que são tomadas as decisões e o facto deste ambiente influenciar positivamente ou negativamente o decisor. Evidenciam que, com a evolução tecnológica, teremos a tendência para deixar os sistemas decidir sozinhos, pois estes irão ultrapassar o humano nas suas capacidades. Todos eles destacam a importância da experiência do decisor humano e os riscos associados às decisões autónomas das máquinas. Sublinham consequências letais ou críticas e partilham a preocupação relativa às responsabilidades jurídicas, éticas e morais das Forças Armadas. Como exemplo:

“Acho que isso vai implicar muita coisa. Vão entrar aqui as leis da robótica, as três leis, vai entrar aqui o problema da **ROES**, por que repara, com o convencional, que é o ser humano. Tens problemas acerca da importação de ROES, transportar isso, embora teoricamente uma inteligência artificial, **será sempre mais eficiente**, porque não tem fator de **sensibilidade humana**, ou de **emoção**. Consegue ser fria. Mas é aquela coisa, vai haver sempre aquela dúvida, que é aquelas hipóteses, aquelas situações hipotéticas (...) Ou seja, aquilo que eu vejo, os grandes países, por aí fora, tomaram a decisão sempre de, inicialmente, o que vai acontecer é assim, a **artificial vai assumir tudo**. Vai assumir até a **fase de disparo, inclusive**. Mas depois vai acontecer que vai subir uma situação e essa parte vai voltar. Ou seja, no final do dia, no final de tudo, este artificial vai tomar só a decisão de é um alvo para abater ou não (...) Mas passaremos sempre pela experiência de deixarmos isto a **100% para o utilizador artificial tomar a decisão**. Vai acontecer. Não controlamos toda a gente. E há imensos que vão querer experimentar. A história diz-nos isto mesmo. A história diz-nos que sempre que saiu uma arma nova, experimentou-se sempre até onde vai, ao limite, e depois voltou-se um bocadinho atrás”

Entrevistado 3, 2025

“Sim, temos tendência em confiar cada vez mais nos **sistemas automatizados**. E penso que a decisão humana, eventualmente, será **substituída pela máquina**. Mesmo em situações em que estão em causa vidas humanas. Somos humanos, mesmo que não seja o ocidente a chegar a esse ponto, alguém vai chegar. Por isso sim, é **incontornável**, a máquina vai nos substituir em muitas decisões, porque vai ter uma capacidade de entender o panorama superior à nossa. Acho que não vão existir preocupações éticas ou morais ou operacionais, porque vai sempre haver um responsável humano. De um modo geral, estamos a caminhar para uma decisão apoiada, em que existe uma simbiose entre homem e máquina, mas no futuro acho que em muitos casos **será apenas a máquina**”

Entrevistado 5, 2025

No âmbito desta análise, a postura reflexiva por parte do investigador foi essencial para garantir a neutralidade na interpretação e análise dos dados e para respeitar a natureza do discurso dos participantes. O conhecimento prévio e familiaridade do meio militar permitiu compreender algumas das nuances contextuais e vocabulário técnico, sem comprometer a imparcialidade analítica necessária à realização de uma análise qualitativa.

Discussão

O presente capítulo tem como objetivo integrar os resultados obtidos na análise qualitativa com a revisão de literatura e os restantes capítulos previamente analisados, de forma a refletir criticamente sobre o impacto das tecnologias emergentes no processo de tomada de decisão nas Forças Armadas Portuguesas. Através das entrevistas realizadas, emergiram três grandes eixos temáticos que se relacionam com os objetivos do estudo: (1) o impacto das tecnologias emergentes no processo decisório, (2) a comparação internacional e (3) os desafios da implementação das novas tecnologias. A definição destes eixos temáticos, tem como principal objetivo dirigir a discussão de modo a responder às questões definidas no início da presente dissertação.

Impacto das Tecnologias Emergentes no Processo de Tomada de Decisão

Respondendo à primeira questão definida, **“Como é que a evolução tecnológica tem afetado a evolução do processo de tomada de decisão nas FFAA?”**:

A análise do discurso dos militares entrevistados evidenciou que os avanços tecnológicos estão a transformar significativamente a forma como os militares portugueses recolhem, processam e aplicam a informação no processo de tomada de decisão. Os Veículos não Tripulados, sistemas de comando e controlo, sistemas de combate e plataformas com inteligência artificial foram identificados como ferramentas cruciais, que segundo os militares, permitem maior rapidez, precisão e fiabilidade nas

decisões. Destacou-se a contribuição destes sistemas para as diferentes fases das operações militares e, por sua vez, para as diferentes fases da tomada de decisão militar.

Esta opinião alinha-se com o conceito da “kill chain” apresentado por Cook e Brose (2020), onde a integração de sistemas, sensores, dados e ferramentas de análise preditiva permite decisões quase que em tempo real. Por sua vez, estas referências vão ao encontro do pensamento de Boyd (1987), que destaca a necessidade de realizar um ciclo de decisão mais rápido que o adversário e antecipar o ciclo do inimigo.

Os entrevistados referiram vantagens muito claras, na capacidade de visualização e esclarecimento do panorama operacional (“common operational picture”), redução do tempo de planeamento, sendo que a maioria deles destaca a qualidade e quantidade de informação disponibilizada pelos novos sistemas. Destacaram a possibilidade de acompanharem as operações em tempo real e a versatilidade de muitos dos sistemas. Alguns dos entrevistados exploram o facto da tecnologia libertar mais tempo para o decisor, isto devido a acelerar os restantes processos adjacentes à decisão.

Este pensamento, vai, também, ao encontro das ideias defendidas por Scharre (2018), que refere um processo de tomada de decisão cada vez mais letal, devido à crescente velocidade das tecnologias modernas. Contudo, importa sublinhar que esta visão predominantemente otimista não é unânime na literatura. Se por um lado Scharre (2018) confirma que a velocidade tecnológica torna os processos decisórios mais letais, por outro alerta para os riscos da perda de controlo humano em sistemas demasiado automatizados.

Brehmer (n.d), na sua reformulação do ciclo OODA, destaca o impacto direto da tecnologia na velocidade e eficácia das decisões operacionais, algo que reitera os relatos dos oficiais entrevistados.

A maioria dos militares partilharam experiências reais do uso destas tecnologias para o apoio nas operações militares, o que demonstra o quão integradas elas se encontram no processo decisório das Forças Armadas. Todos destacam que estes meios criam uma maior probabilidade das tarefas e missões serem cumpridas com sucesso, porque a capacidade de utilizar as novas tecnologias promove decisões mais corretas e atempadas na área de operações.

Através do discurso dos militares, é possível compreender que as gerações mais novas de oficiais podem ter uma abordagem diferente ao processo decisório, no entanto, a experiência continua a ter o mesmo peso de sempre, no que toca a decidir. Os mais jovens valorizariam mais a integração tecnológica, enquanto os mais experientes reforçam o peso da intuição e da prática acumulada.

Estes pensamentos relacionam-se com os de Scharre (2018) e de Amoroso & Tamburrini (2020), que defendem que as transformações tecnológicas ocorridas não eliminam a necessidade da experiência humana.

Por outro lado, surgiu a noção de que a tecnologia deve ser um apoio e não um substituto da racionalidade humana. A maioria dos militares defende um ambiente em que o militar humano deve ter sempre o controlo da designada “kill chain”. As decisões cruciais, que dizem vidas humanas, devem possuir um grau de responsabilidade humana por trás. Apenas uma pequena percentagem dos entrevistados referiu a possibilidade de, num futuro, a decisão pertencer totalmente ao sistema, isto porque este poderá ultrapassar as capacidades de noção do humano. O equilíbrio entre apoio tecnológico e responsabilidade do militar é visível nos testemunhos dos militares, sublinhando a necessidade de impor limites éticos aos sistemas.

Este ponto reflete as ideias de Scharre (2018), que defende um controlo humano significativo sobre sistemas autónomos ou como Sharkey (2019), que defende o contexto da dignidade humana nas decisões. Este pensamento não é plenamente refletido no discurso dos militares, que, na sua maioria, enfatizam os ganhos de eficiência operacional e referem pouco os riscos de uma eventual delegação excessiva à tecnologia.

Posto isto, torna-se relevante referir Simon (1997), que nos recorda a inevitabilidade da racionalidade limitada do decisor humano. A tecnologia, neste contexto, surge como uma extensão cognitiva, mas não como um substituto da intuição, experiência e responsabilidade ética do comandante.

Em contraste com parte das opiniões, Scharre (2018) alerta explicitamente para os riscos associados à perda de controlo humano resultante desta aceleração. Schraagen (2022) alerta igualmente para o facto de uma confiança excessiva na tecnologia poder comprometer decisões operacionais críticas, sublinhando a necessidade de mecanismos

claros para evitar dependências que possam conduzir a falhas estratégicas ou decisórias. Simon (1997), em contraste com alguns dos discursos dos entrevistados, realça a inevitabilidade da racionalidade humana limitada e alerta para o facto de as decisões rápidas impulsionadas pela tecnologia poderem agravar os erros, se não forem acompanhadas por análises cuidadosas.

Pode-se concluir que o impacto das tecnologias emergentes está a melhorar o processo decisório, mas sem eliminar a centralidade da decisão humana. Há uma clara consciência dos benefícios operacionais e da necessidade imperativa de os utilizar. Mas, é preciso ter em conta as limitações técnicas e as exigências morais associadas à tomada de decisão militar em contextos complexos, ambíguos e num ambiente em constante mudança.

Comparação Internacional

A segunda questão a ser respondida é, **“Como é que as FFAA se estão a adaptar num contexto internacional aos avanços tecnológicos?”**:

As Forças Armadas Portuguesas demonstram estar a seguir a tendência global de modernização das suas forças armadas, mas fazem-no de forma cautelosa, seletiva e pragmática. Os outros países estudados, como os EUA, Alemanha ou Israel investem de forma massiva em sistemas tecnológicos automatizados e capacidades de combate baseadas, cada vez mais, em IA, como o Fire Weaver ou o Ghost Fleet Overlord, de modo a possuírem elevadas quantidades destes novos sistemas. Isto porque, devido à grande dimensão das Forças Armadas destes países e pelo facto de serem grandes potências, necessitam, cada vez mais, de sistemas automatizados e de garantir o seu poderio militar.

Johnson (2020) alerta para os riscos de escalada militar associados à utilização das novas tecnologias militares como drone swarms e a IA.

As Forças Armadas Portuguesas adotam uma abordagem mais ponderada, isto devido à sua dimensão mais reduzida. Adotam uma abordagem focada em interoperabilidade, formação e adaptação gradual, a progressão é moderada, com base em

experiências em missões ou exercícios, como REPMUS. As FFAA focam-se em aspetos cruciais e adotam uma abordagem de forma a ser útil aos seus aliados, como por exemplo através da construção das novas unidades navais, o desenvolvimento de novos sistemas de comando e controlo ou a necessidade de adquirir caças de nova geração, de modo a permitir maior interoperabilidade.

No entanto, Meerveld et al, (2023) argumentam que ignorar os avanços tecnológicos e as suas capacidades pode ser considerado irresponsável. Esta opinião reflete-se na análise realizada, onde os militares destacam a imperatividade da evolução tecnológica no âmbito militar. Os entrevistados alinham-se mais com esta segunda posição, salientando a imperatividade da evolução tecnológica.

Os entrevistados refletem num crescente investimento em parcerias académicas e industriais a nível nacional, como com a TEKEVER ou a UAVision. É possível compreender que existe um esforço por parte dos diferentes ramos em estar a par das inovações tecnológicas. Isto é visível através da criação de centros de capacitação, departamentos e unidades dedicados a desenvolver, acompanhar e operar tecnologias emergentes (X31, CEOV, etc.). Destaca-se, ainda, a aposta na formação das pessoas (dos militares e civis das FFAA) através de cursos dedicados a novos sistemas e tecnologias disruptivas. Através da análise do discurso dos entrevistados, consegue-se compreender que as FFAA não investem apenas na aquisição de tecnologias emergentes, mas em toda a cadeia de formação, manutenção e operação das mesmas, o que revela uma cultura organizacional cautelosa e que valoriza o fator humano na sua adaptação

Ratiu e Roşu (2021) reforçam a ideia de que a adoção de tecnologias emergentes não é apenas técnica, mas envolve profundas transformações organizacionais e culturais, aspetos refletidos no discurso dos militares.

O posicionamento das FFAA é compreensível face aos constrangimentos e lacunas apontadas pelos militares entrevistados. As FFAA apresentam diversos problemas, muitos dos quais não dependem diretamente da instituição.

Apesar disto, os oficiais entrevistados referem uma boa adaptação por parte das FFAA portuguesas a nível internacional e apontam para uma perspetiva positiva para o futuro dos diferentes ramos. Os militares descrevem, por diversas vezes, situações

operacionais conjuntas em que compararam os seus meios ao de outros países e destacam, de forma positiva, os meios nacionais.

No entanto, enquanto os militares entrevistados salientam sobretudo as limitações financeiras e formativas, Creswell (2014) apresenta uma perspetiva diferente, sugerindo que as dificuldades resultam mais frequentemente de resistências culturais e da falta de uma visão estratégica clara do que de recursos limitados. Yin (2018) complementa esta perspetiva crítica ao afirmar que a simples constatação das limitações financeiras ignora a necessidade urgente de estratégias mais inovadoras, como parcerias internacionais e mecanismos colaborativos eficazes, frequentemente negligenciadas pelos militares. Este contraste revela que o foco restrito nas limitações operacionais imediatas pode ignorar abordagens estratégicas mais eficazes, já amplamente exploradas internacionalmente.

A análise anteriormente realizada através das entrevistas mostra que os militares portugueses reconhecem a existência de uma pressão estratégica e internacional, mas optam por uma lógica de adaptação crítica e não de adoção cega. A participação em exercícios internacionais e as parcerias com outros países são estratégias que claramente conciliam inovação com soberania. De um modo geral, a postura das FFAA nacionais equilibra um realismo tecnológico com as responsabilidades políticas e éticas.

Desafios na Implementação de Novas Tecnologias

A terceira questão a ser respondida é, **“Quais as principais dificuldades das FFAA face à crescente evolução tecnológica?”**:

Apesar da adaptação referida anteriormente, a implementação de tecnologias emergentes e a aquisição de novos sistemas nas Forças Armadas Portuguesas continua a enfrentar diversos obstáculos e dificuldades. Entre as diversas dificuldades transmitidas pelos entrevistados, destacam-se as seguintes: limitações orçamentais, insuficiência de quadros técnicos, falta de recursos materiais, problemas logísticos, dificuldade de interoperabilidade nacional e internacional, problemas de comando e controlo ou de enquadramento legal.

Estas dificuldades são reconhecidas pelos diversos entrevistados, pelos oficiais gerais, superiores e subalternos, o que representa diversas gerações de decisores que experienciam estas lacunas na prática, nas funções que desempenham ou que desempenharam. Todos eles compreendem as circunstâncias destes problemas, mas referem uma necessidade de os corrigir gradualmente.

Os problemas relatados nas entrevistas coincidem com os pensamentos de Fučík et al. (2017), que destacam a rigidez das instituições militares como um dos principais obstáculos à inovação tecnológica.

Por outro lado, foi possível compreender que as dificuldades são um processo normal no que toca à evolução das instituições, até pelo facto de o podermos observar com outras Forças Armadas a nível internacional. Grande parte dos entrevistados referem a existência de dificuldades como uma parte banal do processo de modernização, sendo que alguns até afirmam que não sentem dificuldades por parte da instituição em se adaptar.

Apesar disto, Johnson (2007) apresenta um contraste marcante ao argumentar que um discurso excessivamente cauteloso pode limitar a inovação tecnológica necessária para enfrentar os desafios contemporâneos e a capacidade de resposta operacional às novas ameaças.

Dillon et al. (2009) salientam também que os entrevistados tendem a negligenciar uma abordagem de gestão de riscos, focando-se apenas em restrições éticas gerais, sem apresentarem propostas concretas de regulação.

Em contraste com as opiniões, Suresh e Gutttag (2021) sugerem que uma discussão excessivamente centrada em dilemas éticos abstratos pode impedir avanços práticos, aspeto que não foi suficientemente abordado pelos entrevistados.

Em suma, a integração de tecnologias emergentes é uma das principais preocupações das FFAA Portuguesas, contudo, a sua implementação requer não só recursos técnicos e humanos, mas também uma visão estratégica capaz de alinhar todos os campos necessários, como a doutrina, a ética e a inovação. O pensamento dos entrevistados reflete a existência de um compromisso entre a utilidade e modernidade, de forma a evitar e combater os constrangimentos sentidos.

Implicações Práticas para as FFAA

Os resultados obtidos ao longo desta investigação não se esgotam na sua dimensão teórica ou descritiva; apresentam, de forma clara, um conjunto claro de implicações práticas transversais à organização, formação e ação das Forças Armadas Portuguesas. A análise das entrevistas revela que a crescente presença de tecnologias emergentes está a transformar o processo de tomada de decisão ao nível tático, exigindo ajustamentos concretos nas práticas de treino, no planeamento operacional e na formulação doutrinária.

No que se refere ao treino, os testemunhos recolhidos evidenciam que os responsáveis militares estão progressivamente a operar num ambiente onde a informação é abundante, rápida e mediada por sistemas tecnológicos avançados. Esta nova realidade exige o reforço da capacitação tecnológica dos quadros militares, não apenas na vertente técnica, mas sobretudo na dimensão crítica de saber interpretar, filtrar e aplicar a informação oferecida por sistemas de IA ou de C2. Assim, surge a necessidade de desenvolver programas de formação multidimensionais que incluam simulações de decisão assistida por IA, a integração de veículos não tripulados em cenários operacionais e formação em ética e responsabilidade tecnológica. A criação de ambientes de treino que simulem cenários realistas com o apoio de sistemas inteligentes poderá tornar-se essencial para preparar os oficiais para contextos cada vez mais complexos, ambíguos e tecnologicamente densos.

Em termos de planeamento operacional, os dados sugerem que os ciclos tradicionais de decisão, frequentemente hierarquizados e sequenciais, estão a ser postos à prova pela velocidade e complexidade do ambiente vivido no campo de batalha contemporâneo. Os responsáveis pela tomada de decisão necessitam agora de ter acesso, em tempo real, a dados operacionais, de receber apoio de algoritmos de análise preditiva e de ter uma visualização integrada de panoramas táticos. A título de exemplo, os sistemas UAV descritos pelos entrevistados já permitem ao comandante validar rotas, antecipar ameaças e confirmar resultados operacionais num intervalo de tempo muito mais curto do que o permitido pelos métodos tradicionais. Este novo paradigma exige a reformulação das práticas de planeamento, com uma maior integração entre os operadores tecnológicos e os decisores operacionais, promovendo uma lógica de planeamento conjunto mais adaptativa, dinâmica e interativa.

No que se refere à formulação doutrinária, a investigação suscita questões críticas sobre a centralidade da decisão humana num contexto de crescente delegação na máquina. Embora haja um consenso sobre a importância de manter o ser humano "no ciclo", surgem também novas exigências: a necessidade de clarificar, em termos doutrinários, os limites da autonomia tecnológica, os protocolos de supervisão e, sobretudo, a responsabilidade jurídica e moral nas decisões críticas. Os sistemas como o GUARDION, que operam com um elevado grau de autonomia, demonstram que os atuais manuais operacionais podem já não refletir a realidade do campo de batalha. Torna-se, assim, imperativo que a doutrina militar nacional incorpore novos modelos de decisão híbrida que reconheçam a complementaridade entre a intuição humana, a racionalidade limitada e a capacidade computacional dos sistemas.

Além disso, a cultura organizacional das Forças Armadas poderá beneficiar de uma reorientação estratégica que valorize o erro como parte do processo de inovação. A experimentação operacional, tal como a que ocorre no exercício REPMUS ou na unidade X31, deve ser ampliada e institucionalmente reconhecida como um espaço de aprendizagem crítica e não apenas de demonstração tecnológica. A criação de circuitos de feedback entre estas experiências, os centros de decisão doutrinária e os sistemas de ensino militar poderão ser determinantes para assegurar uma modernização coerente, sistémica e sustentável das FFAA nacionais.

Por fim, a presente investigação sugere que a modernização tecnológica não deve ser entendida como um processo meramente técnico ou instrumental. Trata-se de um processo transformacional que interpela as próprias fundações epistemológicas e éticas da decisão militar: o que significa "decidir bem" num ambiente em que parte da análise já não é humana? Que valores devem reger a utilização de sistemas autónomos em teatros de guerra assimétrica? E, sobretudo, como formar líderes militares capazes de conjugar a eficácia operacional, os avanços tecnológicos e a prudência ética?

Estas são questões práticas, urgentes e estruturantes, às quais as Forças Armadas não podem deixar de responder. A evidência recolhida nesta dissertação constitui, assim, um contributo claro para o debate institucional e estratégico.

Proposta de Modelo de Integração Tecnológica na Tomada de Decisão

Após a análise empírica e teórica realizada ao longo da presente dissertação, esta proposta procura responder aos desafios identificados relativamente à integração das tecnologias emergentes no processo de tomada de decisão nas Forças Armadas Portuguesas. O principal foco é ao nível da cooperação entre o militar e as tecnologias emergentes à sua disposição.

Com base nos resultados da análise qualitativa e da revisão da literatura, é proposto o seguinte modelo simplificado de cooperação entre os decisores humanos e os sistemas tecnológicos de apoio à decisão. Este modelo estrutura o processo de decisão em torno de um núcleo central, onde se verifica a interação entre a experiência humana e as capacidades dos sistemas automatizadas. O objetivo é proporcionar uma visão prática e flexível sobre a forma como os dados, os algoritmos e as ferramentas tecnológicas podem apoiar o julgamento humano, sem o substituir. O modelo integra as seguintes etapas principais:

- **Recolha de informação** (através de sensores, sistemas de recolha de dados e drones);
- **Processamento inteligente** (com recurso a algoritmos e IA);
- **Apoio à decisão** (através de sistemas integrados de comando e controlo);
- **Tomada de decisão conjunta** (entre o decisor militar e o sistema de apoio);
- **Execução operacional** (por unidades operacionais no terreno);
- **Avaliação e Feedback conjunto** (humana e digital, em simbiose).

Este modelo adota um fluxo circular e interativo, permitindo que o conhecimento gerado em cada ciclo de decisão alimente os ciclos seguintes, promovendo uma aprendizagem operacional contínua e uma melhoria progressiva da eficácia do processo decisório. O modelo encontra-se representado na figura seguinte:



Gráfico 2 - Ciclo de Tomada de Decisão com Integração Tecnológica [Fonte: elaboração própria]

Na primeira fase, **recolha de informação**, o objetivo é obter dados relevantes sobre o ambiente operacional e área de operações. Utilizam-se tecnologias como UAVs (drones), sensores geoespaciais, sistemas de recolha de informação, sistemas de vigilância e plataformas de reconhecimento. Esta recolha amplia o alcance e a profundidade da percepção situacional, mitigando a dependência exclusiva da observação humana. O militar define os critérios de recolha e interpreta conforme as necessidades.

Na segunda fase, **processamento inteligente**, os dados em brutos recolhidos, são processados por sistemas que usam algoritmos de IA e técnicas como a *data fusion*. Esta etapa transforma grandes volumes de dados dispersos em informação organizada, relevante e aplicável, destacando padrões, ameaças e oportunidades relevantes. O militar supervisiona os parâmetros de processamento e valida as inferências, a tecnologia automatiza as análises e reduz a carga cognitiva necessária.

Na terceira etapa, **apoio à decisão**, a informação tratada é apresentada ao decisor através de interfaces integradas (dashboards, sistemas C2, etc). Estes sistemas oferecem representações visuais, modelos de previsão e alternativas táticas ou estratégicas com base nos dados. Os sistemas resumem as hipóteses e apresentam alternativas ao plano de ação, o decisor avalia as recomendações do sistema, considera o contexto e as prioridades da missão.

Na **decisão conjunta**, a decisão não é imposta pela máquina nem é puramente instintiva. Ocorre uma interação crítica, onde o humano utiliza a sua experiência, valores e julgamento para decidir, com base nos apoios tecnológicos disponibilizados pela máquina. A decisão é assumida pelo militar, mas suportada por simulações, indicadores e conselhos automatizados. Esta etapa preserva a autoridade humana, sem desprezar a eficiência técnica dos sistemas, assim, é garantida a responsabilidade ética, a consciência contextual e a eficácia operacional.

Na etapa da **execução**, a decisão é comunicada e executada pelas forças operacionais que se encontram no terreno. A tecnologia continua a apoiar, fornecendo ferramentas de coordenação em tempo real, mapeamento tático, comunicações seguras e ajustes contínuos conforme as necessidades operacionais da missão. Existe uma relação constante entre os decisores o sistema e as forças empenhadas.

Por último, na fase da **avaliação e feedback conjunto**, durante e após a ação, os resultados são avaliados através de sistemas automatizados e por análise humana. O feedback serve para ajustar as forças e o plano de ação, tal como algoritmos, aperfeiçoar doutrinas e corrigir falhas humanas ou técnicas, garantindo, assim, constante atualização e aconselhamento ao decisor.

A implementação deste modelo de integração tecnológica no processo decisório das Forças Armadas Portuguesas representaria um avanço significativo na modernização do processo de tomada de decisão militar. Ao equilibrar o julgamento humano com as capacidades tecnológicas, o modelo possibilita decisões mais rápidas, informadas e adaptativas, reduzindo erros e aumentando a eficácia operacional. Além disso, este modelo fomenta uma cultura de aprendizagem contínua e prepara a organização para enfrentar os desafios de ambientes operacionais cada vez mais complexos e tecnologicamente exigentes com maior eficácia e resiliência.

Proposta de Implementação de Curso Prático

Com base nas transformações analisadas neste trabalho e nas necessidades identificadas pelos entrevistados das Forças Armadas, propõe-se a criação de um curso avançado destinado a oficiais superiores dos diferentes ramos. O curso tem como objetivo principal proporcionar contacto direto com tecnologias emergentes e possibilitar a sua experimentação em cenários operacionais simulados, fomentando uma cultura de tomada de decisão tecnologicamente informada e eticamente responsável.

O curso tem como objetivo colmatar a lacuna entre a aquisição tecnológica e a doutrina operacional, criando um espaço de experimentação, reflexão e aprendizagem aplicada. Os oficiais, responsáveis pela tomada de decisão, terão a oportunidade de observar as capacidades e limitações reais dos diferentes sistemas (por exemplo, VANT, IA e C2), bem como de testar o seu próprio desempenho em contextos assistidos por tecnologia. Por outro lado, ao implementar este curso, será possível testar as limitações humanas, dos respetivos operadores, para que os oficiais superiores possam criar critérios e graus de confiabilidade para cada situação e sistema específico. Assim, esta população-alvo, estaria constantemente na vanguarda da decisão apoiada, possuindo conhecimento total de qualquer novo sistema que pudesse ser implementado no respetivo ramo, durante a sua carreira.

O curso teria a designação de “Curso de Aperfeiçoamento em Tomada de Decisão Apoiada” (CATDA), pois o objetivo é aperfeiçoar as qualidades de decisão dos oficiais superiores com o apoio das novas tecnologias. Os objetivos do curso seriam:

- Proporcionar experiências diretas com tecnologias emergentes das FFAA;
- Desenvolver competências de interpretação e crítica assistida por tecnologia;
- Testar os limites da racionalidade humana versus capacidades automatizadas;
- Promover uma tomada de decisão tecnologicamente assistida responsável e reflexiva;
- Apoiar a atualização doutrinária baseada em evidências práticas.

O curso seria concebido para ser dividido em quatro partes, por forma a assegurar uma progressão pedagógica coerente entre a consolidação teórica e a experimentação prática. O foco do curso seria a componente prática, de modo a capacitar os oficiais

superiores no exercício das suas funções. O curso teria uma duração de cerca de duas semanas e seria efetuado em cooperação com os institutos superiores universitários militares, tal como a Escola naval, IUM, Academia Militar, entre outros.

A **primeira** parte do curso seria dedicada aos fundamentos da tomada de decisão militar, introduzindo os principais modelos teóricos usados em contextos militares. Esta fase oferece uma base comum de compreensão sobre os processos cognitivos, racionais e intuitivos envolvidos na decisão em contexto operacional.

A **segunda** fase foca-se na introdução das tecnologias e sistemas emergentes nas Forças Armadas Portuguesas. Os formandos entram em contacto com sistemas com inteligência artificial, drones, sensores integrados e plataformas de comando e controlo (C2). São também abordadas as arquiteturas técnicas e os princípios operacionais subjacentes a estas tecnologias, permitindo aos oficiais perceber como estas ferramentas são concebidas, operadas e integradas em ambientes complexos, de forma a adquirirem um conhecimento geral sobre as capacidades dos equipamentos e quais as suas limitações.

Na **terceira** parte são efetuadas simulações operacionais e exercícios táticos com tecnologias reais ou simuladas, como os conduzidos no âmbito do REPMUS, DRONEX, etc. Os participantes enfrentam desafios inspirados em cenários reais, nos quais deverão tomar decisões sob pressão, avaliando a utilidade e os limites dos sistemas tecnológicos de apoio à decisão. Assim, é testada a sobrecarga cognitiva sobre os decisores, a confiança ou desconfiança nos sistemas e as vantagens ou desvantagens da automação dos sistemas. Ao mesmo tempo, lideram equipas nestes cenários, para que possam compreender as limitações humanas dos seus subordinados e dos operadores destes equipamentos.

Por fim, na **quarta** fase, são discutidas as limitações técnicas e operacionais sentidas relativamente às tecnologias utilizadas. Discute-se a delegação de autoridade às máquinas, as vantagens e desvantagens destas para o processo decisório, questões relacionadas com a interoperabilidade e os próprios valores institucionais. Finalmente, são elaboradas considerações finais e lições aprendidas, para que os oficiais superiores adquiram mais conhecimento para o exercício das suas funções de comando. Este módulo fecha o ciclo formativo, ligando a experiência prática à reflexão estratégica, de modo a melhorar as capacidades da decisão com recurso/apoio da tecnologia, dos oficiais superiores.

Em termos de resultados esperados, o curso pretende reforçar a capacidade de comando e decisão tecnológica dos oficiais superiores, dotando-os de instrumentos críticos e práticos para atuar em ambientes cada vez mais complexos e automatizados. Espera-se, ainda, promover o equilíbrio entre julgamento humano e apoio automatizado, bem como aumentar a rapidez, eficácia e consciência situacional no ciclo de decisão. Ao fomentar uma cultura de experimentação tecnológica responsável e contínua, o curso poderá contribuir também para o desenvolvimento doutrinário das Forças Armadas, gerando recomendações informadas para atualizações curriculares e operacionais futuras.

Conclusão

O presente capítulo, apresenta uma síntese dos principais contributos da investigação, à luz dos objetivos definidos e da análise realizada. São referidas as considerações finais, bem como as recomendações decorrentes deste trabalho. São também reconhecidas as limitações do estudo e identificados possíveis caminhos para investigações futuras, com vista ao aprofundamento e aplicação prática dos resultados obtidos.

Considerações Finais

A presente dissertação **procurou compreender de que forma as tecnologias emergentes estão a transformar os processos de tomada de decisão nas Forças Armadas Portuguesas, particularmente ao nível tático.** Partindo de uma abordagem qualitativa e exploratória, baseada em entrevistas a oficiais dos três ramos das Forças Armadas e numa fundamentação teórica interdisciplinar, foi possível construir uma leitura abrangente e crítica da realidade atual e dos desafios enfrentados pelo decisor militar na era tecnológica.

O estudo revelou que a introdução de sistemas baseados em inteligência artificial, plataformas autónomas, avançados sistemas de Comando e Controlo e capacidades de vigilância remota em tempo real, não só está a alterar a doutrina estratégica da guerra moderna, como também está a reconfigurar os próprios fundamentos da decisão militar, ou seja, a forma como a informação é recolhida, interpretada, validada e transformada em ação. Este impacto vai muito além da dimensão tecnológica, obrigando à revisão das estruturas mentais do decisor, das doutrinas operacionais e até dos princípios éticos e jurídicos que sustentam o uso legítimo da força.

Perante esta realidade, foi proposto um modelo de integração da tecnologia no processo decisório militar, que visa sistematizar as interações entre o domínio humano, as plataformas tecnológicas, os filtros ético-operacionais e o ecossistema de interoperabilidade. O modelo não representa uma receita universal, mas uma ferramenta conceitual que pode apoiar a reflexão, o treino e o desenvolvimento doutrinário, ajudando os responsáveis pela tomada de decisão a orientarem-se em ambientes complexos,

saturados de informação e em constante mutação. A proposta deste modelo pretende responder às necessidades identificadas tanto na literatura como nas entrevistas conduzidas aos oficiais das FFAA. Ao estruturar o processo de decisão num ciclo contínuo de recolha, processamento, apoio, decisão, execução e feedback, este modelo assegura maior clareza, agilidade e robustez no processo decisório militar.

A par do modelo apresentado, a proposta de um curso complementar para oficiais superiores reforça a vertente formativa e doutrinária deste trabalho. Este curso visa expor os oficiais que se encontram em posições de comando às capacidades e limitações das tecnologias emergentes e humanas, promovendo uma cultura institucional de experimentação, reflexão e inovação. Trata-se de uma ferramenta de evolução doutrinária que poderá acelerar a assimilação prática destas tecnologias no seio do processo de tomada de decisão das FFAA Portuguesas.

Mais do que um exercício teórico, esta dissertação teve como objetivo contribuir para a evolução prática das Forças Armadas Portuguesas. Ao articular o pensamento crítico, o conhecimento científico e a realidade institucional, procurou-se estabelecer pontes entre a teoria e a profissão militar, entre a inovação tecnológica e a responsabilidade ética, e entre o que é possível fazer e o que deve ser feito.

Neste sentido, o trabalho aqui desenvolvido constitui uma base sólida para estudos e aprofundamentos futuros, para a validação empírica do modelo proposto e para o desenvolvimento de soluções formativas que capacitem os atuais e futuros decisores para comandarem com discernimento num campo de batalha cada vez mais digital, radical, interligado e moralmente exigente.

Recomendações

Com base nos resultados da investigação, propõem-se as seguintes recomendações práticas:

- Implementar programas-piloto de formação para oficiais superiores, com simulações realistas e cenários multidomínio de tomada de decisão assistida por tecnologia emergente nas FFAA, aplicando um modelo definido. De modo a

treinar os oficiais na interação com os sistemas tecnológicos em contextos de pressão. A fase inicial poderá ser realizada em exercícios nacionais evoluindo posteriormente para exercícios multinacionais da NATO e UE, assegurando desde cedo a interoperabilidade.

- Desenvolver diretrizes operacionais e éticas sobre o uso de sistemas autónomos e inteligência artificial, integrando a doutrina e os manuais de operações. Deve existir ênfase na supervisão humana significativa em decisões críticas do comando. Estas orientações devem ir de acordo com as boas práticas da NATO e União Europeia.
- Reforçar a interoperabilidade tecnológica entre os três ramos, de modo a assegurar a compatibilidade em operações conjuntas. Promover parcerias com empresas e indústria de defesa nacional para desenvolver soluções interoperáveis e seguras. Intensificar a participação em projetos multinacionais com aliados, especialmente nos sistemas de Comando e Controlo, de logística e na partilha segura de dados.
- Aprofundar a investigação sobre a relação militar-máquina, através de colaborações com universidades e centros de investigação especializados em IA, ética militar e psicologia de combate. Criar um observatório nacional para estudar os efeitos da interação humano-máquina na tomada de decisão, com foco em fatores como confiança nos algoritmos, risco de sistemas automatizados e impacto na liderança. Este observatório deve funcionar como plataforma de transferência de conhecimento entre o meio académico, a indústria e as Forças Armadas, garantindo uma evolução contínua e sustentada da integração tecnológica.
- Concentrar o investimento em plataformas não tripuladas marítimas e aéreas. O recurso a drones marítimos e aéreos, sensores autónomos subaquáticos e sistemas integrados de Comando e Controlo permitiria reforçar a monitorização de tráfego, a prevenção de atividades ilícitas (pirataria, tráfico, pesca ilegal) e a vigilância ambiental.

Limitações da Investigação

Embora esta dissertação tenha sido conduzida com base numa metodologia sólida e num enquadramento teórico consistente, existem limitações que são importantes

reconhecer de forma transparente. A primeira limitação prende-se com a natureza qualitativa e exploratória da investigação. Embora o recurso a entrevistas semiestruturadas tenha permitido aceder a perceções e experiências valiosas de oficiais das Forças Armadas Portuguesas, não é possível fazer generalizações estatísticas para o conjunto das instituições militares.

Em segundo lugar, o número e a diversidade dos participantes, ainda que suficientes para atingir a saturação teórica, limitam a representatividade da amostra, sobretudo no que se refere a postos superiores e a experiências operacionais específicas com tecnologias emergentes. É possível que alguns ramos ou especialidades tecnológicas tenham ficado sub-representados.

Adicionalmente, a análise concentrou-se nas narrativas e nos discursos dos entrevistados, sem incluir a observação direta dos processos de tomada de decisão em contexto real nem a aplicação prática do modelo proposto. Esta limitação metodológica impede uma avaliação empírica da eficácia do modelo apresentado em ambientes operacionais concretos.

Importa ainda referir que a proposta do modelo permanece, conceitual e teórica. Apesar de estar sustentada na literatura e nas perceções dos participantes, o modelo ainda não foi testado, validado num contexto prático, o que constitui uma limitação e, simultaneamente, uma oportunidade para investigações futuras.

Futuros projetos

A investigação realizada abre várias possibilidades para dissertações futuras e projetos de investigação aprofundada. Destacam-se as seguintes sugestões:

- Validação empírica do modelo apresentado: investigação baseada em exercícios simulados com decisores reais, com recolha de dados sobre tempo, qualidade e coerência das decisões com e sem apoio tecnológico.
- Desenvolvimento de indicadores de eficácia decisória tecnológica: criação de métricas objetivas que permitam avaliar o impacto real dos sistemas tecnológicos no processo de decisão.

- Investigação sobre o impacto psicológico da automação na decisão militar: estudar como os decisores percebem responsabilidade, confiança e stress quando tomam decisões com base em dados fornecidos por IA ou sistemas autónomos.
- Exploração de dilemas éticos em contexto de combate assistido por IA: simulações de casos-limite que obriguem à ponderação entre rapidez operacional e legitimidade moral ou jurídica da ação.
- Realização de um estudo semelhante, a contextos de ciberdefesa, que devido à sua extensão não foram explorados no presente estudo

Bibliografia

Ahmed, F., Mohanta, J. C., Keshari, A., & Yadav, P. S. (2022). Recent Advances in Unmanned Aerial Vehicles: A Review. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 47(7), 7963–7984. <https://doi.org/10.1007/s13369-022-06738-0>

Alessandro Marrone & Elio Calcagno. (2023). *Naval Combat Systems: Developments and Challenges*.

Amoroso, D., & Tamburrini, G. (2020). Autonomous Weapons Systems and Meaningful Human Control: Ethical and Legal Issues. *Current Robotics Reports*, 1(4), 187–194. <https://doi.org/10.1007/s43154-020-00024-3>

Anglade, M. C. (n.d.). NIAG SG.295 on strategic political military – assisted decision making (PM-ADM) data studies. NATO Industrial Advisory Group.

Autonomous Weapon | Harpy—Fire and Forget Missile | Weather Weapon. (2023). <https://www.iai.co.il/p/harpy>

Boisboissel, G. de. (2021). New Technologies and Decision-Making for the Military. <https://doi.org/10.5772/intechopen.98849>

Boudreau, C., McCubbins, M. D., & Coulson, S. (2009). Knowing when to trust others: An ERP study of decision making after receiving information from unknown people. *Social, Cognitive, and Affective Neuroscience*, 4, 23–34. <https://doi.org/10.1093/scan/nsn034>

Brehmer, B. (2005). The dynamic OODA-loop: Amalgamating Boyd’s OODA loop and the cybernetic approach to command and control. In *Proceedings of the 10th International Command and Control Research and Technology Symposium*, McLean, VA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2%3A475696/FULLTEXT01.pdf>

Bronkhorst, A., & Bosch, K. (n.d.). *Human-AI Cooperation to Benefit Military Decision Making*.

Brose, C. (2020). *The kill chain: Defending America in the future of high-tech warfare*. Hachette Books.

Burwell, D. (2001). Logical evolution of the military decision-making process. <https://doi.org/10.21236/ada394290>

Buyukarslan, B., Petrovic, P., Robitaille, B., & Dias, M. (2025). Framework for the future lessons learned: Strengthening military effectiveness in the European Union. FINABEL.

Comité Internacional da Cruz Vermelha (CICV). (2021). Autonomous weapon systems: Implications of increasing autonomy in the critical functions of weapons. International Committee of the Red Cross.

Cook, M. L., & Brose, C. (2020). The kill chain: Defending America in the future of high-tech warfare. *Naval War College Review*, 73(4), 11.

Crootof, R. (2022). War torts: Accountability for autonomous weapons. *University of Pennsylvania Law Review*, 171(1), 1–38.

Cummings, M. L. (2004). Automation bias in intelligent time critical decision support systems. In *Collection of Technical Papers AIAA 1st Intelligent Systems Technical Conference* (Vol. 2, pp. 557–562). AIAA. <https://doi.org/10.2514/6.2004-6313>

Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). (2020). Mosaic warfare. DARPA. <https://www.darpa.mil>

Dillon, R. L., Liebe, R. M., & Bestafka, T. (2009). Risk-Based Decision Making for Terrorism Applications. *Risk Analysis*, 29(3), 321–335. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01196.x>

Dombrovski, A. (2021). The unfounded bias against autonomous weapons systems. *Információs Társadalom XXI*, (2), 13–28. <https://doi.org/10.22503/inftars.XXI.2021.2.2>

Egozi, A. (2023). IAI signs two deals for loitering munition systems. <https://defence-industry.eu/iai-signs-two-deals-for-loitering-munition-systems/>

Estado-Maior do Exército (EME). (2014). Conceito de emprego de sistemas não tripulados. Exército Português.

Fučík, J., Kolkus, J., Melichar, J., & Procházka, J. (2017). Decision support system for military command and control. In *Proceedings of the 16th International Conference on*

Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ITHET.2017.8067831>

Gerras, S. J. (2010). Thinking critically about critical thinking: A fundamental guide for strategic leaders. U.S. Army War College.

Harris, D. J., Arthur, T., Kearse, J., Olonilua, M., Hassan, E. K., De Burgh, T. C., Wilson, M. R., & Vine, S. J. (2023). Exploring the role of virtual reality in military decision training. *Frontiers in Virtual Reality*, 4, 1165030. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1165030>

Jan Maarten Schraagen, & Simpson, T. (2024). Responsible Use of AI in Military Systems (1st ed.). Chapman and Hall.

Johnson, D. E. (2007). Learning large lessons: The evolving roles of ground power and air power in the post-Cold War era. RAND Corporation.
<https://www.rand.org/pubs/monographs/MG405-1.html>

Johnson, J. (2020). Artificial Intelligence, Drone Swarming and Escalation Risks in Future Warfare. *The RUSI Journal*, 165(2), 26–36.
<https://doi.org/10.1080/03071847.2020.1752026>

Johnson, J. (2023). The AI Commander Problem: Ethical, Political, and Psychological Dilemmas of Human-Machine Interactions in AI-enabled Warfare.

Kallenborn, Z. (2022). InfoSwarms: Drone Swarms and Information Warfare. *The US Army War College Quarterly: Parameters*, 52(2), 87–102. <https://doi.org/10.55540/0031-1723.3154>

Kallenborn, Z. (2022). InfoSwarms: Drone swarms and information warfare. *Parameters*, 52(2), 87–102. <https://doi.org/10.55540/0031-1723.3154>

Kanaan, M. (2020). T-minus AI: humanity's countdown to artificial intelligence and the new pursuit of global power. Benbella Books.

Kaushal, S., Lynch, J., Suess, J., Lee, J.-J., Vannurden, L., & Bajraktari, Y. (2024). Leveraging human-machine teaming: Enhancing decision-making in future conflict. Royal United Services Institute (RUSI).

Kempton, H., Colombo, C. F., & Nagel, S. K. (n.d.). Human-Machine Relations and Relational Autonomy.

Klein, G. (2017). Sources of power: How people make decisions (2nd ed.). MIT Press.

Konaev, M. (2023). Tomorrow's technology in today's war: The use of AI and autonomous technologies in the war in Ukraine and implications for strategic stability. CNA.
<https://www.cna.org/reports/2023/10/Use-of-AI-and-Autonomous-Technologies-in-the-War-in-Ukraine.pdf>

Laghari, A. A., Jumani, A. K., Laghari, R. A., & Nawaz, H. (2023). Unmanned aerial vehicles: A review. Cognitive Robotics, 3, 8–22. <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2022.12.004>

Lawless, W. F., Mittu, R., Sofge, D., & Hiatt, L. (n.d.). Artificial Intelligence, Autonomy, and Human-Machine Teams: Interdependence, Context, and Explainable AI.

Liwång, H., Ericson, M., & Bang, M. (2014). An Examination of the Implementation of Risk Based Approaches in Military Operations. Journal of Military Studies, 5(2), 38–64.
<https://doi.org/10.1515/jms-2016-0189>

Marinha Portuguesa. (2021, novembro). Revista da Armada (N.º 567).
<https://www.marinha.pt/pt/Servicos/Paginas/revista-armada.aspx>

Marinha Portuguesa. (2023, março). Revista da Armada (N.º 581).
<https://www.marinha.pt/pt/Servicos/Paginas/revista-armada.aspx>

Marinha Portuguesa. (2023, novembro). Revista da Armada (N.º 589).
<https://www.marinha.pt/pt/Servicos/Paginas/revista-armada.aspx>

Marinha Portuguesa. (2024, fevereiro). Revista da Armada (N.º 592).
<https://www.marinha.pt/pt/Servicos/Paginas/revista-armada.aspx>

Marinha Portuguesa. (2024, maio). Revista da Armada (N.º 595).
<https://www.marinha.pt/pt/Servicos/Paginas/revista-armada.aspx>

Marinha Portuguesa. (2025, março). Revista da Armada (N.º 604).
<https://www.marinha.pt/pt/Servicos/Paginas/revista-armada.aspx>

Martins, J. M. G. (2009). Caracterização da tomada de decisão num batalhão de infantaria nas operações de apoio à paz. Academia Militar.

Meerveld, H. W., Lindelauf, R. H. A., Postma, E. O., & Postma, M. (2023). The irresponsibility of not using AI in the military. *Ethics and Information Technology*, 25(1), 14. <https://doi.org/10.1007/s10676-023-09683-0>

Mitchell, C., & Decker, C. (2004). Applying risk-based decision-making and tools to U.S. Navy antiterrorism capabilities. *Journal of Homeland Security*, 2004(1). <https://www.hsaj.org/articles/135>

Mohsan, S. A. H., Khan, M. A., Noor, F., Ullah, I., & Alsharif, M. H. (2022). Towards the Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Comprehensive Review. *Drones*, 6(6), 147. <https://doi.org/10.3390/drones6060147>

Morozov, V., & Yashchenko, A. (2023). The role of artificial intelligence in military decision-making. *Journal of Strategic Studies*, 46(2), 145–167. <https://doi.org/10.1080/01402390.2023.2187623>

Oran, İ. B., Yilmaz, S., Ertürk, M., & Gün, H. (2023). Technology, Artificial Intelligence, and Robotics in Future Wars. *Journal of Organizational Behavior Research*, 8(1), 244–258. <https://doi.org/10.51847/pr1EaWSiNa>

Petrovic, P., Dias, M., Grasso, N., Berenguer, V., & Deniuel, M. (n.d.). The role of AI in decision making for land-based operations. FINABEL. <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:EU:d7b1ddf5-17ff-4916-adc7-e6b06864ab3a>

Rafael Advanced Defense Systems. (2024). Iron Beam high-energy laser system. Rafael. <https://www.rafael.co.il>

Rațiu, A., & Roșu, O. (2021). The Impact of Some Emerging Technologies in Modern Military Actions. *Scientific Bulletin*, 26(2), 188–194. <https://doi.org/10.2478/bsaft-2021-0023>

Rego, A., Cunha, M. P. E., & Meyer Jr., V. (2019). Quantos participantes devem compor um grupo focal? *Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa*, 18(1), 13–28. <https://doi.org/10.12660/rgplp.v18n1.2019.79138>

Roger N. McDermott / Charles K. Bartles, The Russian Military Decision-Making Process & Automated Command and Control, #GIDSresearch 2/2020, Hamburg

Saaw, P., Panzetti, C., & Berenguer, V. (2025). Toward Super Soldiers? The Implications of Tech-Infusion of Soldiers and the Concept of Connected Soldiers on the Military Landscape. FINABEL.

Scharre, P. (2018). *Army of none: Autonomous weapons and the future of war*. W. W. Norton & Company.

Scharre, P. (2020). *Military applications of artificial intelligence: Risks and opportunities*. Center for a New American Security (CNAS).

Scharre, P. (2023). *Four battlegrounds: Power in the age of artificial intelligence*. W. W. Norton & Company.

Schreiner, J. (2023). Ukraine deploys AI-enabled autonomous drones in combat operations. CNA Expert Brief. <https://www.cna.org/reports/2023/10/Use-of-AI-and-Autonomous-Technologies-in-the-War-in-Ukraine.pdf>

Sharkey, A. (2019). Autonomous weapons systems, killer robots and human dignity. *Ethics and Information Technology*, 21(2), 75–87. <https://doi.org/10.1007/s10676-018-9494-0>

Siddarth, D. (2023). Four battlegrounds: Power in the age of artificial intelligence by Paul Scharre [Review of the book *Four battlegrounds: Power in the age of artificial intelligence*, by P. Scharre]. *Journal of Democracy*, 34(2), 174–177. <https://doi.org/10.1353/jod.2023.0025>

Simon, H. A. (1997). *Administrative behavior: A study of decision-making processes in administrative organizations* (4th ed.). Free Press.

Simon, H. A. (1978). Rational decision-making in business organizations. Nobel Memorial Lecture in Economic Sciences, 8 December 1978. <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1978/simon/lecture/>

Simon, H. A. (1960). *The new science of management decision*. Harper & Brothers.

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.

Žigulić, N., Glučina, M., Lorencin, I., & Matika, D. (2023). Military Decision-Making Process Enhanced by Image Detection. *Information*, 15(1), 11.
<https://doi.org/10.3390/info15010011>

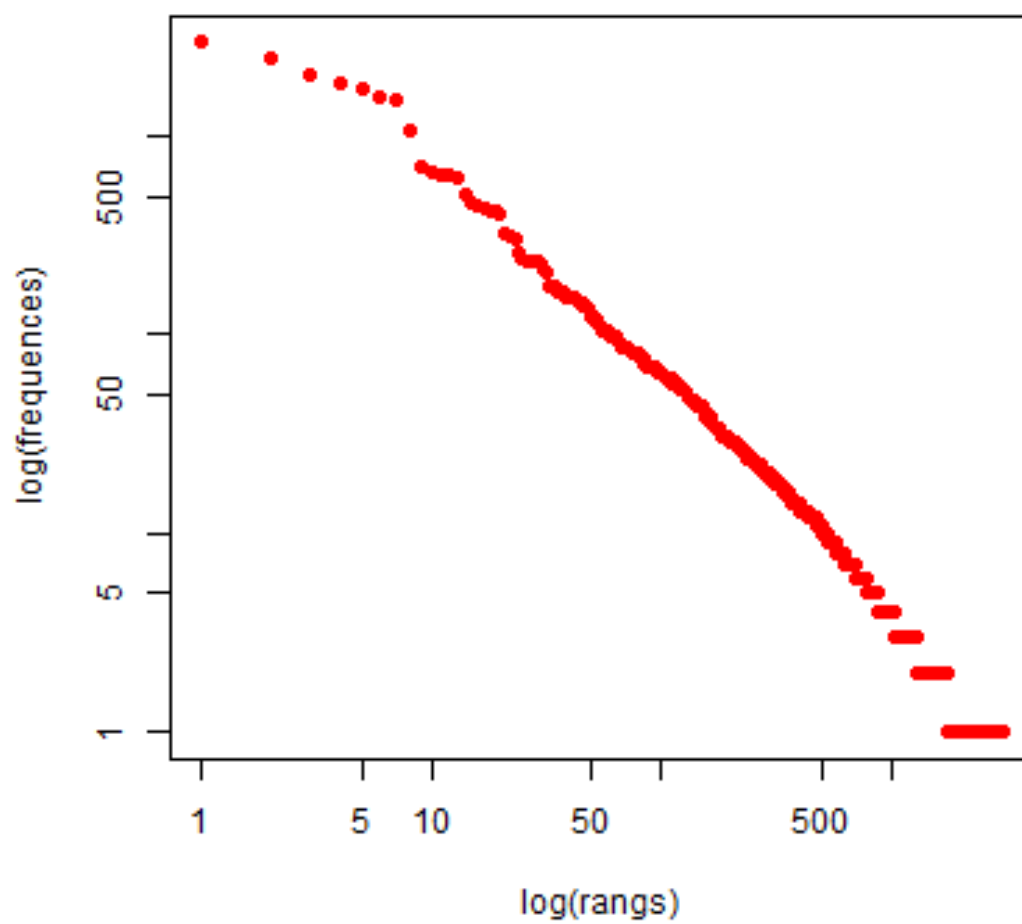
Zweibelson, B. (n.d.). PART I The Singleton Paradox: On the Future of Human-Machine Teaming and Potential Disruption of War Itself.

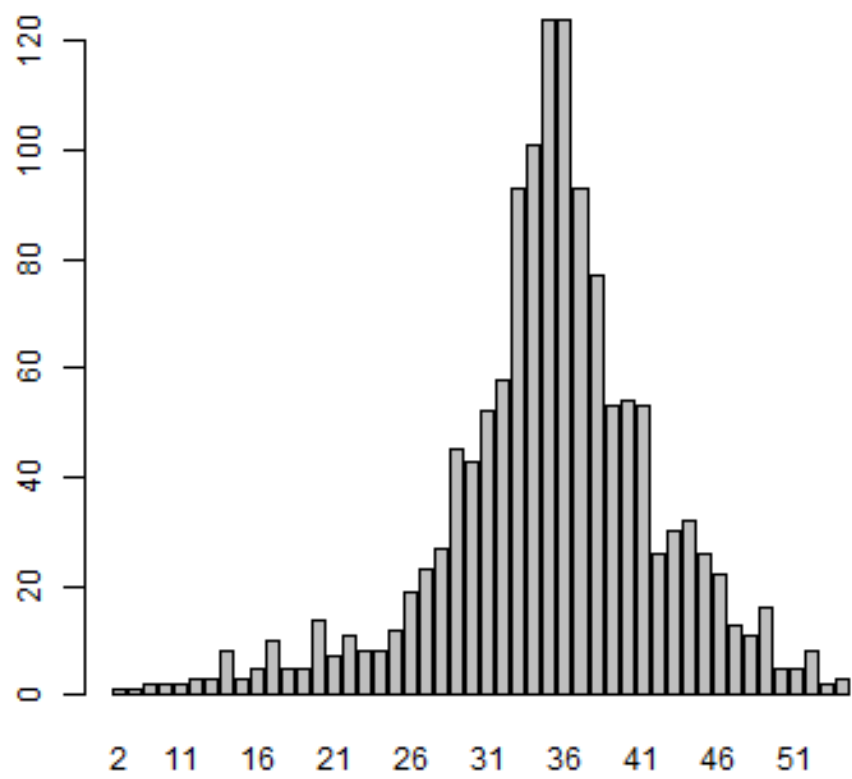
Apêndices

Apêndice A – Descrição do Corpus Textual das Entrevistas

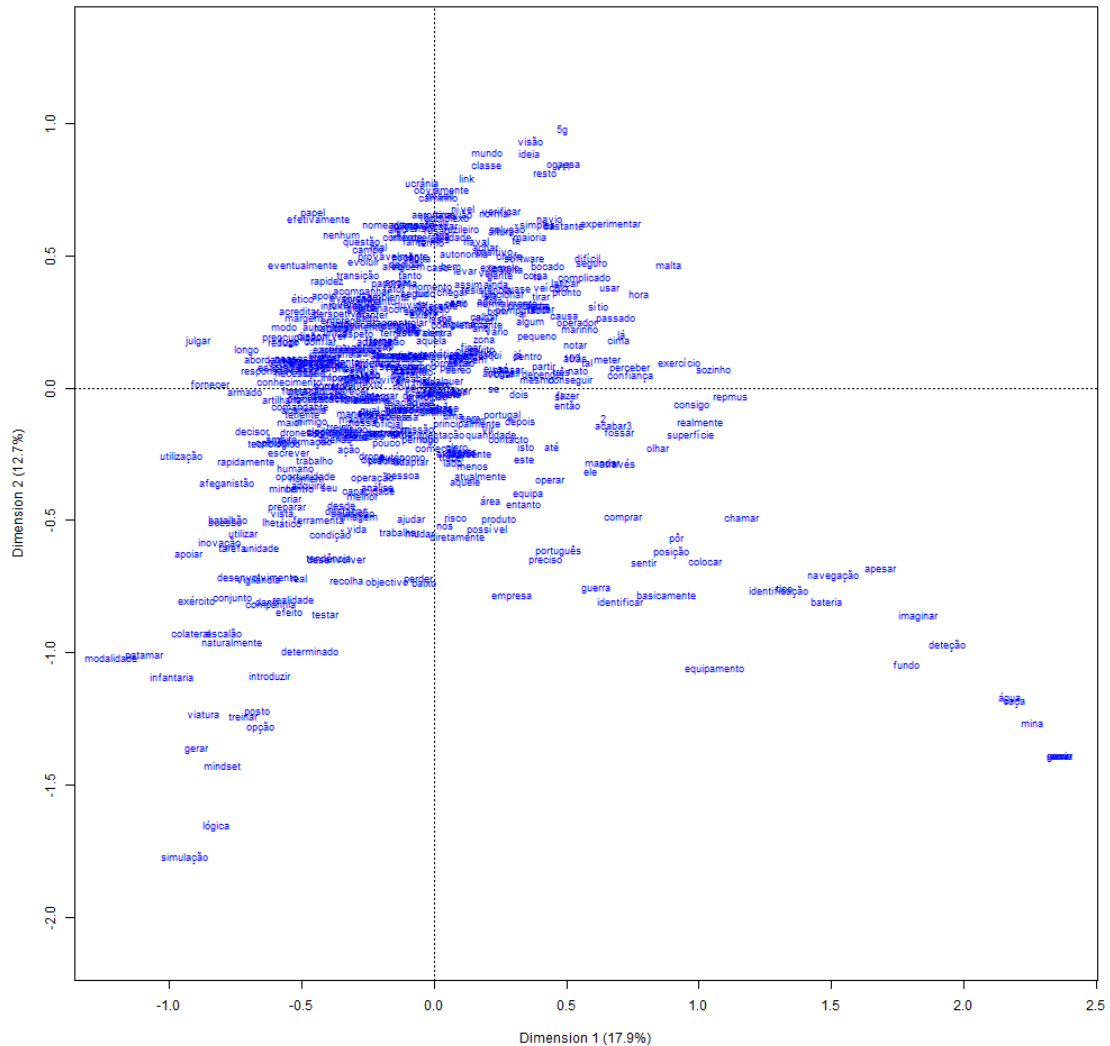
Descrição do corpus	
Nom	entrevistas_militares_corpus_1
Idioma	portuguese
Definir caracteres	utf-8
originalpath	C:\Users\david\OneDrive\Ambiente de Trabalho\entrevistas_militares\entrevistas_militares.txt
pathout	C:\Users\david\OneDrive\Ambiente de Trabalho\entrevistas_militares\entrevistas_militares_corpus_1
date	Tue May 27 09:53:57 2025
time	0h 0m 0s
Paramètres	
ucemethod	1
ucesize	40
keep_caract	^a-zA-Z0-9àÁâÃäÅæÉêËëÏìíîïóôõöøÙúÛüÝÇ&œCE'ñÑ.,;!?'_-
expressions	1
Statistiques	
Número de textos	12
Número de ST	1348
occurrences	47170
Número de formas	4796
Número de hapax	2306 - 48.08 % des formes - 4.89 % des occurrences

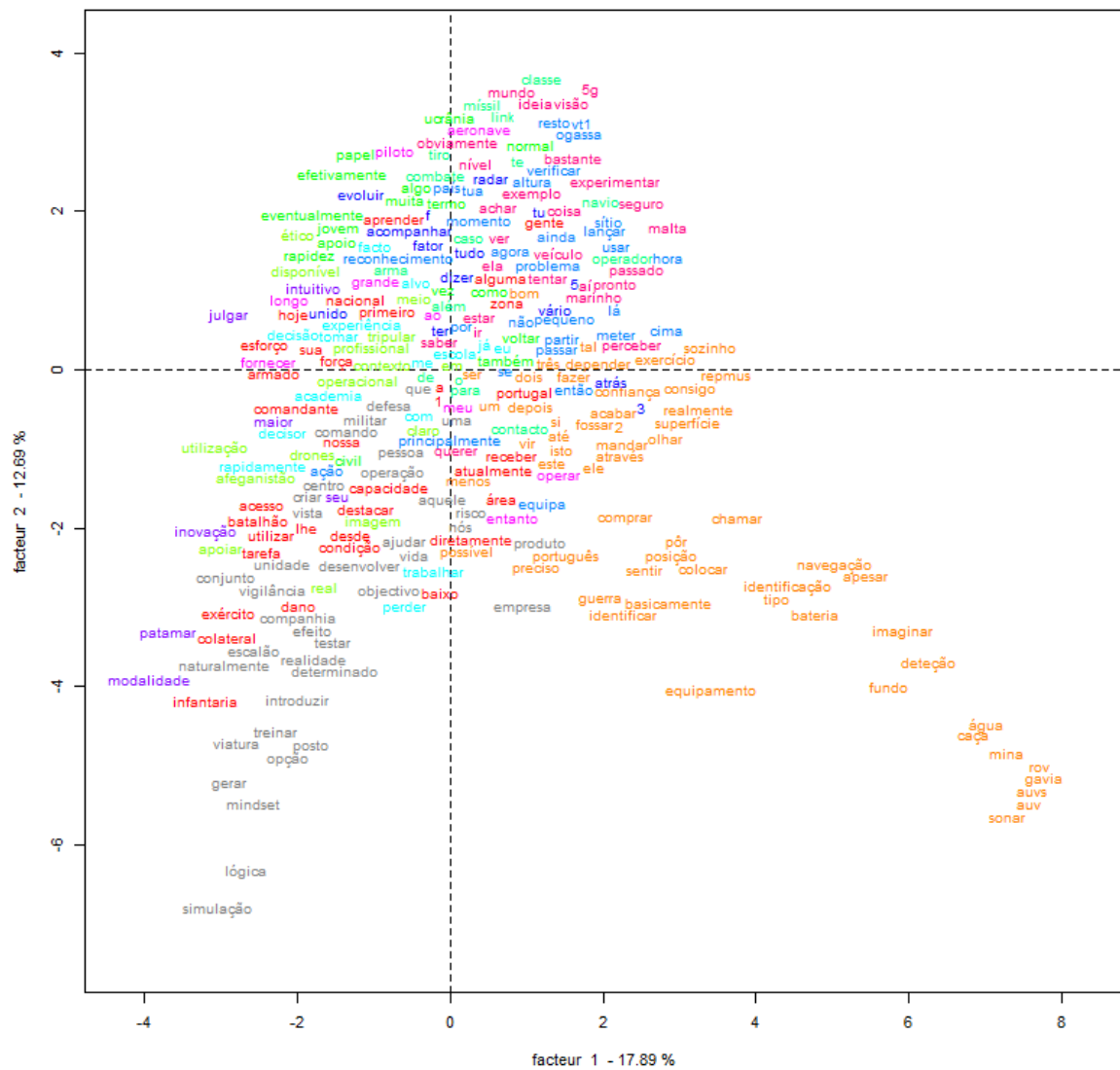
Apêndice B – Análise de Estatísticas Textuais



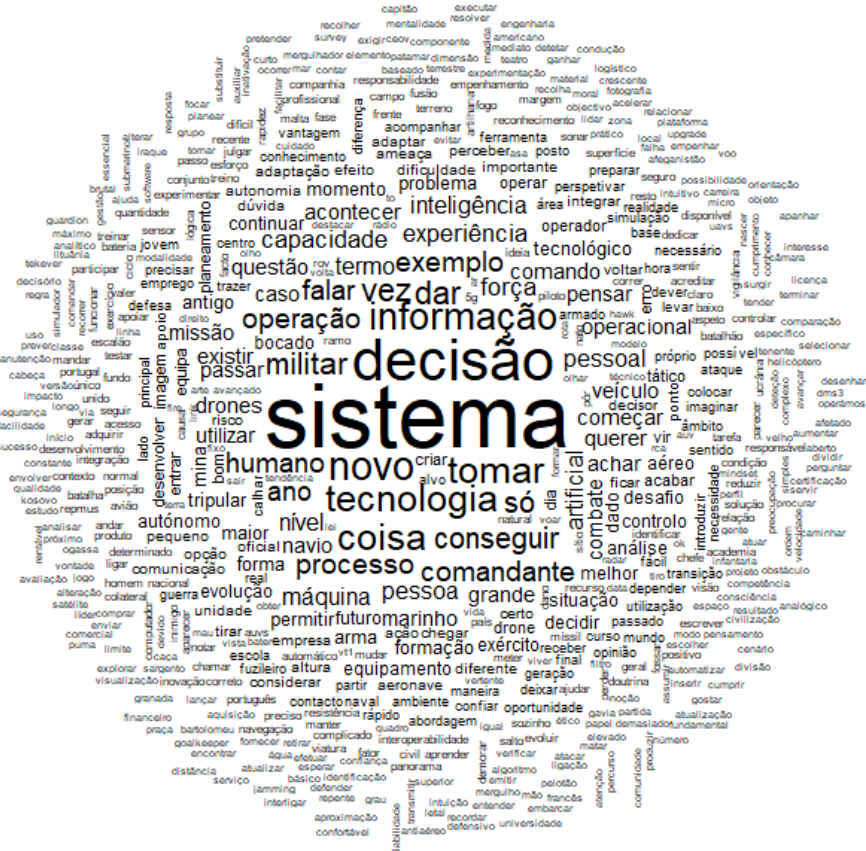


Apêndices C – Análise Fatorial de Correspondência

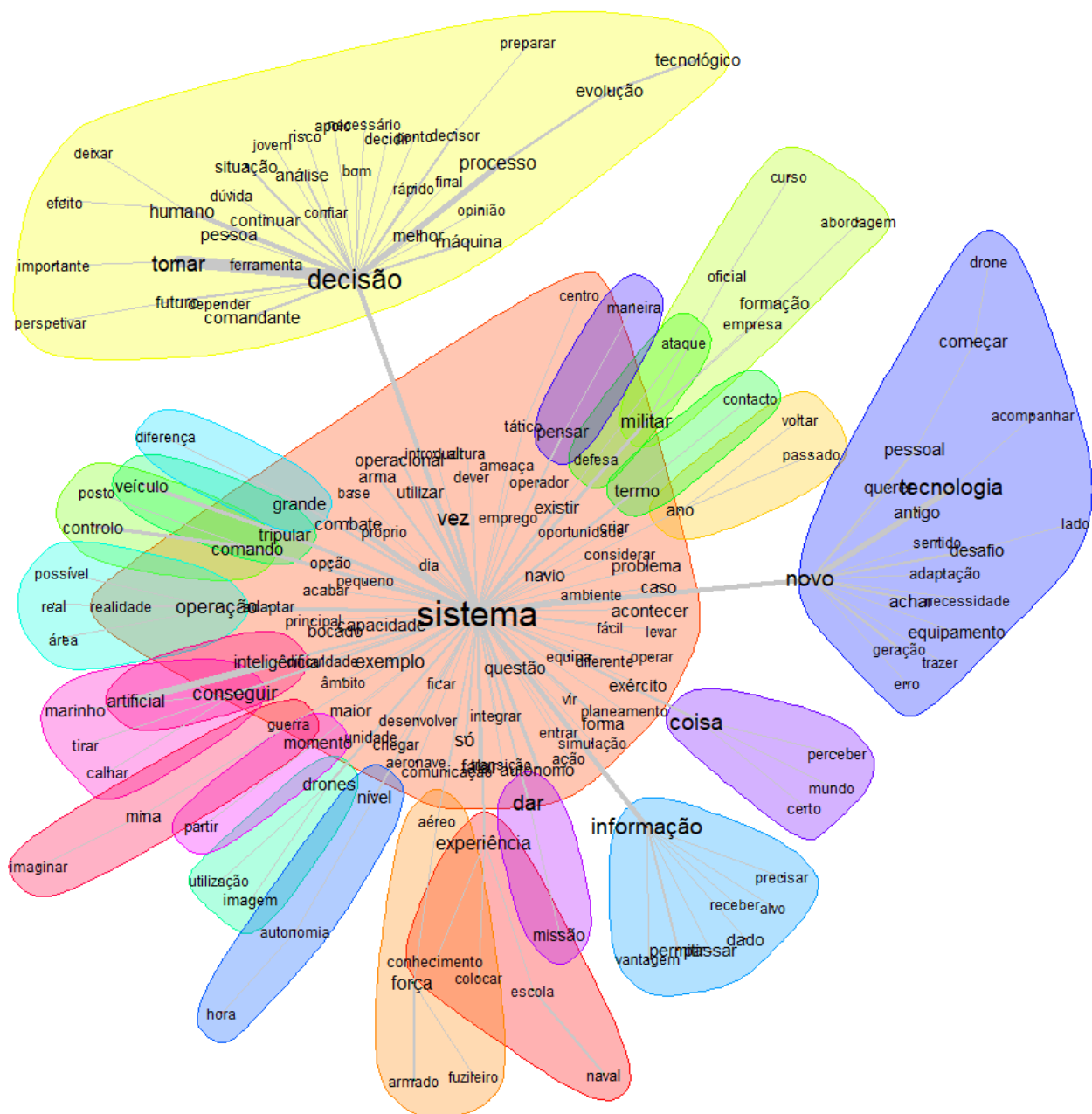




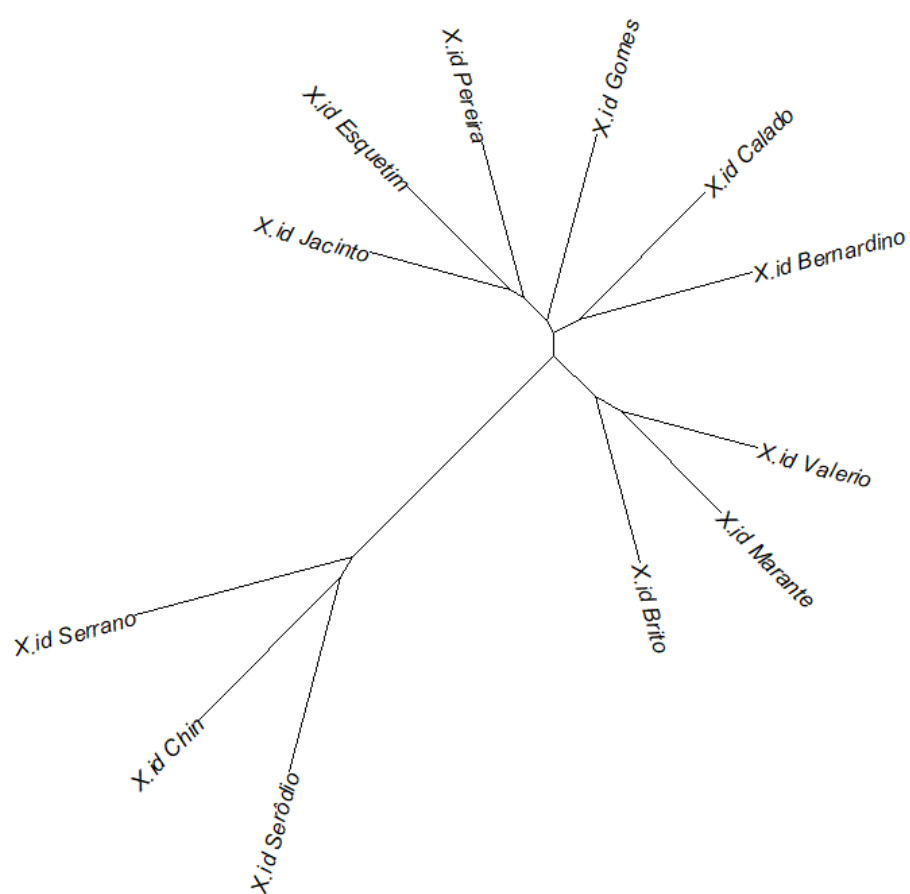
Apêndice D – Nuvem de Palavras



Apêndice E – Análise de Similitude



Apêndice F – Classificação de Ward



Apêndice G – Classificação Hierárquica Descendente

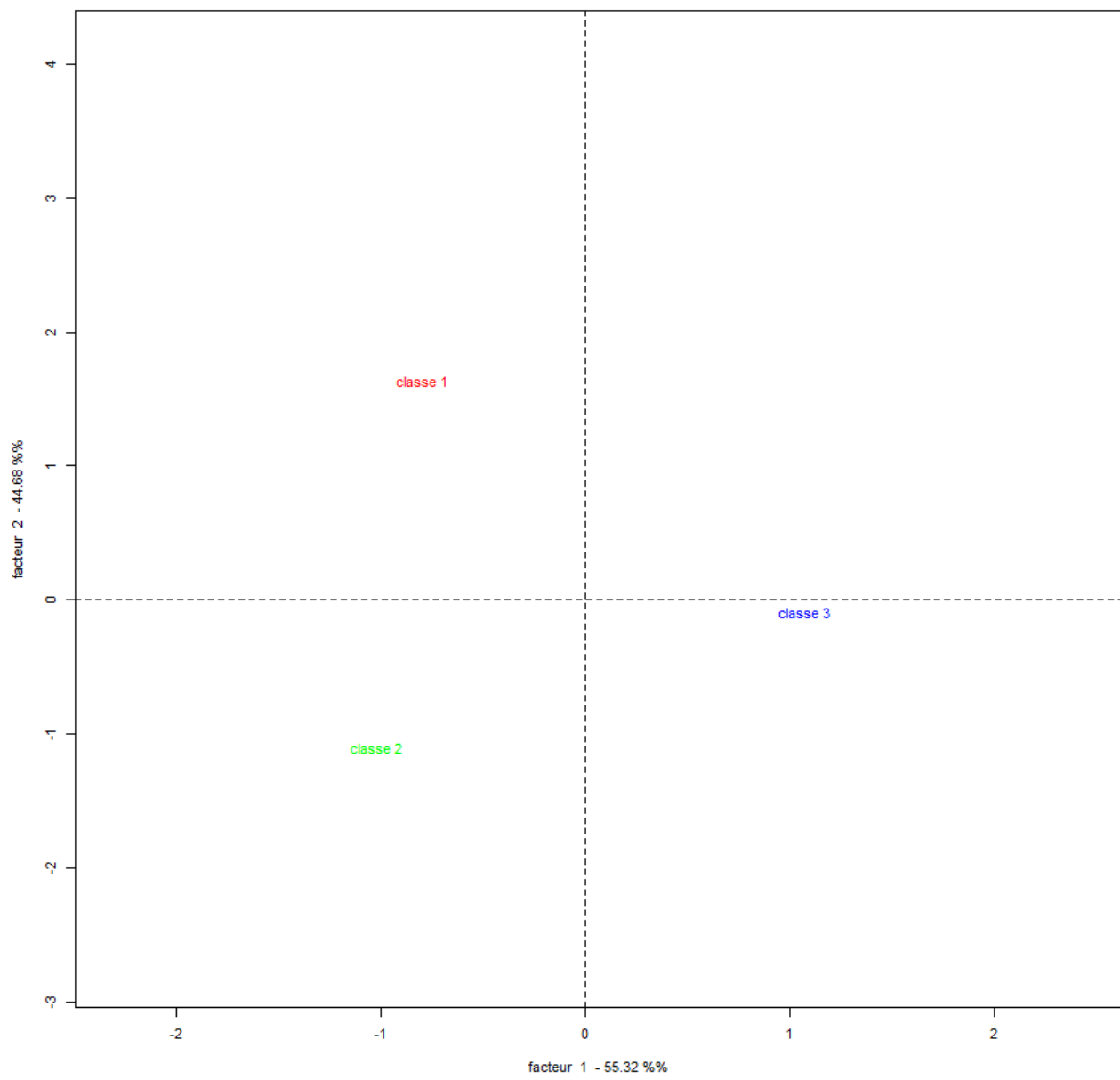
Número de textos: 12
Número de ST: 1348
Número de formas: 4796
Número de ocorrências: 47170
Número de lemas: 3046
Número de formas ativas: 2652
Número de formas suplementares: 380
Número de formas ativas com a frequência ≥ 3 : 1054
Média das formas por segmento: 34.992582
Número de classes : 3
1204 Segmentos classificados em 1348 (89.32%)

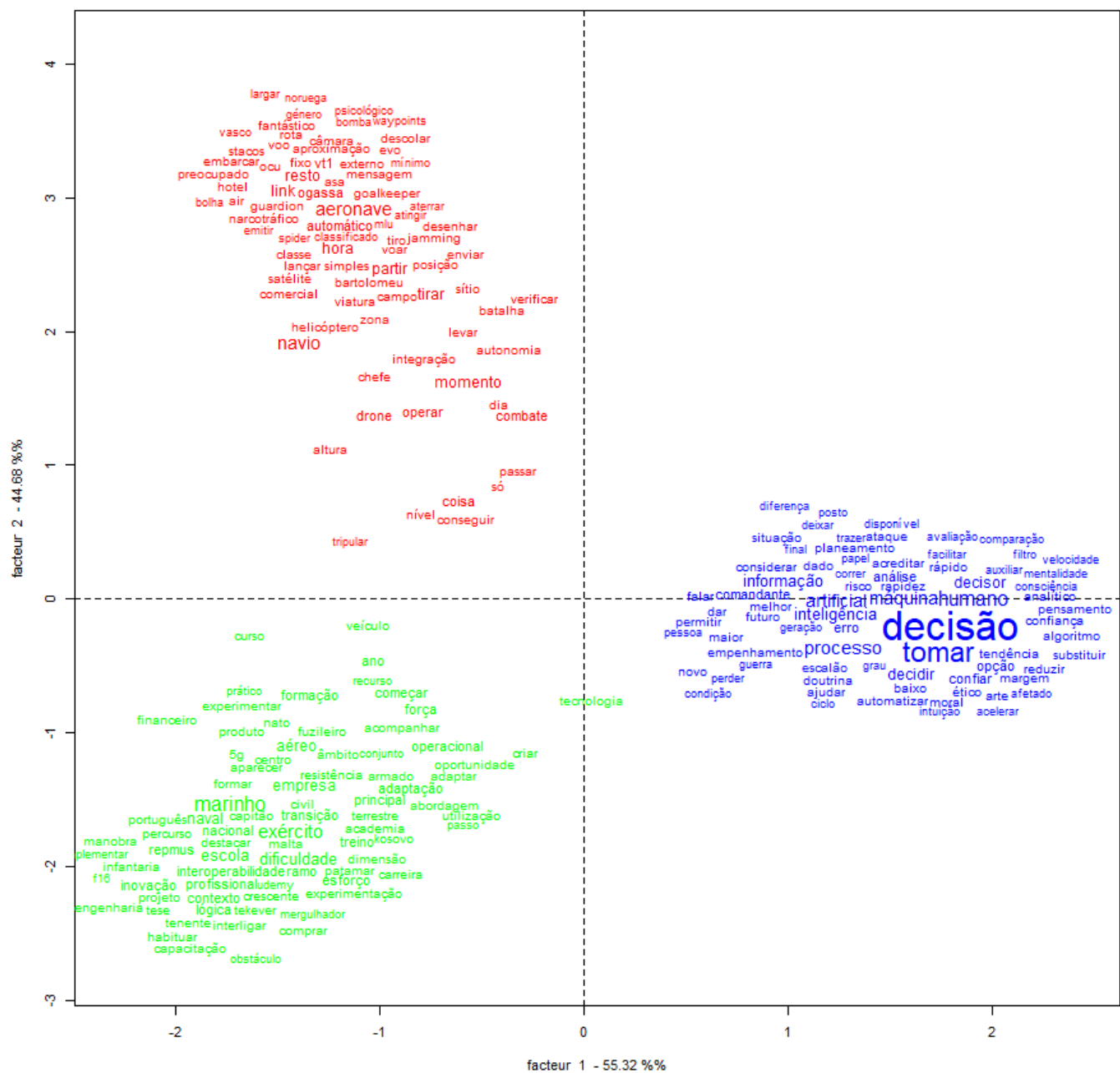
#####

tempo : 0h 0m 11s

#####







Apêndice H - Guião de entrevista semiestruturada

Guião da Entrevista

No início da entrevista, irei solicitar que o entrevistado se apresente, mencionando o seu nome, cargo/função/unidade atual e percurso profissional. Irei explicar a divisão de tópicos da entrevista o contexto onde esta se insere e o porquê da população-alvo.

1. Experiência Profissional e Contexto Operacional

1.1. Ao longo da sua carreira teve a oportunidade de trabalhar com Sistemas de Combate, Sistemas Autónomos, Veículos não Tripulados, Inteligência Artificial? Se sim, quais foram?

1.2. Durante a sua carreira, teve a oportunidade de trabalhar tanto com modelos mais antigos quanto com os modelos mais recentes? Se sim, quais foram?

1.3. Pode descrever uma situação operacional em que teve de tomar decisões utilizando tecnologia antiga? Como foi esse processo?

1.4. E em comparação, pode descrever uma situação recente em que tenha utilizado novas tecnologias para apoiar a tomada de decisão? Que diferenças notou?

2. Evolução do Processo de Tomada de Decisão

2.1. Que diferenças/capacidades mais evidentes identifica entre a tomada de decisão com esses sistemas antigos e com os sistemas atuais?

2.2. Os sistemas mais antigos exigiam um processo mais intuitivo e baseado na experiência do militar? Ou já havia alguma forma de apoio tecnológico? A experiência continua a ter o mesmo peso?

2.3. Com as novas tecnologias (IA, sistemas autónomos, veículos não tripulados), sente que há mais rapidez na análise e decisão?

2.4. Acha que a nova tecnologia reduziu a margem de erro ou trouxe novos desafios e incertezas ao processo decisório? Porquê?

2.5. Alguma vez houve situações em que preferiu confiar na sua intuição e experiência em vez dos dados fornecidos pelos novos sistemas?

2.6. Em termos de autonomia, sente que os militares têm hoje mais ou menos controle sobre as decisões táticas do que no passado?

2.7. Como avalia a confiança nas decisões geradas por Inteligência Artificial e sistemas autônomos em comparação com as decisões humanas?

2.8. De um modo geral, através da sua experiência até hoje adquirida, como é que a evolução tecnológica tem afetado o seu processo de tomada de decisão? É necessária uma nova maneira de pensar, mandar e decidir?

3. Desafios na Adaptação às Novas Tecnologias

3.1. Houve dificuldades na transição dos sistemas antigos para os novos? Quais foram os principais obstáculos? Há resistência por parte dos militares mais experientes em confiar totalmente nas novas tecnologias para a tomada de decisão?

3.2. Qual foi a abordagem efetuada pela Marinha/Exército/Força Aérea, no âmbito da formação, á introdução destas novas tecnologias/sistemas?

3.3. Pensa que o seu ramo se está a adaptar facilmente á crescente evolução tecnológica?

3.4. Consegue enumerar as principais Vantagens ou Dificuldades na abordagem da Marinha/Exército/Força Aérea aos desafios tecnológicos?

3.5. Os militares mais jovens, que já iniciam a carreira com sistemas modernos, têm uma abordagem diferente na tomada de decisão? E no manuseamento destas tecnologias?

4. Perspetivas Futuras

4.1. Acredita que no futuro a decisão humana será cada vez mais influenciada ou até substituída por sistemas automatizados?

4.2. Com base na sua experiência, quais são as principais vantagens e desvantagens da crescente automação na tomada de decisão militar?

4.3. Há preocupações éticas ou operacionais na transição para um modelo mais automatizado de decisão?

4.4. Num futuro próximo, na sua opinião, qual será a tendência para a tomada de uma decisão: Será melhor ser sempre o militar a decidir? Uma relação militar-máquina? Apenas a máquina? Acha que existirá um maior risco?

4.5. Se pudesse sugerir melhorias na integração de novas tecnologias nas FFAA, o que recomendaria?

Apêndice I – Tabela Resumo dos Sistemas Internacionais Analisados

País	Sistema/Projeto	Tipologia	Empresa/Instituição
EUA	Aegis	Sistema de Combate	Lockheed Martin
EUA	Ghost	UAV	Anduril Industries
EUA	Ghost Fleet Overlord	USVs	US Navy
EUA	MQ-25 Stingray	UAV	Boeing
EUA	Air Combat Evolution	IA	DARPA
Alemanha	Oerlikon Skytex	Sistema de defesa aérea	Rheinmetall AG
Alemanha	Mission Master	UGVs	Rheinmetall AG
França	Aliaca UAS	UAV	Airbus Defense and Space
França	Dassault nEURON	UCAV	Dassault Aviation
Reino Unido	HERNE	XLUAV	BAE Systems
Reino Unido	DragonFire	LDEW	MBDA UK, QinetiQ, Leonardo, DSLT
Israel	Drone Dome	C-UAS	Rafael Advanced Defense Systems
Israel	C-Dome	Sistema de Combate	Rafael Advanced Defense Systems
Israel	KATANA	USV	Israel Aerospace Industries
Israel	HARPY NG	UAV/Míssil	Israel Aerospace Industries
Israel	Fire Weaver	Sistema de Apoio à decisão	Rafael Advanced Defence Systems
Ucrânia	MetaConstellation	Sistema de Apoio à decisão	Palantir

Ucrânia	ALTRA	Sistema de Combate	Helsing AI
Ucrânia	HX-2	UAV	Helsing AI
Rússia	KUB-BLA	UAV	ZALA Aero Group
Rússia	Lancet-3	UAV	ZALA Aero Group

Apêndice J – Tabela Resumo dos Sistemas Nacionais Analisados

Ramo	Sistema/Projeto	Tipologia
Marinha	CMS GUARDION	Sistema de Combate
Marinha	OGASSA	UAV
Marinha	VTone	UAV
Marinha	Trator do Mar	USV
Marinha	C.A.R.V.A.L.H.O	Sistema de apoio à decisão
Marinha	NRP D. João II	Navio
Exército	Raven RQ-11B	UAV
Exército	BMS-C2	Sistema de comando e controlo
Exército	Masa Sword	Sistema de comando e controlo
Exército	SPG Vanguard System	C-UAS
Força Aérea	C-390 MILLENNIUM	Aeronave de asa fixa
Força Aérea	UH-60 Black Hawk	Aeronave de asa rotativa
Força Aérea	OGASSA	UAV
Força Aérea	A-29N Super Tucano	Aeronave de asa fixa

Apêndice K – Tabela Resumo dos Militares Entrevistados

Ramo	Posto	Especialidade
Marinha	Capitão-de-mar-e-guerra	Fuzileiros
Marinha	Primeiro-Tenente	Mergulhadores-Sapadores
Marinha	Primeiro-Tenente	EN-AEL
Marinha	Primeiro-Tenente	Marinha
Marinha	Segundo-Tenente	Marinha
Exército	Coronel	Artilharia
Exército	Coronel	Infantaria-Paraquedista
Exército	Coronel	Cavalaria
Exército	Tenente-Coronel	Infantaria-Comando
Exército	Major	Infantaria
Força Aérea	Tenente-General	Piloto-Aviador
Força Aérea	Major-General	Piloto-Aviador

Anexos

Anexo A - Termo de responsabilidade

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, 23920 ASPOF M David Casimiro da Silva Capinha Henriques, portador(a) do Cartão de Cidadão n.º 14582237, atualmente a prestar serviço no(a) Escola Naval e a frequentar o curso Ciências Militares-Navais, especialidade de Marinha, na Escola Naval, no âmbito do estudo da Dissertação de mestrado, vem, por este meio, propor a realização de um Questionário, sobre O Processo de Tomada de Decisão nas Forças Armadas: Impacto das Tecnologias Emergentes, assumindo todos os princípios éticos inerentes à investigação científica.

O/A investigador/a garante que a recolha de dados salvaguarda o anonimato e a confidencialidade dos participantes; que a investigação salvaguarda qualquer informação que possa pôr em causa a imagem da instituição e que o estudo será disponibilizado, aquando do seu término, à Marinha Portuguesa.

Data: __/__/2025

Assinatura

Anexo B - Declaração de consentimento para o tratamento de dados pessoais

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO PARA TRATAMENTO **DE DADOS PESSOAIS**

Eu, David Casimiro da Silva Capinha Henriques, declaro, para efeitos previstos no Regulamento Geral de Proteção de Dados (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016 (RGPD), prestar, por este meio, o meu consentimento para o tratamento dos meus dados pessoais contidos no âmbito da realização do/a ~~estudo/pesquisa/inquérito/entrevista~~ *(riscar o que não interessa)* O Processo de Tomada de Decisão nas Forças Armadas: Impacto das Tecnologias Emergentes , durante o período de tempo estritamente necessário e especificamente no âmbito e finalidade de tratamento para a qual são recolhidos.

Data: __/__/2025

Assinatura

