

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

2021/2022



TII

A ROBOTIZAÇÃO DA GUERRA

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

**João Amílcar Rodrigues Marques
MAJOR, ENGENHARIA**



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
A ROBOTIZAÇÃO DA GUERRA

MAJOR, ENGENHARIA João Amílcar Rodrigues Marques

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 2021/2022

Pedrouços 2022



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

A ROBOTIZAÇÃO DA GUERRA

MAJOR, ENGENHARIA João Amílcar Rodrigues Marques

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 2021/2022

Orientador: CAPITÃO-TENENTE, MARINHA Dinis Filipe Vargas Cabrita

Pedrouços 2022



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, João Amílcar Rodrigues Marques, declaro por minha honra que o documento intitulado “A Robotização da Guerra” corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do Curso de Estado-Maior Conjunto 2021/2022 no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

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

Pedrouços, 04 de maio de 2022

João Amílcar Rodrigues Marques



Agradecimentos

A gratidão é o único tesouro dos humildes
William Shakespeare

Agradeço ao Sr. Capitão-Tenente Vargas Cabrita, meu orientador, pela permanente disponibilidade e pela orientação da investigação.

Agradeço ao Sr. Tenente-Coronel António Ferreira, pela disponibilidade e camaradagem demonstrada, bem como pelos excelentes contributos à investigação.

Agradeço ao Sr. Tenente-Coronel Paulo Ferreira e ao Sr. Major Vilela da Costa, pela assistência científica que necessitei a determinado momento.

Agradeço ao Sr. Professor Doutor Santos Neves, ao Sr. Coronel Figueiredo Moreira, aos Srs. Tenentes-Coronéis Mário Martinho, Ricardo Camilo, Gabriel Gomes, Rui Cordeiro e ao Sr. Major Aires Carqueijo, pelo conhecimento e reflexão proporcionados por ocasião das respetivas entrevistas, que muito enriqueceram o meu trabalho.

Por fim, um agradecimento especial à minha família, pelo suporte familiar coeso, que viabilizou mais esta etapa.

Obrigado.



Índice

1. Introdução.....	1
2. Revisão da literatura, enquadramento concetual e metodologia	4
2.1. Revisão da literatura	4
2.2. Enquadramento conceptual	6
2.3. Metodologia	8
2.3.1. Percurso metodológico.....	9
2.3.2. Método	9
3. A Robótica e os sistemas autónomos no macro ambiente futuro	11
3.1. Fatores e impactos político-económicos	11
3.2. Fatores e impactos ambiente-sociais.....	11
3.3. Fatores e impactos ético-legais	12
3.4. Fatores e impactos tecnológico-militares.....	13
3.5. Síntese conclusiva	14
4. Desenvolvimento internacional de sistemas terrestres não tripulados	16
4.1. União Europeia	16
4.1.1. Estratégias	16
4.1.2. Projetos.....	17
4.2. Organização do Tratado do Atlântico Norte	18
4.2.1. Estratégias	18
4.2.2. Projetos.....	19
4.3. Síntese conclusiva.....	21
5. Desenvolvimento nacional de sistemas não tripulados	23
5.1. Estado-Maior General das Forças Armadas	23
5.1.1. Estratégias	23
5.1.2. Projetos.....	24
5.2. Exército	24
5.2.1. Estratégias	24
5.2.2. Projetos.....	25
5.3. Síntese conclusiva	26



6. Contributos à integração de sistemas terrestres não tripulados no Exército	28
6.1. Análise de desafios	28
6.2. Contributos para o Exército	29
7. Conclusões	31
Referências bibliográficas	36

Índice de Apêndices

Apêndice A – Corpo de conceitos	Apd A-1
Apêndice B – Modelo de análise	Apd B-1
Apêndice C – Tipologia de entrevistas e identificação dos entrevistados.....	Apd C-1
Apêndice D – Questões das entrevistas	Apd D-1
Apêndice E – Extratos das respostas às entrevistas.....	Apd E-1
Apêndice F – Análise de conteúdo das entrevistas	Apd F-1

Índice de Figuras

Figura 1 – STNT do projeto HyMUP	5
Figura 2 – STNT para EOD.....	6
Figura 3 – Contextualização da RSA	8
Figura 4 – STNT da MILREM Robotics.....	17
Figura 5 – Esquema de atuação dos STNT.....	18
Figura 6 – Projetos da NATO relacionados com TED.....	20
Figura 7 – STNT tipo MineWolf 240	26

Índice de Quadros

Quadro 1 – Análise de tendências	15
Quadro 2 – Análise dos desenvolvimentos internacionais	21
Quadro 3 – Análise dos desenvolvimentos nacionais	27
Quadro 4 – Matriz SWOT	28
Quadro 5 – Desafios resultantes da análise SWOT	29
Quadro 6 – Corpo de conceitos	Apd A-1
Quadro 7 – Modelo de análise.....	Apd B-1
Quadro 8 – Tipologia de entrevistas e identificação dos entrevistados.....	Apd C-1
Quadro 9 – Questões da entrevista ao E1	Apd D-1



Quadro 10 – Questões da entrevista ao E2	Apd D-1
Quadro 11 – Questões das entrevistas ao E3, E4, E5 e E6.....	Apd D-1
Quadro 12 – Excertos das respostas do E1.....	Apd E-1
Quadro 13 – Excertos das respostas do E2.....	Apd E-2
Quadro 14 – Questões das respostas do E3, E4, E5 e E6.....	Apd E-2
Quadro 15 – Análise do conteúdo das entrevistas	Apd F-1



Resumo

Os sistemas terrestres não tripulados autónomos apresentam oportunidades e ameaças à Defesa, permitindo um conjunto alargado de tarefas e a minimização do risco humano. Consequentemente, e impulsionado pelas metas definidas pela Aliança Atlântica, o Exército Português pretende desenvolver e capacitar-se com estes sistemas.

A presente investigação tem como objeto de estudo o desenvolvimento de sistemas terrestres não tripulados para apoio às forças terrestres, propondo contributos para melhorar a integração destes sistemas no Exército, seguindo um raciocínio indutivo, uma estratégia de investigação qualitativa e um estudo de caso.

Do estudo, resultou que os sistemas terrestres não tripulados autónomos tendem a ser empregues para evacuação e reabastecimento sanitário, transporte de cargas, apoio à mobilidade e proteção de pequenas unidades de manobra, e para informações, vigilância e reconhecimento. Para o efeito, perspetivam-se equipas Homem-máquina e sistemas multirrobôs.

Concluiu-se que o Exército deve desenvolver sistemas multifuncionais para acompanhar as tendências referidas anteriormente. Para tal, deve desenvolver estratégias específicas e estimular a participação em projetos nacionais e internacionais, procurando sinergias entre a Indústria, a Defesa e a Academia. Neste contexto, deve salvaguardar-se o estrito cumprimento das regras do direito internacional e acautelar-se a aceitação ética das soluções e dos seus efeitos.

Palavras-chave

Tecnologias Emergentes e Disruptivas; Robótica e Sistemas autónomos; Sistemas Terrestres Não Tripulados; Exército Português.



Abstract

Autonomous unmanned ground systems present opportunities and threats to Defense, allowing a wide range of tasks and minimize human risk. Consequently, and driven by the goals defined by the Atlantic Alliance, the Portuguese Army intends to develop and train itself with these systems.

The present investigation has as its object of study the development of unmanned ground systems to support land forces, proposing contributions of the integration of these systems in the Army, following an academic inductive reasoning, a qualitative research strategy and the case study.

From the study, it emerged that autonomous unmanned ground systems tend to be used for evacuation and sanitary resupply, cargo transport, mobility support and protection of small maneuver units, and for information, surveillance and reconnaissance. For this purpose, human-machine teams and multi-robot systems are envisaged.

It was concluded that the Army must develop multifunctional systems to keep up with the aforementioned trends. To this end, it must develop specific strategies and encourage participation in national and international projects, seeking synergies between Industry, Defense and Academia. In this context, strict compliance with the rules of international law must be safeguarded and the ethical acceptance of solutions and their effects must be ensured.

Keywords

Emerging and Disruptive Technologies; Robotic and Autonomous Systems; Unmanned Ground Systems; Portuguese Army.



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

ACT	<i>Allied Command Transformation</i> (Comando Aliado para a Transformação)
ADF	<i>Australian Defence Force</i> (Força de Defesa Australiana)
ARTUS	<i>Autonomous Rough-terrain Transport UGV Swarm</i> (Multiveículos Terrestres Não Tripulados para Transporte Autónomo em Terreno Acidentado)
BMS	<i>Battlefield Management System</i> (Sistema de Gestão do Campo de Batalha)
BQR	Biológico, Químico e Radiológico
BTID	Base Tecnológica e Industrial de Defesa
CARD	<i>Coordinated Annual Review on Defence</i> (Revisão Anual Coordenada sobre a Defesa)
CASEVAC	<i>Casualty Evacuation</i> (Evacuação de Feridos)
CE	Comissão Europeia
C-IED	<i>Counter-Improvised Explosive Devices</i> (Contrabombismo)
CINAMIL	Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar
CUGS	<i>Combat Unmanned Gound System</i> (Sistema Terrestre Não Tripulado de Combate)
C2	Comando e Controlo
C3	Comunicações, Comando e Controlo
DEIFA	Diretiva Estratégica para a Inovação nas Forças Armadas
DINA	<i>Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic</i> (Acelerador de Inovação em Defesa para o Atlântico Norte)
DIT	Divisão de Inovação e Transformação
EDA	<i>European Defence Agency</i> (Agência Europeia de Defesa)
EDF	<i>European Defence Fund</i> (Fundo Europeu de Defesa)
EME	Estado-Maior do Exército
EMGFA	Estado-Maior-General das Forças Armadas
EOD	<i>Explosive Ordnance Disposal</i> (Inativação de Engenhos Explosivos)
EU	<i>European Union</i> (União Europeia)
FA	Forças Armadas
FT	Forças Terrestres
IA	Inteligência Artificial
IDI	Investigação, Desenvolvimento e Inovação



IUM	Instituto Universitário Militar
IVR	Informações, Vigilância e Reconhecimento
I&D	Investigação e Desenvolvimento
LPM	Lei de Programação Militar
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i> (Organização do Tratado do Atlântico Norte)
NIC	<i>National Intelligence Council</i> (Conselho de Informações Norte-Americano)
OE	Objetivo Específico
OG	Objetivo Geral
PESCO	<i>Permanent Structured Cooperation</i> (Cooperação Estruturada Permanente)
QC	Questão Central
QD	Questão Derivada
RSA	Robótica e Sistema Autônomo
SA	Sistema Autônomo
SANT	Sistema Aéreo Não Tripulado
SCTN	Sistema Científico e Tecnológico Nacional
SNT	Sistema Não Tripulado
SSI	<i>Strategic Studies Institute</i> (Instituto de Estudos Estratégicos)
STNT	Sistema Terrestre Não Tripulado
STO	<i>Science and Technology Organization</i> (Organização para a Ciência e Tecnologia)
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i> (Potencialidades, Vulnerabilidades, Oportunidades e Ameaças)
TED	Tecnologia Emergente e Disruptiva
TII	Trabalho de Investigação Individual
UE	União Europeia
US	<i>United States</i> (Estados Unidos)
US DoD	<i>United States Department of Defense</i> (Departamento da Defesa dos Estados Unidos)
WDA	<i>Warfare Development Agenda</i> (Agenda para o Desenvolvimento de Capacidades de Combate)



1. Introdução

Inicialmente empregavam-se as máquinas em tarefas repetitivas, desgastantes e perigosas. Seguidamente, na década de 90, as Forças Terrestres (FT) usufruíam de vistas aéreas com recurso a sistemas de controlo remoto. No Iraque e no Afeganistão, assistiu-se ao emprego militar de Sistemas Autónomos (SA), para a recolha massiva de dados e para a realização de tarefas cujo risco seria inaceitável para um ser humano (Sloan, 2015). Com a capacitação letal de sistemas, começaram a emergir um conjunto de novas tecnologias, cuja convergência entre si, poderá despoletar, nas próximas duas décadas, impactos tão revolucionários como os que foram originados pelo armamento nuclear em 1945 (Manning, 2020).

As Tecnologias Emergentes e Disruptivas (TED) contemplam a Inteligência Artificial (IA), os megadados (i.e., *big data*), a Robótica e os Sistemas Autónomos (RSA), materiais avançados, tecnologias quânticas e sistemas de armas hipersónicas e espaciais. Pelas suas potencialidades, perspetiva-se que as TED venham a alterar significativamente as regras dos conflitos no espaço temporal de uma ou duas gerações (*European Defence Agency* [EDA], 2021b).

Os SA proporcionam um conjunto abrangente de benefícios, desde as Informações, Vigilância e Reconhecimento (IVR), às missões logísticas e de combate (EDA, 2020b). Contudo, decidem e atuam com base em modelos probabilísticos, dependentes de bases de dados que podem ser suscetíveis de alteração ou sabotagem, surgindo a problemática da ética e da legalidade do seu emprego em operações militares (*Australian Defence Force* [ADF], 2020). Em todo o caso, e atendendo à velocidade com que se desenvolvem estas novas tecnologias, são esperados efeitos na evolução dos conflitos (*United States* [US] Army, 2018).

No domínio terrestre, os Sistemas Terrestres Não Tripulados (STNT) têm vindo a ser essencialmente usados na deteção e Inativação de Engenhos Explosivos (EOD, na sigla inglesa), assim como no reconhecimento de terrenos e infraestruturas, recorrendo, para o efeito, a mecanismos de controlo remoto (EDA, 2018).

Não obstante, a par do desenvolvimento da IA e da robótica, são visíveis os avanços no grau de autonomia conferido aos STNT. A nível internacional, a União Europeia (UE) dispõe de iniciativas estratégicas que corroboram esta via, sendo que os STNT se assumem como prioritários no âmbito da capacitação de combate terrestre, enquanto a IA e os Sistemas Não Tripulados (SNT) adensam a capacitação no multidomínio (EDA, 2018b). Concomitantemente, decorrem sob a alçada da Agência Europeia de Defesa (EDA, no



acrónimo inglês) dois projetos específicos para desenvolver STNT autónomos para apoio a unidades de manobra, contribuindo primariamente para as funções de combate apoio de serviços; movimento e manobra; comando-missão; e informações (EDA, 2022).

Por sua vez, a Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO, no acrónimo inglês), promove uma estratégia coletiva que atenta aos impactos das TED na Aliança, tal como patente no Conceito Estratégico da NATO (*North Atlantic Treaty Organization* [NATO], 2010), na Agenda NATO 2030 (NATO, 2020) e na estratégia da NATO para as TED (NATO, 2021b). Em complemento, verifica-se uma forte aposta em projetos relacionados com TED, sobressaindo a relevância da autonomia e da IA (*NATO Science and Technology Organization* [NATO STO], 2019) e o respetivo papel no seio do desenvolvimento de STNT.

A seu turno, as Forças Armadas (FA) portuguesas, cientes da importância das novas tecnologias, também têm procurado acompanhar esta demanda internacional. O Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMGFA), através da Diretiva Estratégica 2021| 2023 (EMGFA, 2021), dá orientações estratégicas claras para a inovação, substanciadas na Diretiva Estratégica para a Inovação nas Forças Armadas (DEIFA) (EMGFA, 2022). Neste sentido, verifica-se a existência de um projeto do EMGFA específico para o desenvolvimento de STNT em apoio das FT, bem como projetos relativos a Sistemas Aéreos Não Tripulados (SANT) que podem concorrer para tal desígnio.

No domínio terrestre é comum recorrer-se a SANT, existindo, no caso nacional, um conjunto de sistemas na Companhia de Sistemas e Vigilância (Exército Português [Exército], 2015). Paralelamente, espera-se o desenvolvimento de STNT, devido à abrangência de áreas e tarefas que lhes podem ser atribuídas em todas as funções de combate (Exército, 2019). No caso do Exército Português¹, o assunto é enquadrado pela Diretiva Estratégica do Exército (Exército, 2021a) e o interesse em STNT encontra-se particularizado no Plano de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (IDI) (Exército, 2021b).

Atualmente, no Exército, apenas existem STNT (controlados remotamente) no Grupo de Equipas EOD (Exército, 2019), não existindo projetos de edificação de capacidades, ou de Investigação e Desenvolvimento (I&D) ativos para o efeito. Assim, considerando-se a atualidade e relevância da temática para a UE, a NATO e para as FA portuguesas, e sabendo-se da intenção de robotização das FT, entende-se adequado propor contributos à integração de STNT autónomos no Exército. Estes contributos focam-se numa ótica de planeamento a

¹ Doravante, simplesmente designado por Exército.



longo prazo, encarando os STNT como uma capacidade e não como um mero equipamento, procurando contribuir para uma eventual estratégia de operacionalização da robotização militar terrestre.

A investigação tem como objeto de estudo o desenvolvimento de STNT para apoio às FT. Delimita-se às atuais estratégias e projetos de desenvolvimento de SNT de aplicação militar terrestre, no âmbito da UE, da NATO, do EMGFA e do Exército.

Tem como Objetivo Geral (OG) propor contributos para melhorar a integração de STNT autónomos no Exército. Estruturando-se uma abordagem holística à temática, numa primeira fase, através do Objetivo Específico (OE) 1, analisam-se as tendências de emprego de RSA a longo prazo. Através do OE 2, analisa-se o desenvolvimento de STNT na UE e na NATO. Através do OE 3, analisa-se o desenvolvimento de SNT no EMGFA e no Exército, em apoio às FT.

Tendo em vista o OG definido, formula-se a seguinte Questão Central (QC): como melhorar a integração de STNT autónomos no Exército? A partir desta, identificam-se três Questões Derivadas (QD), nomeadamente: como tende a empregar-se a RSA a longo prazo? Como estão a ser desenvolvidos os STNT na UE e na NATO? Como estão a ser desenvolvidos os SNT no EMGFA e no Exército, para apoio às FT?

O Trabalho de Investigação Individual (TII) encontra-se organizado em sete capítulos. Na introdução, enquadra-se o tema, justifica-se a investigação, define-se e delimita-se o objeto de estudo, apresentam-se os objetivos e as questões da investigação, e explica-se a organização do estudo. No segundo capítulo, procede-se à revisão da literatura, ao enquadramento concetual e à apresentação da metodologia. Do terceiro ao quinto capítulo, apresentam-se e analisam-se os resultados conducentes às respostas das QD elencadas. No sexto capítulo, analisam-se, em conjunto, as respostas anteriormente obtidas e responde-se à QC. Nas conclusões, sumarizam-se os resultados obtidos, apontam-se contributos ao conhecimento, recomendam-se estudos futuros e apresentam-se as limitações da investigação.



2. Revisão da literatura, enquadramento concetual e metodologia

A presente investigação insere-se no domínio de investigação das Ciências Militares, na área de investigação das Técnicas e Tecnologias Militares e na subárea Sistemas de Combate (Decreto-Lei n.º 249/2015, de 28 de outubro, 2015).

Neste capítulo apresenta-se o estado do conhecimento sobre o tema, o enquadramento concetual do trabalho e a metodologia utilizada na investigação.

2.1. Revisão da literatura

O desenvolvimento e a proliferação tecnológica originam novos desafios e oportunidades. Nas próximas duas décadas é esperada a convergência entre várias tecnologias do domínio digital e físico, provocando diversas transformações, incluindo na Defesa (Manning, 2020).

Os SA tendem a desenvolver-se por motivos essencialmente políticos e económicos, dado que poderão proporcionar vantagens estratégicas significativas (Krishnan, 2009). Nesta senda, a RSA assume particular relevância, dado que pode ser explorada por atores estatais e não estatais, e por poder substituir a ação humana em determinadas tarefas (*Congressional Research Service*, 2018). Por sua vez, os SNT revestem-se numa arma de eleição do século XXI, com aplicação no domínio terrestre, aéreo e marítimo (Conselho Nacional de Ciência, 2017, cit. por Wang, Li, Ren, Yang & Han, 2021, p.1).

A nível terrestre, os STNT têm sido amplamente empregues em contexto civil e militar (Liu, Han, Liu & Peng, 2018). Neste último, primariamente para IVR e EOD (Halford & Hwang, 2010), tal como patente nos desenvolvimentos da UE e da NATO.

No âmbito da UE, em 2012, através do projeto Veículo Terrestre Não Tripulado e Semiautónomo, vocacionado para *Counter-Improvised Explosive Devices* (C-IED) e para a deteção de agentes Biológicos, Químicos e Radiológicos (BQR) com ameaça explosiva, foi possível identificar o estado da arte das tecnologias e das capacidades industriais europeias de STNT, bem como constatar lacunas nas capacidades de STNT da UE e identificar projetos de I&D de STNT (EDA, 2013).

Em 2015, através do projeto Tecnologias para Controlo Multirrobôs, realizou-se uma prospeção de mercado sobre investigações de sistemas multirrobôs, focada no grau de controlo de máquinas e em equipas Homem-máquina. Demonstrou-se a relevância da cooperação entre nações para o desenvolvimento de sistemas multirrobôs, constatando-se que estes sistemas ficaram limitados pela imaturidade de determinadas tecnologias e que a operação totalmente autónoma fora restringida por questões técnicas e morais (EDA, 2015).

Em 2017, o projeto do Pelotão Tripulado / Não Tripulado (projeto HyMUP) analisou a viabilidade de coordenar ações entre veículos tripulados e não tripulados (Figura 1), destinados a missões de combate, tendo-se desenvolvido uma frota de STNT para fins de IVR, controlada remotamente a partir de uma viatura (tripulada) de Comando e Controlo (C2) ou configurada para a seguir (i.e., tipo *follow-me*) (EDA, 2017a).



Figura 1 – STNT do projeto HyMUP

Fonte: EDA (2017a).

No mesmo ano, na primeira fase do projeto de Proteção contra Interferência Inimiga (projeto PASE I), identificaram-se potenciais tipologias de interferência inimiga em STNT autónomos, permitindo desenvolver contramedidas (EDA, 2017b).

Por fim, em 2018, através do projeto STNT Padronizado com Arquitetura Aberta, identificaram-se estruturas de arquitetura eletrónica, energética e informacional para STNT, estabelecendo-se as referências para o desenvolvimento e implementação de STNT integrados em sistemas de sistemas (EDA, 2018a).

Na NATO, destacam-se os avanços obtidos pelo projeto de Demonstração do Conceito de Capacidade para Interoperabilidade entre STNT e C2, no qual se validou a viabilidade do sistema. Por sua vez, o projeto Compreender os Custos Relativos à Autonomia, permitiu desenvolver uma metodologia para comparar sistemas existentes com alternativas autónomas, permitindo compreender os custos da autonomização (NATO STO, 2020b).

Em Portugal e no desígnio militar, Cortez (2011) concluiu que as competências tecnológicas afetas aos STNT, não estavam agregadas numa única entidade, resultando na falta de sinergia e capitalização dos recursos disponíveis. No Exército, Marques (2013) constatou o benefício da integração de STNT na componente terrestre das FA, alertando para a necessidade de restringir a autonomia dos STNT com capacidade letal e para a sua permanente supervisão. Por sua vez, Marques, Rodrigues, Ribeiro e Xavier (2019) concluíram que os STNT são particularmente relevantes no âmbito da Proteção da Força e IVR, devendo ser modulares e permitir o transporte de pessoal e material.

No âmbito do Processo de Planeamento da Defesa da NATO, foram atribuídas várias metas ao Exército relativas à RSA, entre as quais a capacitação com STNT para reduzir o risco de fratricídio em áreas edificadas, bem como com STNT para todo o tipo de terreno, para fins de C-IED e IVR (Exército, 2019).

Por fim, refira-se que o emprego de STNT pelo Exército, constitui um objetivo transversal a todas as suas capacidades, forças e valências, uma vez que possibilita um conjunto alargado de tarefas, entre as quais a segurança de instalações, escoltas, IVR, fogos diretos em combate próximo, transporte de cargas, evacuação sanitária, EOD e BQR (Exército, 2019).

A temática das TED, trata-se, de facto, de um assunto atual. Substanciou, inclusivamente, as Jornadas de Infantaria de 2021, através das quais se concluiu a adequabilidade do emprego de STNT em escalões até companhia, no âmbito de tarefas de segurança física, evacuação sanitária, reconhecimento, deteção e redução de obstáculos (R. Camilo, entrevista presencial, 22 de fevereiro de 2022).

Atendendo às potencialidades dos STNT, à escassez destas capacidades no Exército – atualmente limitada a tarefas EOD (Figura 2) – e ao respetivo intento da robotização do Exército, considera-se adequado e oportuno propor contributos para a integração de STNT autónomos no Exército. Para o efeito, nesta investigação analisam-se as tendências de emprego de RSA a longo prazo, o desenvolvimento de STNT na UE e na NATO, e o desenvolvimento de SNT no EMGFA e no Exército.



Figura 2 – STNT para EOD
Fonte: Exército (2021c).

2.2. Enquadramento conceptual

A EDA refere-se às TED em sentido lato, considerando que representam as tecnologias que alterarão significativamente as regras ou condutas dos conflitos, num espaço temporal de uma ou duas gerações, e que conduzem ao planeamento militar de longo prazo (EDA, 2021b). Por sua vez, a NATO distingue os conceitos *emergente*, *disruptiva* e *convergente*.



Considera como emergentes, as tecnologias que deverão atingir a maturidade até 2040, não são de uso corrente e que provocam efeitos ainda não cabalmente conhecidos pela Aliança. Como disruptivas, as tecnologias que deverão provocar efeitos significativos ou revolucionários. Como convergentes, as tecnologias que resultam de combinações tecnológicas inovadoras para criar um efeito disruptivo (NATO STO, 2020a). Neste estudo, considera-se o conceito apresentado pela EDA para alusões genéricas às TED e os conceitos da NATO quando existe necessidade de particularizar.

De acordo com a NATO STO (2020a), a *robótica* refere-se ao estudo da conceção e construção de SA, e a *autonomia* à capacidade de resposta dos sistemas perante situações de incerteza, criando ou optando autonomamente por determinada modalidade de ação. Não obstante e por uma questão de simplicidade, adota-se o conceito apresentado pelo *Congressional Research Service* (2018), segundo o qual, a robótica é referente aos aspetos físicos das máquinas e a autonomia aos aspetos cognitivos.

Distingam-se também, os conceitos de *automatização* e de *autonomização*. Para Morgan et al. (2020), um sistema automatizado atua segundo regras pré-definidas, enquanto um sistema autónomo aufere de controlo sobre a forma de atuação. O assunto pode ser aprofundado, hierarquizando os conceitos conforme proposto pela ADF (2020). Assim, os sistemas podem ser de controlo remoto, automáticos, autonómicos ou autónomos. No primeiro caso, são operados remotamente por humanos. Os automáticos são programados para realizar tarefas de forma determinística e os autonómicos de forma probabilística. Os autónomos determinam as tarefas a desenvolver para atingir determinado objetivo.

Os conceitos abordados estão intimamente relacionados com o grau de controlo humano (Figura 3), que inclui (ADF, 2020):

- Comando humano completo – os humanos controlam (fisicamente ou remotamente) todas as funcionalidades dos sistemas;
- Comando humano (*human in the loop*) – o sistema executa algumas funções de forma independente, mas requer ação humana para executar determinadas funções;
- Controlo humano (*human on the loop*) – o sistema executa autonomamente todas as funções, mas o humano pode intervir para interromper ou modificar o resultado;
- Ordem humana (*human starts the loop*) – o humano define os parâmetros operacionais e inicia a operação do sistema, sendo que, de seguida, a máquina não requer intervenção humana para executar a tarefa.

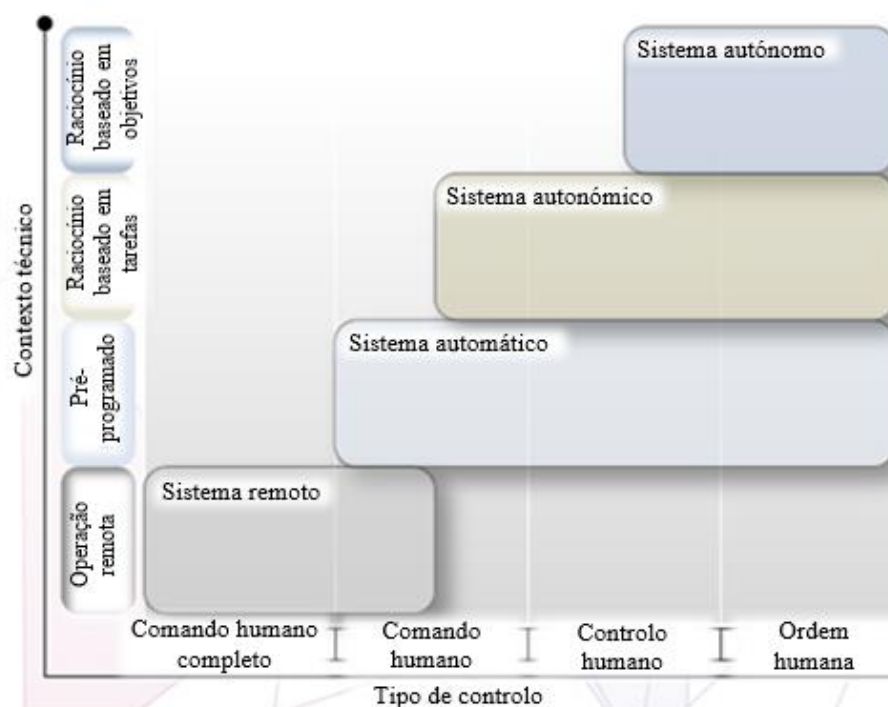


Figura 3 – Contextualização da RSA

Fonte: Adaptado a partir de ADF (2020).

Face ao exposto, considera-se como SA, os sistemas que exercem determinado grau de controlo sobre a forma de atuação (i.e., estão excluídos os sistemas de controlo remoto que requeiram comando humano completo).

Por sua vez, a RSA resulta da convergência de três tecnologias disruptivas: SA, IA e megadados (NATO STO, 2020a). Para o *US Army* (2018), a RSA refere-se a sistemas que possuem um elemento robótico e/ou autónomo, pelo que, um SNT pode ser considerado como RSA caso disponha de um destes elementos. Contudo, um SNT é necessariamente constituído por uma plataforma não tripulada (e.g., veículo), uma missão atribuída ao sistema e por um mecanismo de controlo (Wang et al., 2021).

O Apêndice A apresenta um corpo complementar de conceitos.

2.3. Metodologia

Considerando o OG do TII, a investigação seguiu uma posição ontológica construtivista, dado que os fenómenos sociais e os seus significados resultaram de “versões específicas, dependentes do indivíduo, do meio e do tempo” (Santos & Lima, 2019, p.16), considerando-se as iterações entre o tempo presente e de longo prazo, no meio civil e militar.

Como abordagem epistemológica, adotou-se o interpretativismo, uma vez que se procurou “não só verificar os fenómenos, mas também compreender os significados subjetivos desses mesmos fenómenos sociais” (Bryman, 2012, cit. por Santos & Lima, 2019, p. 18), de modo a acrescentar valor à realidade e a consumir contributos para o Exército.



Com recurso ao raciocínio indutivo, partiu-se da “observação de factos particulares para, através da sua associação, estabelecer generalizações que permitam formular uma lei ou teoria” (Santos & Lima, 2019, p. 18), tendo-se observado as particularidades da RSA no macro ambiente de longo prazo, dos STNT na UE e na NATO, e dos SNT no EMGFA e no Exército, para formular uma teoria, consumada em contributos, para melhorar a integração de STNT autónomos no Exército.

Através de uma estratégia de investigação qualitativa, interpretaram-se os fenómenos sociais e os respetivos significados, não se procurando recolher dados para comprovar teorias, mas sim, aprofundar o entendimento do objeto de estudo a partir de padrões encontrados nos dados (Vilelas, 2009).

Como desenho de pesquisa, adotou-se o estudo de caso, procurando-se “recolher informação detalhada sobre uma única unidade de estudo” (Santos & Lima, 2019, p. 36), nomeadamente os STNT.

2.3.1. Percurso metodológico

A investigação compreendeu duas fases. A primeira, destinada à revisão da literatura e ao enquadramento concetual, através de leituras preliminares e de entrevistas exploratórias, delimitando-se a pesquisa e apresentando-se os conceitos estruturantes. Na segunda fase, apresentaram-se os dados e discutiram-se os resultados, respondendo às QD e à QC.

O Apêndice B explana o modelo de análise seguido.

2.3.2. Método

A recolha de dados recorreu à análise documental e a entrevistas, atendendo ao conhecimento documentado e, de forma individualizada e integrada, às experiências dos indivíduos estudados (Vilelas, 2009).

Os documentos analisados provieram de fontes abertas, dando-se primazia a elementos nacionais, da UE e da NATO. Por sua vez, as entrevistas semiestruturadas foram realizadas a especialistas que desempenham, ou desempenharam recentemente, cargos relevantes para a temática em estudo (Apêndice C), no âmbito da EDA, do EMGFA, do Estado-Maior do Exército (EME) e do Instituto Universitário Militar (IUM).

Para o efeito, foram realizados guiões de entrevista distintos (Apêndice D), cujos excertos das respostas constam no Apêndice E. Um guião, para esclarecer aspetos legais sobre a temática; outro para obter informação específica afeta ao EMGFA; um último, relativo aos possíveis benefícios e desafios associados à integração de STNT autónomos no Exército. Nos primeiros dois guiões, considerou-se que os entrevistados representavam “um



caso extraordinário e altamente específico [sendo] vantajoso não o misturar com outros que sejam dificilmente comparáveis” (Rego, Pina e Meyer, 2018, p. 53).

No último guião, entrevistaram-se especialistas, cujos cargos exercidos lhes conferiam observação do objeto de estudo, motivando uma análise ao conteúdo das respetivas entrevistas (Apêndice F), através do método advogado por Sarmiento (2013). Neste contexto, procurou-se a dimensão da amostra sugerida por Morse (2000) – seis a 10 pessoas – mas só foi possível identificar quatro especialistas. Não obstante, considerando que “as indicações [de Morse] não são regras” (Rego, Pina e Meyer, 2018, p.54) e dada a complexidade do assunto, optou-se por manter a aplicação do método, tendo-se verificado, durante o processo, que a saturação teórica fora efetivamente atingida, dado que as respostas tendiam a convergir entre si. Citando Santos e Lima (2019, p.70), trata-se de “uma amostra pequena [mas] com elevado grau de validade”.



3. A Robótica e os sistemas autónomos no macro ambiente futuro

Nos próximos 20 anos, o cenário global de inovação tecnológica deverá evoluir significativamente, alterando a natureza da guerra e, consequentemente, as capacidades e as estratégias dos diversos atores (*European Parliament*, 2021).

Neste capítulo analisam-se as tendências de emprego da RSA a longo prazo, considerando-se o macro ambiente futuro nas suas variáveis político-económica, ambiente-social, ético-legal e tecnológico-militar, aprofundando-se as duas últimas, pela sua relevância para o estudo.

3.1. Fatores e impactos político-económicos

A segurança internacional e o ambiente estratégico serão moldados, até 2040, pelas tendências e pelos fatores políticos estatais e interestaduais, esperando-se repercussões nos conflitos futuros (*NATO Allied Command Transformation [ACT]*, 2017).

Assistir-se-á, provavelmente, a uma mudança no equilíbrio global devido a rivalidades geopolíticas (*European Union [EU]*, 2021). Tais rivalidades, poderão contribuir para a proliferação de tecnologias disruptivas e letais, aumentando o risco de disrupção social. Neste contexto, o papel dos Estados na política internacional tenderá a diminuir, face ao aparecimento de atores não estatais e à democratização da tecnologia (i.e., acesso de um número crescente de atores à tecnologia) (*National Intelligence Council [NIC]*, 2017).

Por sua vez, espera-se o incremento do desemprego das camadas mais jovens, bem como a diminuição de oportunidades económicas, resultando em novas tensões e potenciais dinâmicas conflituais (EU, 2021). Perante a desaceleração do crescimento económico, poderão verificar-se reduções nos orçamentos de Defesa, influenciando o modo com que se lidará com as ameaças emergentes nos conflitos futuros (NATO ACT, 2017). Estas tendências poderão ser revertidas pelos avanços tecnológicos e em particular pela IA (NIC, 2021).

3.2. Fatores e impactos ambiente-sociais

A população global tende a aumentar, estimando-se que alcance o valor de 9,2 mil milhões ($9,2 \times 10^9$) de pessoas até 2040 (EU, 2021). Em contraste, perspetiva-se o decréscimo da natalidade e o aumento da idade média e da esperança média de vida no continente europeu, estimulando o desenvolvimento de alternativas tecnológicas (NIC, 2021).

O aumento da população global deverá provocar alterações demográficas assimétricas, prevendo-se que a urbanização crescente defina as características estruturais das sociedades futuras e, consequentemente, a natureza e a dinâmica dos conflitos que ocorram nas



próximas duas décadas (Cohen et al., 2020). Com o aumento da população e dos grandes aglomerados populacionais, os conflitos tendem a ocorrer em áreas densamente povoadas, restringindo a observação e o movimento de forças (EU, 2021). Por sua vez, o tipo de ocupação do terreno também influenciará o emprego de determinadas tecnologias emergentes (EDA, 2018b). Nesta senda, destaca-se a relevância do desenvolvimento da IA e o consequente decréscimo do envolvimento humano na tomada de decisão (NIC, 2021).

Ademais, as operações futuras deverão ocorrer em terrenos heterogêneos, localizados em áreas remotas e sob condições extremas (Brosig et al., 2020), enquanto que as missões expedicionárias deverão ocorrer em climas secos e extremamente quentes (e.g., África central), motivando o emprego tecnológico naqueles ambientes (EU, 2021).

3.3. Fatores e impactos ético-legais

A autonomia de sistemas resulta num conjunto de preocupações éticas e legais (NIC, 2021), que poderão, inclusivamente, violar o direito à paz (Lee, 2015). O assunto ético-legal poderá sobrepor-se às eventuais limitações tecnológicas, constituindo-se como o principal obstáculo à integração de sistemas totalmente autónomos na Defesa (EDA, 2021c). Por um lado, a ação letal autónoma altera a atual conjuntura de emprego de armas cinéticas, na qual o ato letal depende da decisão e intervenção humana. Por outro, tende a causar menos danos colaterais, a ser menos devastadora que as armas nucleares e a provocar menos sofrimento que uma arma biológica ou química (*Strategic Studies Institute [SSI]*, 2018).

Não obstante, o futuro afigura-se no emprego de RSA em ações não letais, em particular por parte dos países da UE. De facto, atendendo à Resolução n.º 2018/2752, de 12 de setembro (2018), nenhum sistema de armas autónomo operado por forças da UE deverá dispor de capacidade letal, sendo que a decisão de ataque contra humanos deve restringir-se exclusivamente a operadores humanos.

M. Neves (entrevista presencial, 10 de fevereiro de 2022) justifica a tendência de proibição de sistemas totalmente autónomos, pela dificuldade em compatibilizá-los com o direito internacional, onde predomina a regra da proibição do uso da força. Considera também, que não se pode aceitar uma lógica em que o uso da força é alheio à decisão e à vontade humana.

Por sua vez, a *Convenção Sobre a Proibição ou Limitação do Uso de Certas Armas Convencionais que Podem ser Consideradas como Produzindo Efeitos Traumáticos ou Ferindo Indiscriminadamente* (Ministério Público, 2000), conduziu, em 2019, à aprovação dos princípios guia para os sistemas de armas autónomas com capacidade letal.



No âmbito legal, há que considerar o Direito Internacional Humanitário, os Direitos Humanos e o Uso da Força, devendo intervir-se de forma preventiva, examinando a legalidade dos SA durante as fases de conceção, desenvolvimento e aplicação, salvaguardando a compatibilidade dos sistemas com as regras do direito internacional (M. Neves, *op. cit.*). Esta visão converge com as orientações da EDA, segundo a qual, as considerações legais deverão acompanhar as várias fases de desenvolvimento da RSA, particularmente nos sistemas com capacidade letal (EDA, 2021c),

Atente-se a dois dos princípios fundamentais do direito internacional humanitário: a distinção e a proporcionalidade. O primeiro, distingue combatentes de não combatentes, proibindo o ataque a alvos civis. O segundo, exige um juízo de avaliação entre o risco de danos colaterais e a potencial vantagem militar que possa resultar do ataque (Comité Internacional da Cruz Vermelha, 2017). Tratam-se de princípios que dificilmente serão cumpridos pela RSA, uma vez que, segundo M. Neves (*op. cit.*), uma máquina programada para detetar humanos, muito dificilmente conseguirá distinguir, por si só, alvos militares de civis, restringindo o seu emprego em determinadas zonas (e.g. urbanas). Acresce que, as decisões das máquinas devem refletir a vontade humana, devendo garantir-se, em todas as circunstâncias, a responsabilização humana sobre as decisões e atos maquinais, pelo que, não se podendo responsabilizar uma máquina, torna-se, do ponto de vista ético, inadmissível que haja uma tentativa de transferência da responsabilidade para uma máquina (M. Neves, *op. cit.*).

A noção das implicações éticas e legais anteriormente apresentadas, é extensível a pessoal não jurista. De facto, por ocasião das entrevistas realizadas no presente TII, constatou-se que a maioria dos entrevistados considera que a problemática ética está intimamente relacionada com o grau de autonomia dos sistemas e com a capacidade letal, ficando patente que a eventual ação letal de um SA, deve necessariamente depender de uma decisão humana.

3.4. Fatores e impactos tecnológico-militares

Considerando as previsões da EU (2021), para além dos adversários com potencial de combate equivalente ou superior ao das forças que integram a UE, assistir-se-á a adversários patrocinados por Estados e a forças irregulares estatais. As guerras por procuração (i.e., *proxy wars*) tornar-se-ão cada vez mais expressivas e os atores não estatais procurarão aumentar a sua mobilidade e capacidade letal, com recurso à tecnologia.

O desenvolvimento de RSA terá impactos nas operações militares, designadamente no âmbito das ações de reconhecimento em ambientes urbanos e nas tarefas executadas no



subsolo. Os SNT potenciarão não só as atividades de IVR em áreas edificadas, como também deverão permitir a operação e navegação autónoma de STNT no subsolo, sabendo-se que atualmente, tal tarefa exige empenhamento humano (NATO STO, 2021).

O desenvolvimento da RSA permitirá reduzir custos, miniaturizar sistemas, incrementar o leque de aplicação e integrar formas sofisticadas de IA; impulsionando o seu crescimento e utilização, principalmente no âmbito da função de combate Apoio de Serviços (NATO STO, 2021). Acresce a redução do risco humano e os benefícios transversais a todas as funções de combate, tal como determinado através da análise do conteúdo das entrevistas (Apêndice F).

De acordo com a NATO STO (2021), afiguram-se os seguintes desenvolvimentos à RSA:

- Aprendizagem autónoma, potenciada pelos avanços na IA e pelos modelos de aprendizagem *online*;
- Rastreamento autónomo e em tempo real, de múltiplos objetos dinâmicos, requerendo a capacidade de estimar trajetórias, com base na capacidade de seleção de alvos;
- Navegação autónoma Biomimética, explorando modelos de animais (e.g., neurofisiologia das abelhas) para desenvolver sistemas de baixo consumo e flexíveis, potenciando a miniaturização e os comportamentos em sistemas multirrobôs.

Os desenvolvimentos elencados fomentarão os sistemas colaborativos e a RSA Biomimética em operações militares (NATO STO, 2021). No âmbito dos sistemas colaborativos, distingue-se o comportamento avançado de enxames robóticos² (US *Department of Defense* [US DoD], 2021), os sistemas lançados por meios aéreos e as equipas de veículos ar-terra (i.e., sistemas colaborativos entre unidades terrestres e aéreas, permitindo reconhecimentos avançados e vigilância contínua) (US DoD, 2019).

Por fim, importa abordar as equipas Homem-máquina (i.e., equipas tripuladas / não tripuladas), dado que o desenvolvimento da simbiose entre humanos e RSA, lhes permitirá trabalhar como parceiros de equipa, dirimindo a incapacidade humana para recolher, compreender e agir perante grandes volumes de informação (US DoD, 2019). Estas equipas também permitirão transferir o controlo de determinadas ações, entre humanos e máquinas, e vice-versa; explorando, caso a caso, o melhor de cada um (Sio & Hoven, 2018).

3.5. Síntese conclusiva

O Quadro 1 sintetiza a análise realizada.

² Do inglês *swarming*. Adiante simplesmente designado por enxame.



Quadro 1 – Análise de tendências

O quê?	Porquê?	Aplicação militar	Tendências
Desenvolvimento e proliferação de RSA.	Colmatar problemáticas de: - Envelhecimento da população; - Megacidades; - Aumento da temperatura global.	Para fins de: - Apoio de serviços; - IVR urbano; - Navegação autónoma. A fim de: - Reduzir risco humano; - Incrementar capacidades militares.	Desenvolvimento de RSA: - Económicos; - Simples; - Flexíveis; - Resistentes a climas extremos; - De elevada autonomia, para fins não letais.
Principal risco ao emprego de RSA: Aceitação ética e restrições legais.			

Face ao exposto, estão reunidas as condições para responder à QD1: *como tende a empregar-se a RSA a longo prazo?*

Assim, perante uma população envelhecida, pouco produtora e agrupada em megacidades, surgirão alternativas tecnológicas à labora humana, conduzindo à proliferação de SA e de IA. Consequentemente, espera-se o desenvolvimento de RSA simples (que permitam o emprego generalizado) e flexíveis (pequenos e multifuncionais).

Em paralelo, o aumento da temperatura global e dos eventos climáticos extremos, deverá resultar no emprego de RSA com capacidade para tal. Contudo, a lei restringirá o emprego de RSA com capacidades letais, motivando o recurso estatal a RSA com elevado grau de autonomia para ações não letais.

Por fim, perspetiva-se o emprego militar de RSA no âmbito do apoio de serviços e de IVR, com capacidade de navegação autónoma e com o intuito de reduzir o risco humano e de incrementar as capacidades militares. Para tal, deve procurar-se reduzir custos, miniaturizar sistemas, integrar novas formas de IA e desenvolver enxames e equipas Homem-máquina.



4. Desenvolvimento internacional de sistemas terrestres não tripulados

Neste capítulo analisam-se os desenvolvimentos internacionais de STNT. Dada a “relevância estratégica da participação do Exército nos compromissos internacionais assumidos no âmbito da [...], NATO, UE [...]” (Exército, 2021a, p. 23), consideram-se as estratégias e os projetos atuais da UE e da NATO.

4.1. União Europeia

De seguida, analisam-se as estratégias da UE e os projetos da EDA.

4.1.1. Estratégias

Das iniciativas de defesa europeia, destacam-se, pelo interesse para a temática, a Revisão Anual Coordenada da Defesa (CARD, no acrónimo inglês), a Cooperação Estruturada Permanente (PESCO, no acrónimo inglês) e o Fundo Europeu de Defesa (EDF, na sigla inglesa). A CARD permite uma visão geral das capacidades existentes na Europa e identifica oportunidades de cooperação. A PESCO apresenta opções colaborativas para o desenvolvimento de capacidades prioritárias. O EDF financia projetos cooperativos de defesa, com ênfase nos projetos da PESCO (EDA, 2018b). Refira-se que, metade dos entrevistados considera que o Exército deve explorar as fontes europeias de financiamento.

Por sua vez, o plano de desenvolvimento de capacidades da UE, apoia os planos de defesa das nações e serve de referência para a CARD, a PESCO e o EDF, sendo o respetivo processo de implementação apoiado pelos *Casos de Contexto Estratégico*, enquanto referência à geração de projetos colaborativos de desenvolvimento de capacidades (EDA, 2018b).

Os casos de contexto estratégico estabelecem 11 prioridades para o desenvolvimento de capacidades, destacando-se as capacidades de combate terrestre e as capacidades multidomínio. As primeiras, incluem o aumento da proteção da força e o desenvolvimento de plataformas terrestres, com prioridade para os STNT. As segundas, focam-se na inovação tecnológica para melhorar as capacidades militares futuras, com prioridade para a IA, para os SNT de combate e para os sistemas multirrobôs, entre outros (EDA, 2018b).

Das atividades estratégicas da UE, releva-se o desenvolvimento de equipas Homem-máquina e de sistemas multirrobôs. As equipas Homem-máquina permitem melhorar o desempenho em operações e reduzir o grau de exposição dos militares a ações hostis (EDA, 2019). Os sistemas multirrobôs são SA ou automatizados que interagem entre si (EDA, 2021c). São pequenos e económicos – quando comparados com um único robô equivalente – e difíceis de neutralizar como um todo (EDA, 2021b).

A CARD recomenda o desenvolvimento colaborativo de capacidades da próxima geração, em áreas como a IA, SNT e a robótica (EDA, 2020c). A montante, a *Inteligência Artificial para a Europa* (Comissão Europeia [CE], 2018) refere que sendo a IA integrável em dispositivos físicos, tem figurado nos programas I&D da UE desde 2004, com enfoque na robótica, aludindo a parcerias público-privadas para o seu desenvolvimento. Ademais, a Estratégia da UE para a União de Segurança (CE, 2020) refere que a IA, a robótica e as novas tecnologias serão exploradas por criminosos, devendo ser integradas na política de segurança a fim de salvaguardar os direitos fundamentais.

4.1.2. Projetos

Para analisar os desenvolvimentos de STNT na UE, consideram-se os projetos de capacidades de combate terrestre e multidomínio, tutelados pela EDA, enquanto organismo que apoia o desenvolvimento de capacidades de defesa e a cooperação militar entre os países da UE (UE, 2022). R. Cordeiro (entrevista por *e-mail*, 13 de março de 2022) considera, inclusivamente, que os programas europeus (e da NATO) em curso, poderão facilitar e acelerar a integração no Exército de soluções já testadas.

Destacam-se os projetos *STNT de Combate*³ (CUGS) e o *Multi STNT para Transporte Autónomo em Terreno Acidentado*⁴ (ARTUS) (EDA, 2022).

O projeto CUGS decorre de 2022 a 2024, com a participação de nove países (EDA, 2021a), 30 parceiros industriais e um investimento de 25 milhões de euros (25 x 10⁶ €). Pretende adaptar plataformas veiculares (Figura 4) e desenvolver módulos funcionais, a fim de se constituírem STNT de combate com elevada autonomia, para fins de: mobilidade; navegação e perceção situacional; Comunicações, Comando e Controlo (C3); cooperação; e efeitos letais (EDA, 2022).



Figura 4 – STNT da MILREM Robotics

Fonte: EDA (2021a, p.1).

³ *Combat Unmanned Ground System – CUGS.*

⁴ *Autonomous Rough-terrain Transport UGV Swarm – ARTUS.*

O projeto ARTUS auferirá de 1,5 milhões de euros ($1,5 \times 10^6$ €) e decorre entre 2021 e 2023. Visa desenvolver um conceito de viabilidade tecnológica e protótipos de STNT (Figura 5), conectados ao *Battlefield Management System*⁵ (BMS), para apoiar pelotões de infantaria, aumentando-lhes a mobilidade (e.g., transporte de feridos), a capacidade de transporte de carga (e.g., munições) e o nível de proteção (e.g., reação a ataques) (EDA, 2020a).

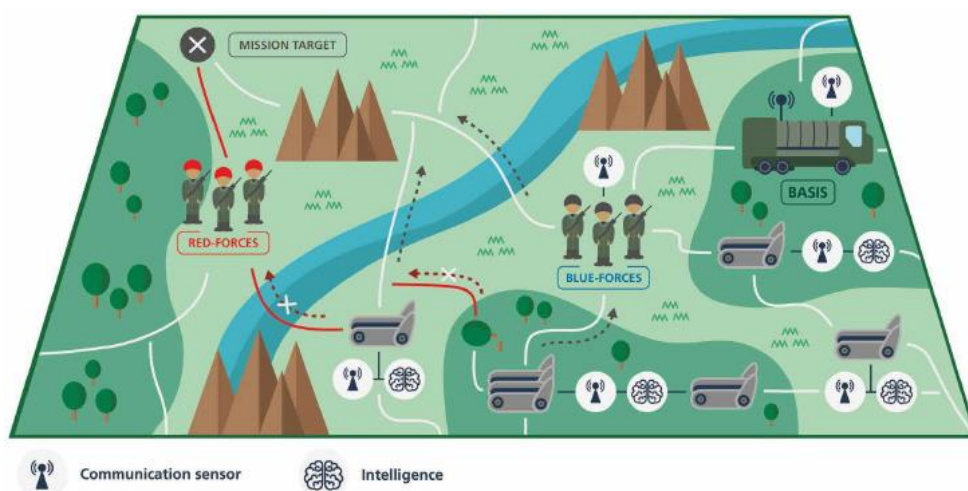


Figura 5⁶ – Esquema de atuação dos STNT

Fonte: EDA (2020a, p.2).

4.2. Organização do Tratado do Atlântico Norte

Perspetiva-se, até 2040, a expansão das capacidades da NATO (e dos seus potenciais adversários), através do emprego operacional crescente de SA, a médio e longo prazo (NATO, 2020).

4.2.1. Estratégias

De acordo com a NATO (2020), o desenvolvimento e a integração de capacidades tecnológicas são da responsabilidade das nações, pese embora o papel da NATO na promoção de uma estratégia coletiva – através do Conceito Estratégico da NATO (NATO, 2010) – baseada na avaliação do impacto das ameaças das TED à Aliança e na consequente capacidade de planeamento militar.

Sabendo que o desenvolvimento de RSA tem permitido reduzir custos, aumentar a disponibilidade da oferta, miniaturizar sistemas, melhorar a IA e a interação Homem-máquina (NATO STO, 2021), a Agenda NATO 2030 (NATO, 2020) veio fomentar uma nova era de crescimento competitivo global, no seio de ameaças cada vez mais imprevisíveis, entre as quais as tecnologias disruptivas. Destas, considerou como críticas: IA; autonomia;

⁵ Sistema de C2 que permite a partilha de informação entre forças, em tempo real (Sequeira, 2020).

⁶ Traduções: *Mission Target* = Alvo; *Basis* = Base; *Blue/Red Forces* = Forças Amigas/Inimigas; *Intelligence* = Informações; *Communication Sensor* = Emissor-Recetor.



megadados; tecnologias quânticas; espaciais e hipersónicas; aperfeiçoamento humano e biotecnológico; novos materiais; e produção avançada (NATO STO, 2020a).

Neste contexto, para além do compromisso de consulta política da NATO em assuntos de TED, os aliados concordaram em lançar um Acelerador de Inovação em Defesa para o Atlântico Norte (DINA, no acrónimo inglês), bem como um fundo multinacional para inovação, destinado a investir em *start-ups* focadas no duplo uso (i.e., aplicação em contexto civil e militar) e nas TED críticas para a aliança, entre as quais a autonomia.

Concomitantemente, a estratégia da NATO para as TED (NATO, 2021b) foca-se no desenvolvimento de tecnologias de duplo uso e na criação de um fórum de partilha de boas práticas sobre a temática.

Por fim, refira-se a Agenda para o Desenvolvimento de Capacidades de Combate (WDA, na sigla inglesa), surgida na sequência da definição do Conceito Base da NATO sobre o Combate do Futuro (*NATO Warfighting Capstone Concept*), despertando nas nações, o interesse em desenvolverem capacidades dentro dos imperativos da WDA, dado que poderão beneficiar de fundos comuns da NATO para desenvolvimento de projetos (EMGFA, 2022a). Não obstante, J. Moreira (entrevista por *e-mail*, 17 de março de 2022) considera que ainda não se conseguiu consolidar a ligação das iniciativas nacionais, no âmbito da UE, com os projetos e linhas de desenvolvimento decorrentes da WDA, apesar de existir I&D nacional em áreas que enformam os imperativos da WDA.

Face ao exposto, constata-se que as TED têm vindo a ser integradas no processo de desenvolvimento de capacidades da NATO, existindo flexibilidade para adaptar as etapas do Processo de Planeamento da Defesa da NATO às oportunidades e riscos apresentados pelas TED. Para tal, as nações devem identificar novas potenciais áreas de trabalho colaborativo, a curto, médio e longo prazo, associando as TED às capacidades futuras (NATO, 2021a).

4.2.2. Projetos

Dos projetos da NATO relacionados com TED, sobressaem as áreas tecnológicas que convergem para a RSA, nomeadamente a autonomia, a IA e os megadados (NATO STO, 2019), tal como ilustrado na Figura 6. Neste contexto, apresentam-se os projetos que contribuem para o desenvolvimento de STNT.

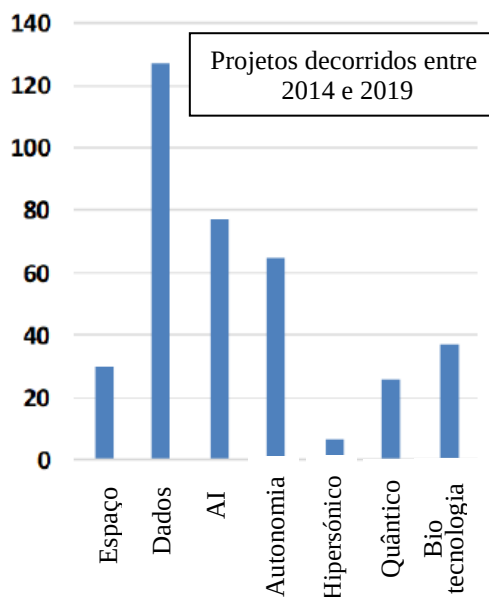


Figura 6 – Projetos da NATO relacionados com TED

Fonte: adaptado a partir de NATO STO (2019, p.6).

O projeto *Desenvolvimento e Implementação de Sistemas Médicos e de Transporte Autónomo para Evacuação de Feridos*, decorre entre 2021 e 2024, no âmbito do emprego de STNT emergentes para Evacuação de Feridos (CASEVAC, no acrónimo inglês) e reabastecimento sanitário. Destina-se a desenvolver um plano de implementação para evacuar feridos através de RSA, definir doutrina e conceitos, estabelecer metodologias para implementar padrões de segurança na RSA, e para estruturar o nível de interoperabilidade necessária à evacuação robotizada de feridos (NATO STO, 2022a).

O projeto sobre *Impactos Éticos, Legais e Morais das Novas Tecnologias nas Vantagens Operacionais da NATO*, decorre entre 2020 e 2023, a fim de desenvolver e integrar as dimensões, pressupostos e potenciais impactos da evolução tecnológica (incluindo RSA), na perspetiva ética, legal e moral da NATO. Espera-se o desenvolvimento dos quadros conceptuais que delimitam a problemática, bem como a compreensão dos respetivos riscos e consequências (NATO STO, 2022b).

O projeto de *Integração de SNT em Unidades Operacionais*, decorre entre 2022 e 2023, para estabelecer as áreas-chave que desafiam a integração de SNT em contexto militar, bem como para fomentar o ciclo de lições aprendidas e a partilha de resultados de investigações (NATO STO, 2022d).

O projeto de *Interoperabilidade de STNT Semiautónomos*, decorre entre 2019 e 2022. Investiga padrões facilitadores da interoperabilidade entre STNT e sistemas de C2, através de dados obtidos em fonte aberta e usadas em investigações civis no âmbito da robótica (NATO STO, 2022e).



O projeto de *Métodos e Ferramentas de Avaliação de Mobilidade para STNT Autónomos*, decorre entre 2021 e 2023, pretendendo estabelecer um quadro para avaliar o grau de mobilidade autónoma e de confiança nos STNT (NATO STO, 2022f).

O projeto de *Avaliação de Sistemas Multirrobôs para Aplicações Militares*, decorre entre 2021 e 2024, com o objetivo de conceber arquiteturas de sistemas multirrobôs (e.g., dimensões e níveis de autonomia), para as várias tipologias de operações, avaliando mecanismos de integração com sistemas de armas correntes e determinando possíveis desenvolvimentos futuros (NATO STO, 2022c).

Por fim, o projeto *Sistemas Multirrobôs para IVR*, decorre entre 2019 e 2022. Analisa, no âmbito IVR, questões-chave relacionadas com a integração de vários graus de autonomia em sistemas singulares distribuídos no espaço e no tempo, em pequenas equipas ou em sistemas multirrobôs (NATO STO, 2022g).

4.3. Síntese conclusiva

Neste capítulo, analisaram-se as estratégias e os projetos da UE e da NATO, relativos aos STNT. O Quadro 2 sintetiza a análise realizada.

Quadro 2 – Análise dos desenvolvimentos internacionais

	Iniciativas	Projetos	Áreas em desenvolvimento	Âmbito de aplicação
UE	• CARD. • PESCO. • EDF. • Plano de desenvolvimento de capacidades. • Casos de contexto estratégico.	• CUGS. • ARTUS.	• Sistemas multirrobôs. • Equipas Homem-máquina. • STNT de elevada autonomia. • Multi STNT autónomos.	• Mobilidade. • Proteção. • Integração em pelotões de infantaria.
NATO	• Conceito estratégico. • Agenda 2030. • DINA • Estratégia para TED. • WDA.	• CASEVAC. • Ético, legal e moral. • SNT em pequenas unidades. • STNT interoperáveis • Avaliação de sistemas multirrobôs. • Sistemas multirrobôs para IVR.	• STNT para CASEVAC. • Reabastecimento sanitário. • Partilha de informação. • Análise de impactos. • Interoperabilidade. • Avaliação de confiança.	• Duplo uso. • Integração em unidades operacionais.

Face ao exposto, estão reunidas as condições para responder à QD2: *como estão a ser desenvolvidos os STNT na UE e na NATO?*

A UE considera que os STNT, a IA e os sistemas multirrobôs são relevantes para as capacidades de combate terrestre e multidomínio. Identifica como atividades estratégicas, o desenvolvimento de equipas Homem-máquina e de sistemas multirrobôs. Para o efeito, decorrem os projetos CUGS e ARTUS, sob a égide da EDA, focados, respetivamente, em



STNT de combate de elevada autonomia e em multi STNT autónomos para apoio à mobilidade e proteção de pelotões de infantaria.

A NATO promove tecnologias de duplo uso e considera os impactos das ameaças das TED, entre as quais a IA e os SA, recorrendo a fóruns de partilha de informação. Relativamente às TED, incita à consulta política da NATO e o recurso ao DINA, apresentando oportunidades através do WDA. Os projetos atuais incidem sobre STNT para CASEVAC e reabastecimento sanitário, integração de SNT e de sistemas multirrobôs em unidades operacionais, interoperabilidade entre STNT autónomos e sistemas de C2, e avaliação da confiança em STNT autónomos, privilegiando-se os sistemas de duplo uso.



5. Desenvolvimento nacional de sistemas não tripulados

Neste capítulo analisa-se o desenvolvimento de SNT no EMGFA e no Exército, com aplicabilidade para as FT. Note-se que, dada a escassez de capacidades e de iniciativas nacionais para o desenvolvimento de STNT, optou-se, neste capítulo em particular, por considerar igualmente os projetos relacionados com SANT, dado que dali se poderão retirar eventuais vantagens para o desenvolvimento de STNT.

5.1. Estado-Maior General das Forças Armadas

Neste subcapítulo analisam-se as estratégias e os projetos de STNT e de SANT em curso no EMGFA, que possam concorrer para a integração de STNT autónomos no Exército.

5.1.1. Estratégias

A Diretiva Estratégica do EMGFA 2021 | 2023, refere o aproveitamento de todas as oportunidades existentes, estimulando parcerias nacionais e internacionais para maximizar oportunidades. Estipula como objetivo estratégico – Dinamizar a Inovação e a Transição Digital nas Forças Armadas – com o efeito de implementar, de forma sinérgica, tecnologias e conceitos adequados a operações. Para tal, incentiva o desenvolvimento de projetos de inovação, com potencial para aplicação conjunta futura através dos recursos existentes (EMGFA, 2021).

Por sua vez, a Diretiva Estratégica para a Inovação nas Forças Armadas (DEIFA) 2022 | 2023 (EMGFA, 2022), alude à economia de meios e à sinergia de esforços entre o EMGFA e os Ramos das FA, considerando a oferta tecnológica e industrial nacional, a Base Tecnológica e Industrial de Defesa (BTID) e outros parceiros externos, a fim de edificar capacidades inovadoras e disruptivas. Neste contexto, destacam-se três objetivos estratégicos relevantes (EMGFA, 2022):

- *Estimular o desenvolvimento cooperativo e colaborativo de tecnologias, soluções e sistemas*, explorando parcerias com o Defesa, a Academia e a Indústria, e salvaguardando as iniciativas com relevância estratégica conjunta, preferencialmente em cooperação com outras nações;

- *Incrementar o contributo da inovação para a prontidão operacional*, explorando novas tecnologias no âmbito da simulação e treino na Defesa, assentes em IA e SA;

- *Modernizar as capacidades militares de duplo uso através da inovação aberta e da incorporação de tecnologia disruptiva*, promovendo nichos de TED e capacidades militares de duplo uso, a fim de manter a competitividade e a relevância das FA, a nível nacional e internacional, evitando-se a obsolescência dos equipamentos e a vulnerabilidade das FA.



Em complemento, a DEIFA vai permitir coordenar a atividade dos diferentes centros de investigação, bem como os projetos em desenvolvimento com outros parceiros. Acresce o papel do grupo de trabalho conjunto (EMGFA e Ramos) para levantar a capacidade de robotização das FA (J. Moreira, *op. cit.*).

Por fim, como estímulo à inovação nas FA, a Divisão de Inovação e Transformação (DIT) do EMGFA, atribuirá, em 2022, um prémio (não monetário) a inovações subordinadas à temática de SA com aplicabilidade em operações militares (Pires, 2022).

5.1.2. Projetos

Nos termos do n.º 2 do art.º 3.º do Decreto-Lei n.º 19/2022, de 24 de janeiro, compete ao EMGFA “a inovação e transformação nas Forças Armadas”, desenvolvendo, através da DIT, “projetos de inovação que contribuam para novas capacidades militares com potencial de emprego conjunto” (art.º 17.º do Decreto-Lei n.º 19/2022). Destes, destacam-se os projetos de STNT e de SANT.

O projeto Crocodilo é o único projeto do EMGFA relacionado com STNT, estando em vias de implementação. Visa a construção de STNT e respetivos sistemas auxiliares, para apoiar as Forças de Operações Especiais em CASEVAC e no transporte de carga (J. Moreira, *op. cit.*).

No âmbito dos SANT, destaca-se o projeto Sentinela Atlântico, que pretende desenvolver os SANT em uso no EMGFA, salvaguardando o duplo uso dos sistemas. Envolve o Governo Regional da Madeira, a Universidade da Madeira e a Agência Regional para o Desenvolvimento da Investigação, Tecnologia e Inovação. Dos desenvolvimentos esperados, destacam-se os micro SANT (controlados remotamente) para reconhecimento em espaços confinados, SANT de pequeno porte para combate anti SANT (com explosivos e redes de captura) e reconhecimento em enxame, e SANT de grande porte (octocóptero) para missões autónomas de IVR em espaços abertos, transporte de carga, e busca e salvamento (EMGFA, 2021a).

5.2. Exército

Neste subcapítulo analisam-se as estratégias e os projetos de STNT e de SANT em curso no Exército, que possam concorrer para a respetiva integração de STNT autónomos.

5.2.1. Estratégias

A Diretiva Estratégica do Exército 2021-2022 (Exército, 2021a) estabelece, como vetor estratégico, a inovação e desenvolvimento, referindo que as variáveis intrínsecas à evolução tecnológica devem ser incorporadas no planeamento de forças. Insta ainda a um conceito para digitalização e robotização da FT, à implementação de um polo tecnológico



no Exército e à dinamização do desenvolvimento colaborativo de capacidades. Para o efeito, alude: à participação em projetos colaborativos de edificação de capacidades e em projetos internacionais; à liderança de projetos da PESCO; ao aproveitamento de mecanismos europeus de financiamento e à dinamização da BTID.

Não obstante, Camilo (*op. cit.*) considera que não existe uma estratégia clara para a robotização. Como agravante e de acordo com os entrevistados (Apêndice F), o assunto está limitado pela necessidade de pessoal altamente especializado e pela dependência externa para desenvolver e sustentar os STNT. Complementarmente, Carqueijo (entrevista por *email*, 10 de março de 2022) alerta que devem ser considerados os desenvolvimentos de STNT em organizações que possam, eventualmente, vir a competir por recursos humanos especializados.

Por sua vez, o Plano de IDI do Exército 2021-2022 (Exército, 2021b), atribui prioridade a STNT multiusos e incentiva a procura de sinergias com entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional (SCTN) e da BTID. O documento especifica os SA (terrestres e aéreos), os enxames de SANT e a IA, como áreas tecnológicas prioritárias; e a IVR, o C2, a sobrevivência e a proteção terrestre, como capacidades prioritárias.

Considere-se também, o Conceito para a Capacitação do Exército no Âmbito da Automatização e Robotização (Exército, 2019), aprovado cerca de dois anos antes da Diretiva e do Plano supramencionado. O conceito evidencia que, até 2019, a estratégia genética e organizacional do Exército no âmbito da RSA se focalizou nos SANT (enquanto capacidade militar terrestre), considerando que atualmente é adequado explorar STNT. Para tal, aponta a edificação de centros de conhecimento em STNT, a participação em projetos de IDI, o desenvolvimento de doutrina de RSA e a inscrição de projetos de STNT na Lei de Programação Militar (LPM). Todavia, conforme referido por G. Gomes (entrevista presencial, 24 de fevereiro de 2022) “o conceito está aprovado, mas não tem recursos alocados. Tem uma abordagem aos meios terrestres, mas ainda está muito focado nos meios aéreos”. De facto, analisando-se a programação do investimento público das FA em matéria de armamento e equipamento, patente na LPM (Lei Orgânica n.º 2/2019, de 17 de junho), confirma-se a inexistência de financiamento específico para o efeito.

5.2.2. Projetos

De acordo com G. Gomes (*op. cit.*), “o Exército contribui com operadores para o projeto de SANT de classe 1 [$< 150\text{kg}$] do EMGFA”, prevendo-se “iniciar este ano um projeto com micro e mini SANT”. Poderá ainda existir a oportunidade para “adquirir um equipamento para interrogação, controlado remotamente”, sendo que, de acordo com A.

Carqueijo (*op. cit.*), se trata do “sistema robotizado *MineWolf* 240 do projeto Engenharia de Combate – Forças Pesadas – *Route Clearance*⁷” (Figura 7), materializando um STNT operado por controlo remoto.



Figura 7 – STNT tipo MineWolf 240
Fonte: Pearson Engineering (2022).

Analisando o histórico de projetos e tal como validado por A. Carqueijo (*op. cit.*), constata-se que no âmbito da robótica, a edificação de capacidades tem-se cingido essencialmente ao emprego de SANT para efeitos de IVR. Contudo, de acordo com G. Gomes (*op. cit.*), “atualmente está em estudo no EME, um projeto de robotização de plataformas terrestres”, tratando-se, segundo A. Carqueijo (*op. cit.*), de um estudo para as FT da próxima geração em que um dos pilares é a robótica terrestre.

Por fim, no âmbito da IDI, constata-se que não existem projetos de investigação, em curso ou lançados a concurso, relativos a SNT (Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar [CINAMIL], 2022).

Verifica-se assim, a escassez de projetos específicos para o desenvolvimento de STNT. Considerando a análise das entrevistas (Apêndice F), tal facto resulta essencialmente da inexistência de verbas que viabilizem o desenvolvimento de STNT, agravado, possivelmente, pela resistência à mudança. Por sua vez, Gomes (*op. cit.*) considera a incapacidade nacional para liderar projetos de robótica terrestre e a complexidade técnica afeta às necessidades de C2 de STNT autónomos.

5.3. Síntese conclusiva

Neste capítulo, analisou-se o desenvolvimento de SNT no EMGFA e no Exército. O Quadro 3 sintetiza a análise realizada.

⁷ Limpeza de itinerários com risco explosivo.



Quadro 3 – Análise dos desenvolvimentos nacionais

	Iniciativas	Projetos	Áreas em desenvolvimento	Âmbito de aplicação
EMGFA	• Diretiva estratégica. • DEIFA. • Prémio inovação.	• Crocodilo. • Sentinela Atlântico.	• STNT para transporte de cargas. • STNT para CASEVAC. • SANT para IVR. • SANT para busca e salvamento. • SANT para combate anti SANT.	• Duplo uso. • Apoio de Serviços. • Informações. • Proteção.
Exército	• Diretiva estratégica. • Plano IDI. • Conceito automatização e robotização.	-	(Ambições) • STNT multiusos. • SA. • IA. • Enxames de SANT.	• Apoio de Serviços. • Informações. • Proteção.

Face ao exposto, estão reunidas as condições para responder à QD3: *como estão a ser desenvolvidos SNT no EMGFA e no Exército, em apoio às FT?*

No EMGFA, verifica-se a existência de orientações e iniciativas conducentes à robotização das FA, tal como patente na respetiva Diretiva Estratégica, na DEIFA, nos projetos de SNT e pelo estímulo (premiado) à inovação no âmbito de SA. Os projetos de desenvolvimento de SNT, enfocam em STNT para transporte de cargas e CASEVAC, e em SANT para reconhecimentos em espaços fechados, combate anti SANT e para missões autónomas de IVR e de busca e salvamento.

O Exército ambiciona participar em projetos colaborativos de capacidades, liderar projetos da PESCO e explorar mecanismos europeus de financiamento. Atribui prioridade à I&D relativa a STNT multiusos, SA, IA e enxames de SANT, bem como às capacidades: sobrevivência e proteção da força terrestre; IVR e aquisição de objetivos; e C2 terrestre. Contudo, não dispõe de nenhum projeto ativo para STNT, essencialmente por motivos de insuficiência de investimento.



6. Contributos à integração de sistemas terrestres não tripulados no Exército

Neste capítulo aferem-se os desafios à integração de STNT autónomos no Exército, a fim de propor contributos para melhorar a sua integração no Exército.

6.1. Análise de desafios

Os desafios à integração de STNT autónomos no Exército podem ser obtidos pela conjugação entre fatores do ambiente interno (i.e., potencialidades e vulnerabilidades) e do ambiente externo (i.e., oportunidades e ameaças) – matriz SWOT⁸ (Quadro 4) – considerando os resultados apresentados nos capítulos anteriores.

Quadro 4 – Matriz SWOT

	Fatores positivos	Fatores negativos
Ambiente interno	Potencialidades (P) P1: Melhoria das capacidades de combate terrestre e multidomínio. P2: Incremento das capacidades militares, através de equipas Homem-máquina, multirrobôs e SA multiusos. P3: Apoio à mobilidade e proteção, através de STNT autónomos vocacionados para CASEVAC, reabastecimento sanitário e IVR. P4: Redução do risco humano.	Vulnerabilidades (V) V1: Resistência à mudança. V2: Inexistência de uma estratégia clara para a robotização. V3: Necessidade de pessoal altamente especializado. V4: Dificuldade em obter financiamento. V5: Incapacidade atual para liderar projetos de robótica terrestre. V6: Restrições técnicas de C2. V7: Escassez de projetos específicos para o desenvolvimento de STNT.
Ambiente externo	Oportunidades (O) O1: Sistemas de duplo uso. O2: No âmbito da UE, os projetos da EDA e os mecanismos da PESCO e do EDF. O3: No âmbito da NATO, os projetos afetos à WDA e o recurso ao DINA. O4: No âmbito nacional, o recurso à BTID e ao SCTN, bem como aos projetos colaborativos de capacidades. O5: No âmbito do EMGFA, o grupo de trabalho conjunto (EMGFA e Ramos) e a DEIFA (enquanto facilitador à centralização e coordenação de iniciativas e projetos). O6: No âmbito do Exército, o conhecimento gerado aquando do desenvolvimento dos SANT.	Ameaças (A) A1: Competição por recursos humanos especializados. A2: Inexistência de verbas que permitam o desenvolvimento de STNT. A3: Dependência externa para desenvolver e sustentar STNT. A4: Restrições éticas e legais.

Considerando as potencialidades como ponto de partida, procura-se maximizar as oportunidades identificadas, reduzir as ameaças ou mitigar os seus efeitos, e impedir que as vulnerabilidades se tornem um risco para as oportunidades ou que se tornem ameaças ainda mais perigosas. Para o efeito, recorre-se ao Quadro 5.

⁸ Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats.



Quadro 5 – Desafios resultantes da análise SWOT

#	Fórmula	Descrição
1	$(P1 + P4) \times O1 \times (V1 + V4)$	Reduzir o risco humano e melhorar as capacidades de combate terrestre e multidomínio, investindo em sistemas de duplo uso para dirimir a resistência à mudança e a dificuldade em obter financiamento.
2	$P2 \times (O2 + O3) \times V7 \times A2$	Desenvolver equipas Homem-máquina, SA multiusos e multirrobôs, explorando projetos da UE e da NATO e recorrendo aos respetivos mecanismos de financiamento (e.g., EDF) e desenvolvimento (e.g., PESCO e WDA), contornando a escassez de projetos nacionais dedicados ao efeito e a inexistência de verbas específicas para o desenvolvimento de STNT.
3	$(P2 + P4) \times A4$	Não tolerar que a ambição de incrementar as capacidades militares através da robotização e autonomização terrestre, coloque em causa qualquer disposto legal nacional ou internacional, nem colida com a aceitação ética das soluções.
4	$P3 \times (O4 + O5) \times V5 \times A3$	Fomentar a I&D em STNT autónomos para CASEVAC, reabastecimento sanitário e IVR, recorrendo à BTID e ao SCTN, envolvendo o grupo de trabalho conjunto, atuando sob as orientações da DEIFA e acautelando a geração de massa crítica para liderar projetos e reduzir a dependência externa.
5	$O6 \times V6 \times A1$	Envolver o pessoal que integrou equipas de projeto de SANT, explorando as respetivas redes de contactos, as lições identificadas/aprendidas e o conhecimento criado. Tal ação, deverá permitir superar as eventuais restrições técnicas de C2 que limitam o desenvolvimento de STNT autónomos e impedir uma conduta de competição por recursos, promovendo iniciativas sinérgicas com eventuais partes interessadas.
6	$V3 \times (A1 + A2 + A3)$	Impedir que a futura necessidade de pessoal técnico para operar e sustentar os STNT autónomos, iniba qualquer iniciativa de desenvolvimento destes sistemas. Tal conduta, poderá agravar as ameaças resultantes da competição por recursos, da indisponibilidade de verbas e da dependência externa para desenvolver os sistemas.

6.2. Contributos para o Exército

Os contributos para o Exército revestem-se em possíveis medidas práticas para fazer face aos desafios explanados no ponto anterior, considerando as tendências de emprego de RSA no macro ambiente futuro e os resultados apresentados e analisados nesta investigação.

Face ao exposto, responde-se à QC – como melhorar a integração de STNT autónomos no Exército? – tecendo-se os seguintes contributos, sob a forma de proposta:

- Desenvolver STNT autónomos para CASEVAC, reabastecimento sanitário, transporte de cargas e IVR, e com capacidade para apoiar missões de busca e salvamento terrestre (também em contexto civil). Os sistemas devem ser multifuncionais (permitindo acoplar sensores e módulos funcionais), interoperáveis com outros STNT e com equipas tripuladas, económicos, simples, flexíveis e resistentes a climas extremos. Esta iniciativa atenderia às tendências de emprego de RSA no macro ambiente de longo prazo e permitiria o alinhamento com os desenvolvimentos internacionais (e.g., projeto CUGS) e nacionais (e.g., projeto crocodilo), numa área com provável aceitação ética e legal, passível de duplo uso, com potencial para colaboração e cooperação (nacional e internacional), e com espaço para a Academia, Indústria e Defesa. Ademais, atendendo aos desafios já analisados, para além da redução do risco humano, permitiria não só melhorar as capacidades de combate



terrestre e multidomínio, como também dirimir a resistência à mudança e facilitar a obtenção de financiamento, em particular no caso de sistemas passíveis de aplicação em contexto civil.

- Desenvolver uma Diretiva Estratégica para a Robotização e Sistemas Autónomos no Exército e, no seguimento, um Plano para o Desenvolvimento e Integração de STNT. A diretiva possibilitaria clarificar a estratégia a adotar pelo Exército (no seguimento da DEIFA), bem como estipular as linhas de ação para a eventual participação em projetos da UE e da NATO. Por sua vez, o plano contribuiria para operacionalizar os STNT autónomos no Exército, ao considerar estes sistemas como uma capacidade, e não como um mero meio.

- Estimular a participação em projetos relativos a STNT autónomos, procurando sinergias com os Ramos, centros de investigação, universidades, SCTN e BTID. Para o efeito, deve envolver-se o grupo de trabalho conjunto e acautelar a geração de massa crítica para possibilitar a liderança de projetos. Neste contexto, devem ser criadas condições para obter financiamento em sede de LPM, estimular a participação em projetos de I&D nacionais (e.g., através de atribuição de prémios) e explorar as oportunidades conferidas pelos projetos da EU e da NATO, tendo como nível de ambição, a liderança de projetos internacionais;

- Para salvaguardar a compatibilidade com as regras do direito internacional, bem como a responsabilização humana sobre as decisões das máquinas, propõe-se a integração de juristas nas equipas dos projetos de I&D e de desenvolvimento de capacidades de STNT autónomos, de modo a assegurar a legalidade dos sistemas desde o início da fase de desenvolvimento, evitando a conceção de sistemas cuja aplicação não se coadune com os dispostos legais;

- Criar um *workshop* ou outro evento de natureza similar, vocacionado para o desenvolvimento de STNT autónomos para apoio às FT. O evento deve envolver entidades militares e civis, nacionais e internacionais, e os domínios da Defesa, Academia e Indústria. Como objetivos primários, aponta-se o estabelecimento de uma rede alargada de contactos, a identificação de sinergias e de eventuais parceiros, a partilha de lições identificadas/aprendidas, a identificação das principais linhas de ação conducentes ao desenvolvimento de uma estratégia coesa, e a promoção de um Exército moderno junto da sociedade civil, procurando estimular o interesse de pessoal civil especializado na área.



7. Conclusões

As TED representam novos desafios e oportunidades, com repercussões na Defesa. A RSA, enquanto tecnologia disruptiva, é passível de aplicação por atores estatais e não estatais, permitindo formar equipas entre humanos e máquinas, em que estas últimas tendem a desempenhar tarefas arriscadas.

No âmbito militar, verifica-se a tendência de emprego de SNT no meio aéreo, marítimo e terrestre. Neste último, os STNT já têm provas dadas no seio EOD e IVR, verificando-se, atualmente, avanços no incremento do grau de autonomia e no leque de capacidades dos STNT, destacando-se o transporte de cargas, o reabastecimento sanitário, CASEVAC, a proteção, a mobilidade tática todo-o-terreno, a navegação autónoma e a perceção situacional.

Tais desenvolvimentos, deverão conduzir ao crescente emprego de sistemas multirrobôs e de equipas Homem-máquina, à redução dos custos de autonomia, à integração de STNT autónomos em sistemas de sistemas, e à interoperabilidade entre STNT e unidades táticas. Todavia, há que vencer a problemática ético-legal que enforma a temática, bem como incrementar a confiança nos SA.

Considerando as metas estipuladas pela NATO e os desenvolvimentos de STNT na UE e na NATO, verifica-se um esforço nacional em acompanhar esta demanda, tanto através do EMGFA, que lidera um projeto exclusivo para o efeito e outros que concorrem para tal, como pelo Exército, que ambiciona a robotização das FT. Não obstante, o Exército apenas dispõe de STNT controlados remotamente e para o fim único de EOD, não existindo projetos de I&D ou de edificação de capacidades que permitam o desenvolvimento de novos sistemas, nem financiamento específico para o efeito.

Face ao exposto e considerando os benefícios que resultariam da integração de STNT autónomos no Exército, considerou-se oportuno propor contributos para tal. Para tal, analisaram-se as tendências de emprego de RSA a longo prazo, as iniciativas de desenvolvimento de STNT na UE e na NATO, e de SNT no EMGFA e no Exército para apoio das FT.

Relativamente ao procedimento metodológico, seguiu-se um posicionamento ontológico construtivista, uma abordagem epistemológica interpretativista, um raciocínio indutivo, uma estratégia de investigação qualitativa e um estudo de caso. A investigação baseou-se em pesquisa documental e em entrevistas, tendo como objetivo propor contributos para a integração de STNT autónomos no Exército.

Em resposta à QD1 – como tende a empregar-se a RSA a longo prazo? – conclui-se que existe a tendência de proliferação de tecnologias disruptivas, emergindo atores não



estatais e diminuindo o papel dos estados na política internacional. Em paralelo, a redução de produtividade resultante do envelhecimento da população, deverá ser revertida à custa do desenvolvimento tecnológico, com destaque para a IA e para a autonomia. Consequentemente, é esperado o desenvolvimento de RSA para emprego generalizado e multifuncional. Estas tecnologias proliferarão no seio de populações concentradas em megacidades e conduzirão ao decréscimo de envolvimento humano na tomada de decisão, alterando a natureza e a dinâmica dos conflitos.

O emprego de RSA nos conflitos futuros, será essencialmente restringido por motivos legais e éticos. No âmbito legal, destacam-se as restrições impostas pelo Direito Internacional Humanitário, Direito Internacional dos Direitos Humanos e Direito Internacional do Uso da Força, tendentes à proibição do emprego de SA com capacidade letal. Por sua vez, no âmbito da ética, verifica-se uma dicotomia de opiniões relativamente ao emprego de RSA em conflitos, em particular à medida que aumenta o grau de autonomia e a letalidade dos sistemas. Por um lado, a ação letal autónoma coloca nas máquinas a decisão sobre a vida ou morte humana. Por outro, pode mitigar o risco e os danos colaterais.

Como resultado, a RSA tende a ser essencialmente utilizada nos domínios do apoio de serviços e em missões de IVR, perspectivando-se desenvolvimentos no âmbito da aprendizagem e navegação autónoma. Prevê-se ainda o emprego de RSA em zonas com climas extremos.

Por fim, considerando a tendência de redução de custos da RSA, da miniaturização de sistemas e da integração de formas sofisticadas de IA, perspectiva-se a alavancagem de sistemas com comportamento avançado de enxame e equipas Homem-máquina.

Em resposta à QD2 – como estão a ser desenvolvidos os STNT na UE e na NATO? – concluiu-se que, relativamente à UE, as capacidades de combate terrestre e multidomínio são duas das prioridades estratégicas para desenvolvimento de capacidades. Os STNT são relevantes para as capacidades de combate terrestre. A IA, os SNT e os sistemas multirrobôs são relevantes para as capacidades multidomínio. Neste contexto, a UE entende como atividades estratégicas, o desenvolvimento de equipas Homem-máquina e de sistemas multirrobôs, recomendando o desenvolvimento colaborativo de capacidades da próxima geração, que incluam as áreas da IA, robótica e SNT. Para o efeito, são incentivadas parcerias público-privadas.

No que concerne a STNT, salientam-se os projetos CUGS e ARTUS, da EDA. O primeiro, focado em STNT de combate de elevada autonomia, para fins de mobilidade, navegação, perceção situacional, C3, cooperação e efeitos letais. O ARTUS, orientado para



multi STNT autónomos para apoio à mobilidade e proteção de pelotões de infantaria. O seu desenvolvimento conta com o apoio da indústria.

Por sua vez, no âmbito da NATO, verifica-se a promoção de uma estratégia coletiva para avaliar o impacto das ameaças das TED, sabendo-se que a IA e a autonomia representam tecnologias disruptivas. Neste contexto, a Agenda NATO 2030 promove a consulta política da NATO em questões de TED, à qual se associa o DINA e o fundo multinacional de inovação. Por fim, refira-se a estratégia da NATO para as TED, focada em tecnologias de duplo uso e em fóruns de partilha de informação sobre TED.

Tal como patente nos projetos em curso, o esforço da NATO recai sobre STNT para CASEVAC, reabastecimento sanitário, integração de SNT em unidades operacionais, e interoperabilidade entre STNT autónomos e sistemas de C2. No âmbito dos sistemas multirrobôs, verifica-se o desenvolvimento de mecanismos de integração com sistemas de armas correntes e com vários graus de autonomia, com ênfase em IVR. Denota-se ainda, a preocupação com o nível de confiança em STNT autónomos e com os impactos da evolução tecnológica no domínio ético-legal.

Em resposta à QD3 – como estão a ser desenvolvidos SNT no EMGFA e no Exército, para apoio das FT? – conclui-se que, de acordo com as orientações estratégicas do EMGFA, devem ser maximizadas oportunidades, através da dinamização da inovação nas FA, reforçando-se a inovação transversal e colaborativa entre o EMGFA e os Ramos das FA, e envolvendo-se a BTID e outros parceiros da Defesa, Academia e Indústria, a fim de se edificarem capacidades inovadoras e disruptivas. Neste contexto, devem ser exploradas tecnologias que recorram a IA e a SA, bem como promovidos nichos de TED e capacidades militares de duplo uso.

Verificou-se que existe um projeto do EMGFA específico para o desenvolvimento de STNT, em apoio às Forças de Operações Especiais, no transporte de material e em CASEVAC. Decorre também outro projeto, focado no desenvolvimento de SANT para fins de anti SANT (atuação em enxame) e IVR autónoma (atuação individualizada), cujo estágio de conhecimento poderá contribuir para a capacitação em STNT.

Por sua vez, ao nível do Exército verificou-se que a I&D representa um vetor estratégico do Exército, do qual resulta a orientação estratégica de incorporar no planeamento de forças as variáveis intrínsecas à evolução tecnológica. Como entregável, espera-se um Conceito de Digitalização e Robotização da Força Terrestre, bem como a implementação do polo tecnológico do Exército. Neste contexto, é aludida à participação em projetos colaborativos de capacidades, à liderança de projetos da PESCO e à integração de



projetos de outras nações, explorando mecanismos de financiamento europeu e dinamizando a BTID. Note-se que o Exército tem um interesse prioritário em STNT multiusos, considerando como áreas prioritárias de IDI, os SA, exames de SANT e a IA. Por sua vez, considera como capacidades prioritárias a sobrevivência e proteção da força terrestre, a IVR e aquisição de objetivos e o C2 terrestre.

No âmbito da RSA, verifica-se que a estratégia genética e organizacional do Exército enfoca nos SANT, devendo, contudo, desenvolver-se os STNT. Para tal, está prevista a edificação de centros de conhecimento em STNT, a participação em projetos de IDI, o desenvolvimento doutrinário de RSA e a inscrição de projetos na LPM. Todavia, não existe nenhum projeto inscrito na LPM, em curso ou a concurso no âmbito da IDI, nem relativo à edificação de capacidades de STNT. Não obstante, constatou-se que o projeto da engenharia de combate das forças pesadas poderá ter como entregável um STNT de controlo remoto, destinado a limpar itinerários ou áreas com risco explosivo.

Por último, em resposta à QC – como melhorar a integração de STNT autónomos no Exército? – apresentaram-se cinco contributos distintos, resultantes da relação entre os desafios obtidos através de uma análise SWOT e as tendências de emprego de RSA a longo prazo.

Deste modo, numa ótica de cariz operacional, sugeriu-se o desenvolvimento de STNT autónomos para fins de CASEVAC, reabastecimento sanitário, transporte de cargas e IVR, com capacidade para apoiar missões de busca e salvamento. Neste contexto, propuseram-se sistemas multifuncionais, interoperáveis, económicos, simples e resistentes a climas extremos.

Como referências enquadrantes, propôs-se o desenvolvimento de uma Diretiva Estratégica para a Robotização e Sistemas Autónomos no Exército, e de um Plano para o Desenvolvimento e Integração de STNT autónomos no Exército.

No âmbito dos projetos, alvitrou-se o estímulo à participação em projetos relativos a STNT autónomos, envolvendo os Ramos, centros de investigação, universidades, SCTN e BTID, a fim de criar condições para obter financiamento em sede de LPM e de explorar as oportunidades de financiamento da UE e da NATO.

Na senda ética e legal, propôs-se a integração de juristas nas equipas de projeto de SA, ou o respetivo aconselhamento jurídico, de modo a acautelar o cumprimento das regras do direito internacional. Considerou-se, portanto, que a questão legal deve ser salvaguardada desde os primórdios da fase de desenvolvimento da capacidade, de modo a evitar o desenvolvimento de soluções sem enquadramento legal.



Por fim, para facilitar a consumação dos contributos anteriores, propôs-se a realização de um *workshop* aberto à sociedade em geral.

Como contributos principais para o conhecimento, salienta-se o facto de a investigação ter permitido analisar os desenvolvimentos nacionais (EMGFA e Exército) e internacionais (UE e NATO) de STNT, numa ótica daquele que será, provavelmente, o seu emprego, enquanto RSA, no macro ambiente de longo prazo. Consequentemente, atentando ao alinhamento entre a UE, a NATO e o EMGFA, em matéria de desenvolvimento de STNT para futuras aplicações, foi possível propor contributos para a integração de STNT autónomos no Exército. Tais contributos, procuraram enveredar por linhas de abordagem distintas, dado que poderão ser aproveitados para o desenvolvimento tanto de estratégias, como de planos e projetos, tendo sido devidamente acautelados por recomendações de ordem prática.

Apesar dos resultados obtidos, considera-se que o estudo apresenta as seguintes três limitações: i) ter-se cingido a estratégias e projetos internacionais da EDA e da NATO, não contemplando os avanços específicos dos respetivos países; ii) ter-se suportado em informação divulgada em fonte aberta, por vezes limitada no conteúdo; iii) ter-se restringido a uma amostra reduzida de especialistas, dado tratar-se de uma temática muito específica.

Em complemento ao presente estudo, entende-se ser adequado analisar as estratégias e os projetos de desenvolvimento de STNT em países da UE, da NATO e noutros tecnologicamente evoluídos, de modo a extraírem-se contributos adicionais para a integração de STNT autónomos no Exército. Recomenda-se ainda uma análise comparativa de capacidades dos STNT existentes na UE e na NATO, de modo a complementar o presente estudo e a facilitar eventuais aquisições de STNT a curto ou médio prazo.

Em termos práticos, é fundamental que o Exército estruture uma estratégia para a robotização e para os sistemas autónomos, desenvolva capacidades de STNT envolvendo a Defesa, a Indústria e a Academia, desenvolva mecanismos para obtenção de financiamento e estimule a I&D de STNT.



Referências bibliográficas

- Australian Defence Force [ADF] (2020). *Concept for Robotic and Autonomous System*. Canberra: Department of Defence.
- Boulanin, V., & Verbruggen, M. (2017). *Mapping the Development of Autonomy in Weapons Systems*, Solna: Stockholm International Peace Research Institute.
- Brosig, M., Frawley, P., Hill, A., Jahn, M., Marsicek, M., Paris, A.,...Thomas, N. (2020). *Implications of Climate Change for the U.S. Army*, Carlisle: United States Army War College.
- Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar [CINAMIL] (2022). *Relatório de Atividades do CINAMIL 2021*. Lisboa: Autor.
- Cohen, R., Chandler, N., Efron, S., Frederick, B., Han, E., Klein, K.,...Shokh, Y. (2020). *The Future of Warfare in 2030: project overview and conclusions*. Santa Monica: RAND Corporation.
- Comissão Europeia [CE] (2018). *Inteligência Artificial para a Europa* (Comunicado 237). Bruxelas: Autor.
- Comissão Europeia [CE] (2020). *Estratégia da UE para a União da Segurança* (Comunicado 605). Bruxelas: Autor
- Comité Internacional da Cruz Vermelha (2017). *Protocolos adicionais às convenções de Genebra de 12 de agosto de 1949*. Genebra: Autor.
- Congressional Research Service (2018). *U.S. Ground Forces Robotics and Autonomous Systems (RAS) and Artificial Intelligence (AI): Considerations for Congress*. Washington, DC: Autor.
- Cortez, F., D. (2011). *Sistemas Não Tripulados – Desafio Nacional de Investigação e Desenvolvimento* (Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial General). Instituto Universitário Militar, Lisboa.
- Decreto-Lei n.º 19/2022, de 24 de janeiro (2022). *Estabelece a Lei Orgânica do Estado-Maior-General das Forças Armadas e altera as Leis Orgânicas dos três ramos das Forças Armadas*. Diário da República, 1.ª Série, 16, 3-97. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Decreto-Lei n.º 249/2015, de 28 de outubro (2015). *Aprova a orgânica do ensino superior, consagrando as suas especificidades no contexto do ensino superior, e aprova o Estatuto do Instituto Universitário Militar*. Diário da República, 1.ª Série, 211, 9289-9311. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.



- Decreto-Lei n.º 63/2019, de 16 de maio (2019). *Estabelece o regime jurídico das instituições que se dedicam à investigação científica e desenvolvimento*. Diário da República, 1.ª Série, 94, 2466-2475. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Drucker, P. (2014). *Innovation and Entrepreneurship*. Abingdon: Routledge.
- Estado-Maior-General das Forças Armadas [EMGFA] (2021). *Diretiva Estratégica do Estado-Maior-General das Forças Armadas 2021 | 2023*. Lisboa: Gabinete do Chefe de Estado-Maior-General das Forças Armadas.
- Estado-Maior-General das Forças Armadas [EMGFA] (2021a). *Projeto Drones Atlântica. Plano de Ação*. Lisboa: Departamento para a Inovação e Transformação.
- Estado-Maior-General das Forças Armadas [EMGFA] (2022). *Diretiva Estratégica para a Inovação nas Forças Armadas 2022 | 2023*. Lisboa: Divisão de Inovação e Transformação.
- Estado-Maior-General das Forças Armadas [EMGFA] (2022a). *Participação do EMGFA nos trabalhos decorrentes da “Warfare Development Agenda” (WDA) da NATO*. Lisboa: Divisão de Inovação e Transformação.
- European Defence Agency [EDA]. (2013). *Semi-Autonomous Small Ground Vehicle System Demonstrator*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA]. (2015). *Multi-Robot Control in Support of the Soldier. Executive Summary*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA]. (2017a, 06 de fevereiro). EDA project highlights potential of hybrid manned-unmanned platooning [Página online]. Retirado de <https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2017/02/06/eda-project-highlights-potential-of-hybrid-manned-unmanned-platooning>
- European Defence Agency [EDA]. (2017b, 06 de abril). EDA welcomes Switzerland’s first project participation [Página online]. Retirado de <https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2017/04/06/eda-welcomes-switzerland-s-first-project-participation>
- European Defence Agency [EDA] (2018). *Remote Defence. Unmanned & Autonomous systems take hold in military toolboxes*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA]. (2018a). *Standardised Unmanned Ground Vehicle with Open Architecture (SUGV)*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA] (2018b). *2018 CDP Revision. The EU Capability Development Priorities*. Bruxelas: Autor.



- European Defence Agency [EDA] (2019). *Key Strategic Activities at EU Level. Manned / Unmanned Teaming. Adaptative Cooperation Between Manned & Unmanned Systems*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA] (2020a). *Autonomous Rough-terrain Transport UGV Swarm (ARTUS)*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA] (2020b). *Food for thought paper on Autonomous Systems*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA] (2020c). *2020 CARD Report. Executive Summary*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA] (2021a). *Combat Unmanned Ground System - CUGS*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA] (2021b). *Pushing limits. Defence innovation in a high-tech world*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA] (2021c). *Key Strategic Activities at EU Level. Multi-Robots Control and Cooperation / Increased Autonomy and Robotics*. Bruxelas: Autor.
- European Defence Agency [EDA]. (2022, 16 de fevereiro). Captech Ground Systems (Land) [Página online]. Retirado de <https://eda.europa.eu/what-we-do/all-activities/activities-search/captech-ground-systems>
- European Parliamentary (2021). *Innovative technologies shaping the 2040 battlefield*. Bruxelas: European Parliamentary Research Service.
- European Union [UE] (2021). *Innovative technologies shaping the 2040 battlefield*. Bruxelas: Autor.
- Exército Português [Exército] (2012). *Publicação Doutrinária do Exército 3-00, Operações*. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- Exército Português [Exército] (2015). *Quadro Orgânico 09.02.15. Companhia de Sistemas de Vigilância*. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- Exército Português [Exército] (2016). *Quadro Orgânico 09.07.10. Grupo de Equipas de Inativação de Engenhos Explosivos*. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- Exército Português [Exército] (2019). *Sistemas Autónomos e Robotizados – Conceito para a Capacitação do Exército no âmbito da Robotização e Automatização. Informação N.º: DPF/RC-2019-000371*. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- Exército Português [Exército] (2020). *Publicação Doutrinária do Exército 3-49-00, Contrainsurgência*. Lisboa: Estado-Maior do Exército.



- Exército Português [Exército] (2021a). *Diretiva Estratégica do Exército 2021-2022*. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- Exército Português [Exército] (2021b). *Plano de Investigação, Desenvolvimento e Inovação do Exército 2021-2022*. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- Exército Português [Exército] (2021c, 23 de agosto). Engenharia Militar – Inativação de Engenheiros Explosivos [Página online]. Retirado de https://m.facebook.com/ExercitoPortuguesPRT/posts/2854054484843231/?refsrc=deprecated&_rdr
- Halford, T., & Hwang, G. (2010, novembro). *Barrage Relay Networks for Unmanned Ground Systems*. Paper apresentado na *The 2010 Military Communications Conference* do Institute of Electrical and Electronics Engineers [IEEE], San Jose.
- idD Portugal Defence (2022, 30 de março de 2022). Base Tecnológica e Industrial de Defesa [Página online]. Retirado de <https://www.iddportugal.pt/base-tecnologica-e-industrial-de-defesa-btid/>
- Krishnan, A. (2009). *Automating War: The Need for Regulation* [versão PDF]. doi:10.1080/13523260902760397
- Lee, S. P. (2015). *Human Rights and Drone “Warfare”* [versão PDF]. doi:10.1080/10402659.2015.1094322
- Lei Orgânica n.º 2/2019, de 17 de junho (2019). *Aprova a lei de programação militar e revoga a Lei Orgânica n.º 7/2015, de 18 de maio*. Diário da República, 1ª Série, 114. 2982 a 2985. Lisboa: Assembleia da República.
- Liu, J., Han, W., Liu, C., & Peng, H. (2018, 06 de julho). A New Method for the Optimal Control Problem of Path Planning for Unmanned Ground Systems. *IEEE Access*, 6(n.d.), pp. 33251-33260. Retirado de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8383968>
- Manning, R., A. (2020). *Emerging Technologies: New Challenges to Global Stability*. Washington, DC: Atlantic Council.
- Marques, J., A., P. (2013). *Os Veículos Terrestres Não Tripulados no Campo de Batalha Moderno. Potencial Aplicação nas Pequenas Unidades de Manobra do Exército Português* (Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada). Academia Militar, Lisboa.
- Marques, S., Rodrigues, H., Ribeiro, T., & Xavier, J. (2019). *Sistemas Terrestres Não Tripulados. Contributos para a sua Edificação no Exército Português* (Trabalho de Investigação de Grupo). Instituto Universitário Militar, Lisboa.



- Ministério Público (2000). *Convenção sobre a proibição ou limitação do uso de certas armas convencionais que podem ser consideradas como produzindo efeitos traumáticos excessivos ou ferindo indiscriminadamente*. Lisboa: Procuradoria-Geral da República.
- Ministry of Defence (2017). *Joint Doctrine Publication 0-30.2 Unmanned Aircraft Systems*. Swindon: Development Concepts and Doctrine Centre.
- Morgan, F., Boudreaux, B., Lohn, A., Ashby, M., Curriden, C., Klima, K., & Grossman, D. (2020). *Military Applications of Artificial Intelligence - Ethical Concerns in an Uncertain World*. California: Rand Corporation.
- Morse, J. M. (2000). Determining sample size. *Qualitative Health Research*, 10(1), pp. 3-5. doi: 10.1177/104973200129118183
- National Intelligence Council [NIC] (2017). *Global Trends Paradox of Progress*. Washington, DC: Autor.
- National Intelligence Council [NIC] (2021). *Global Trends 2040. A More Contested World*. Washington, DC: Autor.
- NATO Allied Command Transformation [NATO ACT] (2017). *Strategic Foresight Analysis 2017 Report*. Norfolk Virginia: Strategic Analysis Branch.
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2018). *Robots Underpinnig Future NATO Operations*. Bruxelas: Autor.
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2019). *2019 Highlights*. Bruxelas: Autor.
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2020a). *Science & Technology Trends 2020-2040*. Bruxelas: Autor.
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2020b). *2020 Highlights*. Bruxelas: Autor.
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2021). *Analysis of Technology “Weak Signals”: TED++*. Bruxelas: Autor.
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2022a, 17 de fevereiro). Development and Implementation of Autonomous Transport and Medical Systems for Casualty Evacuation [página online]. Retirado de <https://www.sto.nato.int/Pages/activitieslisting.aspx>
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2022b, 17 de fevereiro). Ethical, Legal and Moral impacts of novel technologies on NATO’s operational



- advantage - the "ELM Tree" [página online]. Retirado de <https://www.sto.nato.int/Pages/activitieslisting.aspx>
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2022c, 17 de fevereiro). Evaluation of Swarm Systems for Military Applications [página online]. Retirado de <https://www.sto.nato.int/Pages/activitieslisting.aspx>
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2022d, 17 de fevereiro). Integration of Unmanned Systems (UxS) into operational units [página online]. Retirado de <https://www.sto.nato.int/Pages/activitieslisting.aspx>
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2022e, 17 de fevereiro). Interoperability for Semi-Autonomous Unmanned Ground Vehicles [página online]. Retirado de <https://www.sto.nato.int/Pages/activitieslisting.aspx>
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2022f, 17 de fevereiro). Mobility Assessment Methods and Tools for Autonomous Military Ground Systems [página online]. Retirado de <https://www.sto.nato.int/Pages/activitieslisting.aspx>
- NATO Science and Technology Organization [NATO STO] (2022g, 17 de fevereiro). Swarms Systems for Intelligence Surveillance & Reconnaissance [página online]. Retirado de <https://www.sto.nato.int/Pages/activitieslisting.aspx>
- Nielsen, C., Larsen, P., Fitzgerald, J., Woodcock, J., & Peleska, J. (2015). Systems of Systems Engineering: Basic Concepts, Model-based Techniques, and Research Directions. *ACM Computing Surveys*. 48(18), 1-41. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/2794381>
- North Atlantic Treaty Organization [NATO] (2010, 10 de novembro). Active Engagement. Modern Defence. Strategic Concept for the Defence and Security of th Members of the North Atlantic Treaty Organization adopted by Heads of State and Government in Lisbon [Página online]. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_68580.htm
- North Atlantic Treaty Organization [NATO] (2020). *NATO 2030 United for a New Era. Analysis and recommendations of the reflection group appointed by the NATO Secretary General*. Bruxelas: Reflection Group to the Secretary General.
- North Atlantic Treaty Organization [NATO] (2021a, 2 de dezembro). Brussels Summit Communiqué [página online]. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_185000.htm?selectedLocale=en



- North Atlantic Treaty Organization [NATO] (2021b, 2 de dezembro). Emerging and Disruptive Technologies [Página *online*]. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_184303.htm
- North Atlantic Treaty Organization [NATO] (2022). NATO Defence Planning Process [Página *online*]. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_49202.htm
- Pearson Engineering. (2022, 30 de março). MW240 [Página *online*]. Retirado de <https://www.pearson-eng.com/product/mw240/#>
- Pires, R. M. S. (2022, janeiro). Inovação no EMGFA. Inovação e Modernização – perspectivas e desafios. Em: Instituto Universitário Militar [IUM], *Seminário ao Curso de Estado-Maior Conjunto 2021/22*. Seminário organizado pelo IUM, Lisboa.
- Rahin, E. (2005). *Swarm Robotics: From Sources of Inspiration to Domains of Application* (Relatório Técnico). Ancara: Department of Computer Engineering of Middle East Technical University.
- Rego, A., Pina, M., & Meyer Jr., V. (2018, março). Quantos participantes são necessários para um estudo qualitativo? *Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa*, 43-57.
- Resolução n.º 2018/2752, de 12 de setembro (2018). *Sistemas de Armamento Autónomos*. Jornal Oficial da União Europeia. Estrasburgo: Parlamento Europeu.
- Rondeaux, C. & Sterman, D. (2019). *Twenty-First Century Proxy Warfare*. Washington, DC: New America.
- Santos, L. & Lima, J. (Coord.). (2019). *Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação*. (2.ª ed., revista e atualizada). Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Sarmento, M. (2013). *Metodologia Científica para a Elaboração, Escrita e Apresentação de Teses*. Lisboa: Universidade Lusíada de Lisboa.
- Sequeira, V. (2020, abril de 2020). Sistema de Comando e Controlo BMS - Battlefield Management System. *Atoleiros. Revista Militar da Brigada Mecanizada* 1(34), 52-55.
- Sio, F. S. & Hoven, J. (2018). Meaningful Human Control over Autonomous Systems: A Philosophical Account. *Frontiers in Robotic and AI*, 5(15), pp. 1-14. doi: 10.3389/frobt.2018.00015
- Sloan, E. (2015). Robotics at War. Survival, *Global Politics and Strategy*, 57(5), 107-120. doi: 10.1080/00396338.2015.1090133



- Strategic Studies Institute [SSI] (2018). *Robotics and military operations*. Carlisle: U.S. Army War College.
- União Europeia [UE]. (2022, 14 de fevereiro). Tipos de Instituições e Organismos [Página online]. Retirado de https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/types-institutions-and-bodies_pt
- United States Army [US Army] (2006). *Route Clearance Handbook*. Leavenworth: Center for Army Lessons Learned.
- United States Army [US Army] (2018). *Operationalizing Robotic and Autonomous Systems in Support of Multi-Domain Operations*. Newport News: Army Capabilities Integration Center.
- United States Army [US Army] (2020). *America's Army: Ready Now, Investing in the Future. FY19-21 Accomplishments and Investment Plan*. Washington DC: Autor.
- United States of America Department of Defense [US DoD] (2019). *Fiscal Year 2020 Budget Estimates. Defense-wide Justification Book*. Washington, DC: Autor.
- United States of America Department of Defense [US DoD] (2021). *Fiscal Year 2022 Budget Estimates. Defense-wide Justification Book*. Washington, DC: Autor.
- Vilelas, J. (2009). *Investigação: o Processo de Construção do Conhecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Wang, H., Li, Y., Ren, K., Yang, L. & Han, Z. (2021). *The development status and trends of ground unmanned combat platforms*. Paper apresentado na *The 2020 International Conference on Defence Technology (Autumn Edition)* da *Journal of Physics*, Shenyang.



Apêndice A — Corpo de conceitos

Quadro 6 – Corpo de conceitos

Conceitos	Definições
Apoio de Serviços	Função de combate que visa manter o potencial de combate de uma força no período necessário ao cumprimento da missão. Inclui a logística, o apoio de pessoal e o apoio financeiro (Exército, 2012).
Base Tecnológica e Industrial de Defesa (BTID)	Conjunto de empresas, instituições e entidades tecnológicas e científicas nacionais (públicas e privadas), com competências relevantes para a Defesa Nacional (idD Portugal Defence, 2022).
Curto, médio e longo prazo	O planeamento de curto prazo vai até seis anos, o de médio prazo decorre entre sete e 19 anos, e o de longo prazo a partir dos 20 anos (NATO, 2022).
Equipa Homem-Máquina	Capacidade de um SA executar tarefas específicas no seio de uma equipa humana (Boulain & Verbruggen, 2017).
Enxame robótico (<i>Swarming</i>)	Grande quantidade de agentes robóticos relativamente simples, cujas interações entre si e o meio ambiente, resultam num comportamento coletivo (Sahin, 2014).
Forças Irregulares	Forças que conduzem as atividades irregulares da insurgência, com o objetivo de interferir contra a ação do governo. As ações são conduzidas pelos habitantes (no caso da subversão, enquanto atividade irregular da insurgência) ou por agentes externos (no caso da insurgência) (Exército, 2020).
Funções de combate	Conjunto de tarefas e sistemas relacionados por uma finalidade comum e aplicadas para cumprir missões. Inclui o Comando-Missão, Movimento e Manobra, Informações, Fogos, Apoio de Serviços e Proteção (Exército, 2012).
Guerras por procuração (<i>Proxy wars</i>)	Patrocínio estatal de guerras (convencionais ou não convencionais), que extravasam a ordem constitucional do Estado (Rondeaux & Sterman, 2019).
Inovação	Capacidade de criar novos produtos, serviços, processos de trabalho e procedimentos de gestão, a fim de obter uma vantagem organizacional competitiva (Drucker, 2014).
Interrogação	Verificação técnica efetuada em caso de suspeita de um engenho explosivo e antes da eventual solicitação de apoio de uma equipa EOD (US Army, 2006).
Investigação e Desenvolvimento (I&D)	“Conjunto de atividades de produção e difusão de conhecimento [...] incluindo atividades de investigação derivadas da curiosidade científica e atividades baseadas na prática e orientadas para o aperfeiçoamento profissional” (alínea c) do art.º 2 do Decreto-Lei n.º 63/2019, de 16 de maio).
Micro SANT	SANT cuja massa de plataforma não exceda 2 kg, destinando-se ao emprego tático individual (<i>Ministry of Defence</i> , 2017).
Mini SANT	SANT cuja massa de plataforma varie entre dois e 20 kg, destinando-se ao emprego tático de subunidades (<i>Ministry of Defence</i> , 2017).
Multidomínio	Integração dos cinco domínios – marítimo, terrestre, aéreo, espacial e ciberespaço – conciliando as manobras táticas das respetivas componentes, para, em conjunto, produzir efeitos e afetar capacidades adversárias (US Army, 2020).
Proteção	Função de combate que abrange as tarefas e sistemas que preservam uma força. Inclui as tarefas de defesa antiaérea, recolha de pessoal, proteção de informação, medidas para evitar o fratricídio, segurança de área, antiterrorismo, sobrevivência, proteção sanitária, defesa BQR, prevenção de acidentes, segurança de operações e EOD (Exército, 2012).
Sistema Científico e Tecnológico Nacional (SCTN)	“O sistema nacional de ciência e tecnologia é integrado pelas entidades, estruturas e redes dedicadas à produção, difusão e transmissão do conhecimento, entre as quais: a) instituições de I&D; b) laboratórios colaborativos; c) centros de interface tecnológicos; d) infraestruturas de ciência e tecnologia; e) redes e consórcios de ciência e tecnologia (art.º 14 do Decreto-Lei n.º 63/2019, de 16 de maio).
Sistemas de sistemas	Sistemas que são compostos por sistemas constituintes independentes, que atuam em conjunto e sinergicamente para atingir um objetivo comum (Nielsen, Larsen, Fitzgerald, Woodcock, & Peleska, 2015).
Sistemas multirrobôs	Agentes interativos com capacidade de interconexão dinâmica, adaptação e auto-organização face à condição operacional, estando aptos a realizar tarefas coordenadas sem apoio ou intervenção externa (EDA, 2021c).



Sistemas semiautónomos	Sistemas que estão sob controlo ou supervisão de um operador humano e não estão autorizadas a tomar decisões sem a devida aprovação. Também designados por <i>Human In The Loop (HIL)</i> (NATO STO, 2018).
Sistemas supervisionados	Também designados por <i>Human On The Loop (HOL)</i> . Sistemas autorizados a implementar as suas decisões. Contudo, o operador humano pode interferir durante o processo, prevalecendo sobre o sistema (NATO STO, 2018).
Sistemas totalmente autónomos	Sistemas que estão autorizados a implementar as respetivas decisões sem a necessidade de aprovação humana. Também designados por <i>Human Out Of The Loop (HOOL)</i> (NATO STO, 2018) ou por <i>Human Starts The Loop</i> (ADF,2020).



Apêndice B — Modelo de análise

Quadro 7 – Modelo de análise

OG	Propor contributos para melhorar a integração de STNT autónomos no Exército.					
QC	Como melhorar a integração de STNT autónomos no Exército?					
Cap.	Conceito	Dimensões	Variáveis	Indicadores	Técnicas de recolha de dados	
3	RSA	Emprego a longo prazo	Político-económica	Causas da proliferação de TED.	Análise documental. Entrevistas semiestruturadas.	
				Consequências da proliferação de TED.		
			Ambiente-social	Causas para o recurso a novas tecnologias.		
			Ético-legal	Benefícios e riscos éticos da RSA.		
				Restrições legais à RSA.		
			Tecnológico-militar	Formas de emprego de RSA em operações futuras.		
				Áreas de desenvolvimento da RSA.		
OE 1: Analisar as tendências de emprego da RSA a longo prazo. QD1: Como tende a empregar-se a RSA a longo prazo?						
4	STNT	Desenvolvimentos internacionais	UE	Prioridades estratégicas	Análise documental. Entrevistas semiestruturadas.	
				Atividades estratégicas		
				Projetos		
			NATO	Prioridades estratégicas		
				Áreas de desenvolvimento		
				Projetos		
		OE 2: Analisar o desenvolvimento de STNT na UE e na NATO. QD2: Como estão a ser desenvolvidos os STNT na UE e na NATO?				
5	SNT	Desenvolvimentos nacionais	EMGFA	Orientações estratégicas	Análise documental. Entrevistas semiestruturadas.	
				Projetos		
			Exército	Orientações estratégicas		
				Capacidades e tecnologias prioritárias		
				Projetos		
			OE 3: Analisar o desenvolvimento de SNT no EMGFA e no Exército, para apoio às FT. QD3: Como estão a ser desenvolvidos os SNT no EMGFA e no Exército, para apoio às FT?			
		Raciocínio: indutivo Desenho de pesquisa: estudo de caso Estratégia de investigação: qualitativa. Objeto de estudo: Desenvolvimento de STNT para apoio às FT. Delimitação temporal: atualidade. espacial: UE, NATO, EMGFA e Exército. conteúdo: estratégias e projetos de desenvolvimento de SNT de aplicação militar terrestre.				



Apêndice C — Tipologia de entrevistas e identificação dos entrevistados

Para a realização do presente TII, foram entrevistadas várias singularidades. A escolha recaiu sobre oficiais que desempenham ou desempenharam cargos relevantes para a temática e com reconhecida experiência na área. Pretendendo-se uma análise qualitativa, procurou-se uma amostra variada, de modo a compreender as diferentes perspetivas da problemática em análise. Deste modo, o painel de entrevistados envolveu as áreas da docência, gestão, chefia e comando, tal como expresso no Quadro 8.

Quadro 8 – Tipologia de entrevistas e identificação dos entrevistados

Código	Cargo	Entrevistado	Tipo de entrevista	Entidade	Data
E1	Professor no IUM (unidade curricular de Direito Internacional Público); Professor Associado da Universidade Autónoma de Lisboa.	Professor Doutor Miguel Neves	Semiestruturada	IUM	10/02/2022
E2	Chefe da Área de Capacidades da Divisão de Inovação e Transformação / EMGFA.	Cor José Moreira	Exploratória e Semiestruturada	EMGFA	07/03/2022 17/03/2022
E3	Ex-Chefe da Repartição de Capacidades da Divisão de Planeamento de Forças / EME; Coorganizador das Jornadas de Infantaria 2021.	TCor Ricardo Camilo	Semiestruturada	Regimento de Comandos	22/02/2022
E4	Chefe da Repartição de Capacidades da Divisão de Planeamento de Forças / EME.	TCor Gabriel Gomes	Semiestruturada	EME	25/02/2022
E5	Chefe da Repartição de Planeamento Estratégico da Divisão de Planeamento de Forças / EME.	TCor Rui Cordeiro	Exploratória e Semiestruturada	EME	11/12/2022 13/03/2022
E6	Delegado do Exército para o <i>Land Capability Group Land Engagement</i> do <i>NATO Army Armaments Group</i> ; Coordenador de Área da Repartição de Capacidades da Divisão de Planeamento de Forças / EME.	Maj Aires Carqueijo	Semiestruturada	EME	10/03/2022
E7	<i>Project Officer Land Systems Technologies, Autonomous Systems / EDA.</i>	TCor Mário Martinho	Exploratória	EDA	03/02/2022



Apêndice D — Questões das entrevistas

Foram realizados três guiões de entrevista. Um guião para o E1, com o intuito de esclarecer aspetos legais. Um guião para o E2, com o intuito de obter informação afeta ao cargo do entrevistado, não encontrada em fonte aberta. Um guião único para os E3, E4, E5 e E6, cujas respostas proporcionaram uma análise integrada de conteúdo.

Quadro 9 – Questões da entrevista ao E1.

A1: Que restrições legais podem influenciar o emprego de RSA em operações militares?
A2: Como visualiza o emprego de RSA, no âmbito do princípio da proporcionalidade?
A3: Como visualiza o emprego de RSA, no âmbito do princípio da distinção?
A4: Como relaciona o emprego de RSA com a proibição do uso da força?
A5: Quem é que assume a responsabilidade das decisões e atos de sistemas autónomos?
A6: Que precauções devem ser tomadas aquando do desenvolvimento de RSA para fins militares?

Quadro 10 – Questões da entrevista ao E2

B1: Existe algum Conceito de Robotização para as FA, que oriente e salvguarde o alinhamento sinérgico (e.g., compatibilidade de sistemas, C2, processos aquisitivos) entre Ramos?
B2: Ao nível do EMGFA, existe o conhecimento sobre o estado da arte de cada Ramo, em matéria de I&D, desenvolvimento de capacidades e existências de RSA?
B3: Participamos nalgum projeto financiado pela UE ou pela NATO, no âmbito da RSA?
B4: Na perspetiva do EMGFA, em que áreas deve o Exército capacitar-se no domínio da RSA? Porquê?
B5: Que projetos de RSA decorrem sob a alçada do EMGFA, com possível aplicabilidade para o Exército?

Quadro 11 – Questões da entrevista ao E3, E4, E5 e E6.

C1: Que potencialidades se podem alcançar com a integração de STNT autónomos no Exército?
C2: Que vulnerabilidades poderão advir da integração de STNT autónomos no Exército?
C3: Que oportunidades poderão facilitar a integração de STNT autónomos no Exército?
C4: Que ameaças poderão restringir a integração de STNT autónomos no Exército?
C5: Considera que é viável integrar STNT autónomos no Exército? Com que prioridades?
C6: Que impactos perspetiva no Sistema de Forças (2014)?
C7: Considera ético, empregar RSA em operações militares?



Apêndice E — Extratos das respostas às entrevistas

Quadro 12 – Excertos das respostas do E1

Questão	Resposta
A1	“Do ponto de vista legal há que considerar o Direito Internacional Humanitário, o Direito Internacional dos Direitos Humanos e o Direito Internacional do Uso da Força”. “A convenção sobre Armas Convencionais conduziu, em 2019, à aprovação de um instrumento de <i>soft law</i> – <i>guidance principles on the LAWS (Lethal Autonomous Weapon Systems)</i> – e atualmente está a ser objeto de negociação de um futuro tratado internacional. Esse tratado será um instrumento de <i>hard law</i>, que irá regular as LAWS, em linha com as orientações da União Europeia”. “Nesta Resolução, torna-se patente que deve ser preservado o controlo humano sobre o uso da força e, conseqüentemente, de todos os sistemas que usem a força letal, levando à proibição de sistemas de armas que operem sem <i>meaningfull human control</i>, em que, por uma questão de precaução, os sistemas completamente autónomos com força letal devem ser proibidos”. “Estão definidos três tipos de relação entre estas tecnologias e o controlo humano: <i>human in the loop</i> (o uso da força tem de resultar de um comando humano); <i>human on the loop</i> (há monitorização e capacidade de interferência humana); <i>human out of the loop</i> (não há capacidade dos humanos interferirem no processo de decisão e execução da máquina). Estas duas últimas, integram-se no conceito de <i>meaningfull human control</i> e são o foco da Resolução da UE”.
A2	“Há que considerar o princípio da proporcionalidade, dado que exige um juízo de avaliação entre aquilo que é o risco de danos colaterais (i.e., civis virem a ser indiretamente afetados) e a potencial vantagem militar que possa resultar daquele ataque. Como é que um sistema com IA avalia e compara estes cenários? Portanto, a proporcionalidade é uma regra que muito dificilmente poderá ser cumprida com o uso de sistemas autónomos”.
A3	“No âmbito das regras do direito internacional humanitário, há que considerar o princípio da distinção, distinguindo combatentes de não combatentes e a proibição de ataques a alvos civis. A distinção é de difícil aplicação neste contexto, pois uma máquina programada para detetar seres humanos, muito dificilmente conseguirá distinguir um militar de um civil, ou ainda, um caso em que um inimigo se pretende render (pois neste caso não pode ser atacado). Assim, estes sistemas que utilizam força letal, não poderão ser usados em zonas urbanas nem noutras onde exista a presença de alvos civis, podendo apenas, no limite, serem usados em contextos de presença exclusiva de combatentes”.
A4	“A regra internacional predominante é a da proibição do uso da força, pelo que não se pode entrar numa lógica em que o uso da força é alheio à decisão e vontade humana. O uso da força tem de ser visto como sendo absolutamente excecional, sendo extremamente complexo aferir os fatores de exceção à proibição do uso da força. Como é que um sistema com inteligência artificial consegue avaliar as situações de exceção para agir em legítima defesa de um humano?”. “Há ainda que distinguir o conceito do uso da força num contexto de conflito armado e no contexto de <i>law enforcement</i>”.
A5	“As decisões letais das máquinas, devem refletir a vontade humana”. “A responsabilidade pela decisão tomada e pela execução da ação, uma vez que se as regras forem violadas terá de existir alguém que responda pelas consequências, e esta responsabilidade tem de ser assumida por humanos. Não podemos responsabilizar as máquinas. Do ponto de vista ético, é inadmissível que haja uma tentativa de transferência de responsabilidade para uma máquina”. “No âmbito da <i>law enforcement</i>, por exemplo no contexto de operações de manutenção de paz, todas estas questões assumem ainda maior preponderância, dadas as restrições adicionais (tal como, por exemplo, não posso usar bombas naqueles cenários), dado que a força letal só pode ser utilizada em última instância e sempre em legítima defesa. E isto é importante considerar, dado que tendemos a aplicar os mesmos sistemas de armas em vários contextos”.
A6	“É preciso intervir de uma forma preventiva, examinando a legalidade dos sistemas autónomos, durante a fase de conceção (ainda antes do desenvolvimento) do sistema, garantindo a sua compatibilidade com as regras do direito internacional, garantindo que há responsabilidade humana sobre as decisões das máquinas.” “Os RSA totalmente autónomos devem ser proibidos porque muito dificilmente serão compatíveis com as regras do direito internacional, sendo também esta a visão do <i>Human Rights Watch</i> e da <i>Harvard Law School</i>, em que preventivamente, não se deve desenvolver e empregar estes sistemas”. “Temos de controlar a RSA, e muito mais ainda se envolver o uso da força e a capacidade letal”.



Quadro 13 – Excertos das respostas do E2

Questão	Resposta
B1	“[...] não tenho conhecimento de um conceito específico de robotização para as FA. No entanto, importa referir que a robotização é um processo (uma tecnologia) aplicado ao desenvolvimento de capacidades, como é o caso da capacidade conjunta de sistemas autónomos. Neste sentido, existe um grupo de trabalho conjunto (EMGFA + Ramos) para levantar esta capacidade. Uma das áreas de trabalho é o desenvolvimento do conceito de emprego de SANT que está neste momento submetido para aprovação.”
B2	“Há agora, uma total compreensão e mesmo interação entre os Ramos e o EMGFA nesta matéria, nomeadamente sobre o emprego operacional dos SANT, da formação e treino de pessoal e da certificação dos meios.” “No que se refere à I&D, a recente Diretiva Estratégica para a Inovação nas FA (DEIFA) vai permitir coordenar toda a atividade dos diferentes centros de investigação, bem como dos projetos em desenvolvimento com outros parceiros”
B3	“Enquanto não se implementa a DEIFA, a DIT não tem, neste momento, conhecimento, em concreto, da participação em projetos financiados no âmbito da RSA. Isto não significa que não possam existir projetos desta natureza com a participação dos Ramos ou do MDN.” “Importa salientar que é objetivo do EMGFA criar uma estrutura especializada em promover projetos desta natureza. [...]. Assiste-se atualmente a uma grande dinamização e interação entre as FA e o setor académico e industrial nacional para a participação em projetos PESCO e EDF.” “Um aspeto menos positivo é a falta de ligação das iniciativas nacionais, no âmbito da UE, com os projetos e linhas de desenvolvimento decorrentes da WDA (<i>Warfare Development Agenda</i>) da NATO. Observo que existe muita I&D nacional em áreas que enformam os imperativos da WDA, mas que ainda não fomos capazes de fazer essa ligação e promover, à semelhança de outros países, os nossos projetos no contexto da Aliança.”
B4	“A minha perspetiva (e não a do EMGFA) é de que, no âmbito da RSA, o Exército deveria capacitar-se principalmente nas funções de C2 e Informações. Neste aspeto devo salientar uma vez mais de que o RSA é um meio e não um fim em si próprio. Isto é, contrariamente à situação atual em que se procura apenas construir e/ou adquirir SANT para diferentes cenários de emprego (terrestres, marítimos, aéreos, interiores de edifícios, capacidade de transporte, etc.), o esforço principal deveria incidir na capacidade de integração da informação fornecida pelos diferentes sistemas e no tratamento dessa “ <i>big data</i> ”, traduzindo-a em dados relevantes para apoio à decisão.”
B5	“[...] o que tem mais visibilidade neste momento é o Projeto Sentinela Atlântico, que resulta de uma parceria estabelecida entre o EMGFA, a ARDITI, o Governo Regional da Madeira, Universidade da Madeira e outras entidades, que prevê o desenvolvimento e construção de diferentes tipos de <i>drones</i> aéreos de classe 1 para o desempenho de missões específicas.” “Outros projetos que estão em vias de implementação é o desenvolvimento de um SANT de classe 2/3, o projeto Crocodilo, que é um robô terrestre vocacionado para uso das forças especiais com capacidade de transporte de carga e de armamento.”

Quadro 14 – Excertos das respostas do E3, E4, E5 e E6

Questão C1		
	Unidade de contexto	Unidade de registo
E3	- “A RSA apoia os humanos, submetendo-os a menores riscos”.	1.1
	- “Incremento e melhoria de capacidades [...]. O país que liderar a RSA, vencerá no campo de batalha”. “em complemento à ação humana, permitiria a proteção física de instalações, incluindo arrecadações de material de guerra e rondas aos aquartelamentos”; “os RSA também poderiam ser aplicados em aquartelamentos de campanha”; “pode ser explorada a capacidade de equipas tripuladas / não tripuladas, através, por exemplo de mulas mecânicas tipo <i>follow-me</i> para transporte de munições, material e reabastecimentos, bem como para evacuação sanitária”.	1.2
	- “Existência de massa crítica para liderar projetos nos domínios de RSA, através de pessoal com provas dadas noutros projetos de desenvolvimento tecnológico”.	1.3
E4	- “A robótica permite aumentar o nível de proteção dos soldados, podendo substituí-los em determinadas tarefas”.	1.1
	- “A robótica permite vencer a obsolescência funcional”.	1.2



	- “Desenvolver a robótica a nível nacional é a forma que temos de ter robótica, pois o custo de aquisição de sistemas prontos não é comportável”.	1.3
	- “A robótica representa a sobrevivência do Exército, particularmente se pensarmos em robótica de duplo uso, dado que o exército se consegue valorizar”.	1.4
E5	- “Vantagens associadas à proteção da força e do seu elemento mais importante – o combatente – pela redução da exposição dos soldados a tarefas que podem ser assumidas por sistemas não tripulados”.	1.1
	- “Operacionalmente, a integração deste tipo de meios trará vantagens, incrementando a agilidade, precisão, persistência, e distância de operação, permitindo ainda incorporar e coordenar a sua ação com o soldado”.	1.2
	- “A mais óbvia surge pela necessária modernização das forças terrestres e adaptação a novos paradigmas (a salvaguarda da vida humana é de importância extrema). A atual tendência para a robotização e substituição de algumas das tarefas no campo de batalha (associadas às informações militares, ao apoio de combate e ao apoio de serviços)”.	1.4
E6	- “Redução da exposição de militares em situações de alto risco”.	1.1
	- “A Robótica terrestre [...] permite incrementar o potencial de combate”.	1.2
	- “Além do uso militar, os Sistemas Terrestres Não Tripulados poderão ter um emprego significativo em operações de apoio civil, e no Apoio Militar de Emergência, designadamente para acesso e evacuação de pessoas e bens em locais de difícil acesso, ou de acesso perigoso (ambientes contaminados ou irrespiráveis), transporte de cargas, extinção de incêndios, vigilância e proteção de pontos sensíveis e infraestruturas críticas, entre outras. A integração dos Sistemas Terrestres Não Tripulados poderá também ser uma oportunidade ao nível da captação de recursos humanos, assim sejam criadas medidas para potenciar esta área”.	1.4
Questão C2		
E3	- “Falta uma estratégia clara do Exército que diga o caminho/prioridades a seguir”	2.1
	- “Resistência à mudança (temos medo de arriscar), com receio que as máquinas nos substituam...apesar de isto não fazer sentido, dado que as máquinas nos devem complementar e não substituir. Falta a confiança na tecnologia, devido ao receio que ela se vire contra nós”.	2.2
	- “Não há financiamento para I&D nesta área (a LPM não é aplicável para I&D)”.	2.3
E4	- “A tecnologia faz com que os sistemas estejam cada vez mais caros”.	2.3
	- “O risco de a indústria não acompanhar o que queremos”.	2.4
	- “Falta de <i>manpower</i> para isto (na robótica terrestre não conseguimos liderar um projeto desta natureza. Nos <i>drones</i> sim, mas na terra não) e o risco da eternização de projetos”.	2.5
	“O domínio terrestre é complicadíssimo do ponto de vista da comunicação. Isto é um grande problema de C2, pelo que temos de ter o equipamento muito próximo da fonte que lhe dá comando, e esta é a grande razão pela qual ainda não é visível esta capacidade”.	2.6
E5	- “Algo que em organizações como a nossa não é simples, porque “sempre assim foi”.	2.2
	- “A indústria nacional de defesa não está ainda vocacionada para este tipo de necessidade das forças terrestres (não existe um <i>cluster</i> terrestre)”.	2.4
	- “Dependência nacional de equipamentos, soluções, materiais e componentes necessários ao desenvolvimento e sustentação deste tipo de equipamentos”.	2.5
E6	- “Aversão à mudança/ inovação poderá atrasar a integração dos STNT”.	2.2
	- “Integração dos STNT obrigará a ter recursos humanos altamente especializados na sua operação e manutenção”.	2.5
	- “Generalização dos STNT provocará um incremento significativo no uso do espectro eletromagnético (dependendo do grau de autonomia dos sistemas)”.	2.6
Questão C3		
E3	- “Explorar a BTID, dado que podem gerar um produto a partir do nosso <i>know how</i> ”.	3.1
	- “Explorar o SCTN, envolvendo universidades e centros de investigação, incluindo o CINAMIL”.	3.2
	- “Tirar partido das boas relações com países aliados, tal como com os EUA”.	3.3
	- “Explorar os projetos financiados pela UE”.	3.4
E4	- “Estamos a tentar envolver a IdD, pois pode ajudar-nos a desenvolver a robótica e entendemos que este objetivo também se trata de uma oportunidade para a indústria”.	3.1
	- “De facto, neste momento, no âmbito da robótica terrestre não temos capacidade nacional para liderar projetos de robótica terrestre, dado que não apresenta a mesma	3.3



	simplicidade de uma plataforma aérea ou marítima, dado que o terreno provoca um desgaste e uma dificuldade de C2 acrescida”. - “Estamos a identificar oportunidades no âmbito do EDF, apesar de considerar que antes disso, a Defesa tem de investir em determinadas áreas para nos permitir aceder a patamares interessantes”.	3.4
E5	- “Mas também os programas atualmente em curso em vários países (NATO e UE), poderão potenciar a rápida inclusão de soluções já testadas, facilitando assim a sua integração”.	3.3
E6	“Atendendo a que o conhecimento e capacidade para desenvolver estes sistemas está disponível no sistema científico e no tecido industrial nacional, poderá ser uma oportunidade para parcerias, nomeadamente com o SCTN e com a BTID”.	3.1 3.2
Questão C4		
E3	- “Não atribuição de verbas para desenvolver a RSA. Tal como patente nas várias revisões da LPM, será difícil justificar o investimento em novas capacidades terrestres”. - “Caso sejam países terceiros a desenvolver os nossos RSA, ficamos expostos”. - “Provável dependência de países/firmas terceiros(as) para desenvolver e manter a nossa RSA”.	4.1 4.2 4.3
E4	- “A tecnologia faz com que os sistemas estejam cada vez mais caros. Se nos próximos 15 anos nos duplicassem o investimento em defesa, ainda assim não conseguíamos modernizar o Sistema de Forças”.	4.1
E5	- “Interferência na operação (<i>Electronic Warfare / Cyber Warfare</i>), e consequente risco de <i>jamming / hacking</i> dos sistemas autónomos (consequente risco de perda de controlo de um ou mais sistemas)”.	4.2
	- “Risco de dependência externa de materiais e componentes”.	4.3
	- “Restrições legais ao uso de STNT totalmente autónomos”.	4.4
E6	- “O investimento insuficiente nas capacidades do Exército afetará negativamente esta área”.	4.1
	- “Desenvolvimento/integração de STNT noutras organizações, que compitam quer pelos recursos humanos para os operarem, como ao nível do desempenho de tarefas que o Exército possa desenvolver ao nível das operações de apoio civil, e no Apoio Militar de Emergência”.	4.2
Questão C5		
E3	“Sim, mas com reservas. Algumas atividades simples podem ser autonomizadas. Existindo o produto, seria simples integrá-lo no Exército à custa dos recursos já existentes”. “Funções de combate prioritárias: - Proteção (e.g., proteção física de instalações); - Informações (foco no IVR); - Movimento e Manobra (abertura autónoma de brechas); - Comando-Missão (facilitando o C2)”.	5.1 5.2 5.3 5.4 5.5
E4	“Sim. Esperamos inclusivamente constituir um centro de treino e simulação, para fazer experimentação operacional”. “No âmbito da logística, desenvolver um <i>kit</i> universal que fosse colocado em viaturas administrativas para que entrassem em modo <i>follow me</i> , dispensando condutores”.	5.1 5.7
E5	- “Em termos financeiros e logísticos, as vantagens sobrepõem-se largamente às desvantagens, pois materializam menor investimento em soluções que, de outra forma, obrigam ao emprego de plataformas (tripuladas) dotadas de maior proteção, e por isso, mais onerosas. Em termos operacionais, levará seguramente o seu tempo, no sentido de adequar as técnicas, táticas e procedimentos ao emprego deste tipo de meios”. - “De forma transversal, em todas as Funções de Combate será possível integrar sistemas autónomos. Ainda assim, e de forma mais imediata, perspetiva-se a sua inclusão nas seguintes: - Proteção (sensores); - Informações (sensores); - Movimento e Manobra (meios de apoio de combate); - Fogos, - Sustentação (tarefas de apoio logístico, reabastecimento, e apoio sanitário/evacuação)”.	5.1 5.2 5.3 5.4 5.6 5.7



E6	- “Considero ser viável até porque já estão a ser paulatinamente integrados, inicialmente nos sistemas aéreos e agora nos sistemas terrestres (caso da engenharia)”.	5.1
	- “[Como primeira prioridade], Proteção”.	5.2
	- “[Como segunda prioridade], Informações. Para as restantes é difícil hierarquizar pois há muitos pontos onde as funções de combate se tocam”.	5.3
Questão C6		
E3	- “O Sistema de forças assenta em capacidades, pelo que, a RSA pode melhorar a sua eficácia/eficiência, sem necessariamente o alterar. Caso tenha de ser alterado, julgo que deve ser dada prioridade de robotização e autonomia às forças ligeiras, dado que tendem a ser mais aplicadas em situações reais”.	6.1
	- “Não visualizo edificar uma capacidade específica para a RSA, mas sim a sua integração em apoio às funções existentes”.	6.2
E4	- “Em todo o caso, deve haver uma alteração cirúrgica no Sistema de Forças, dado que teremos de incluir um homem no pelotão que opere sistemas remotos, tal como no passado se fez com o rádio telefonista”.	6.3
E5	- “O Sistemas de Forças não terá (por esta razão específica) que ser repensado. As Forças e Meios que o compõem, sim, e isso poderá materializar uma racionalização das próprias unidades. Por exemplo: se os sistemas anticarro puderem ser substituídos por STNT, a articulação/composição das unidades poderá ter de ser revista”.	6.1
	- “Os impactos serão essencialmente notados em termos de técnicas, táticas e procedimentos”.	6.2
	- “Em termos globais, a mudança de sistemas obriga ao repensar da organização atual (outro exemplo: se, por intermédio de meios autónomos, pudermos dispor de um sistema lança-pontes que emprega, nenhum ou quase nenhum elemento humano – inevitavelmente, terá sempre quem o controla / dá a ordem de execução), deixarás de ter necessidade de empregar o elemento humano, diminuindo assim a sua exposição, e necessariamente, aumentando a sua proteção”.	6.3
E6	- “Não creio que a curto/médio prazo existam impactos significativos no Sistema de Forças, meramente originados pela introdução dos STNT”.	6.2
Questão C7		
E3	- “Considero que caso os sistemas disponham de capacidade letal, deverá salvaguardar-se que a ordem de fogo é necessariamente dada por humanos”.	7.1
E4	- “A questão ética não se coloca nesta fase [de maturidade do Exército]”.	7.2
	- “Neste momento o Exército pretende desenvolver a robótica em si, e não o armamento da plataforma. Estamos numa fase inicial, pelo que pretendemos desenvolver plataformas para apoio e proteção, e não para empenhamento em combate”.	7.3
E5	- “A solução deve ser desenvolvida permitindo o “ <i>full automation</i> ”, mas deverá integrar mecanismos de controlo humano”.	7.1
	- “A questão ética é efetivamente aquela que, para os países ocidentais, levanta maiores preocupações (e é alvo de grande atenção), mas que na perspetiva de desenvolvimento de capacidades, não deverá “condicionar” o seu desenvolvimento [...] Para sistemas de apoio ou logísticos, julgo que a questão não se coloca”.	7.2
	- “Portanto, um sistema de armas autónomo precisará cumprir cada uma dessas regras para ser considerado lícito”.	7.3
E6	- “A decisão ter que ser tomada por um ou mais elementos humanos (tipo <i>GO/NO GO</i>), preferencialmente em número ímpar para que não se criem indecisões”.	7.1
	- “Ainda assim, desde que sejam cumpridas as regras de empenhamento, creio que não se coloca a questão ética”.	7.2
	- “A questão de ser ou não ético, dependerá do grau de autonomia dos sistemas. A serem sistemas remotamente operados, o elemento humano perderá, inevitavelmente, consciência situacional, o que poderá levar à tomada de ações mais “friamente” (como se de um jogo de computador se tratasse, havendo um afastamento do valor da vida humana) [...] Caso o sistema seja totalmente autónomo, aí sim creio poderem levantar-se problemas éticos. Neste caso, haverá necessidade de, para algumas situações”.	7.3



Apêndice F — Análise de conteúdo das entrevistas

Atendendo ao guião único para os entrevistados E3, E4, E5 e E6, importa analisar o conteúdo das respostas para cada uma das questões. Para o efeito, adota-se a metodologia proposta por Sarmiento (2013).

Quadro 15 – Análise do conteúdo das entrevistas

Categoria	Unidade registo	Entrevistados				Unidades de enumeração	Resultados (%)
		3	4	5	6		
Questão C1							
Potencialidades (internas ao Exército)	1.1 Redução do risco	x	x	x	x	4	100 %
	1.2 Melhoria das capacidades	x	x	x	x	4	100 %
	1.3 Desenvolvimento nacional	x	x			2	50 %
	1.4 Duplo uso		x	x	x	3	75 %
Conclusões da questão C1: Todos os entrevistados concordam que o emprego de RSA é vantajoso, permitindo reduzir riscos e melhorar capacidades, podendo apresentar nítidas vantagens numa ótica de duplo uso. A capacitação robótica do Exército depende da respetiva capacidade de desenvolvimento nacional.							
Questão C2							
Vulnerabilidades (internas ao Exército)	2.1 Ausência de estratégia clara	x				1	25 %
	2.2 Resistência à mudança	x		x	x	3	75 %
	2.3 Custo dos sistemas	x	x			2	50 %
	2.4 Insuficiência da indústria		x	x		2	50 %
	2.5 Dependência de terceiros		x	x	x	3	75 %
	2.6 Comunicações		x		x	2	50 %
Conclusões da questão C2: A maioria dos entrevistados concorda que, no âmbito da robotização, existe resistência à mudança no Exército e uma forte dependência de terceiros (recursos materiais e humanos), agravada pela insuficiência da indústria nacional nesta área. Verifica-se também que os custos de aquisição dos sistemas limitam o desenvolvimento da robótica. Como agravante, não existe financiamento específico para desenvolver esta área. As comunicações também poderão apresentar restrições ao uso de sistemas, dado que os obstáculos terrestres restringem a transmissão entre o emissor (controlo humano) e o recetor. O emprego de RSA conduz ainda ao incremento do uso do espetro eletromagnético.							
Questão C3							
Oportunidades (externas ao Exército)	3.1 Explorar BTID	x	x		x	2	50 %
	3.2 Explorar SCTN	x			x	2	50 %
	3.3 Parceiros internacionais	x	x	x		3	75 %
	3.4 Financiamento europeu	x	x			2	50 %
Conclusões da questão C3: Todos os entrevistados concordam que se devem explorar oportunidades nacionais e internacionais. No âmbito nacional, deve explorar-se a BTID e o SCTN. A nível internacional, devem estabelecer-se parcerias e aproveitar-se fontes de financiamento europeias (e.g. EDF).							
Questão C4							
Ameaças (externas ao Exército)	4.1 Investimento insuficiente	x			x	2	50 %
	4.2 Interferência externa	x		x	x	3	75 %
	4.3 Dependência externa	x		x		2	50 %
	4.4 Restrições legais			x		1	25 %
Conclusões da questão C4: A integração de RSA no Exército pode ser ameaçada pela insuficiência de investimento nesta área, tal como patente nas várias revisões da LPM e pelo volume de verbas que seriam necessárias para superar os custos tecnológicos. O risco de dependência externa também não é favorável, dada a necessidade de recurso a nações/firmas terceiras para desenvolver e sustentar a RSA nacional. Ademais, o conhecimento sobre os sistemas nacionais ficaria na posse de outros países. As restrições legais também poderão restringir o emprego de STNT totalmente autónomos.							



Questão C5							
Prioridades para integração no Exército	5.1 Viabilidade	x	x	x	x	4	100 %
	5.2 Proteção	x			x	2	50 %
	5.3 Informações	x		x	x	3	75 %
	5.4 Movimento e manobra	x		x		2	50 %
	5.5 Comando-Missão	x				1	25 %
	5.6 Fogos			x		1	25 %
	5.7 Apoio de Serviços		x	x		2	50 %
Conclusões da questão C5: Todos os entrevistados consideram ser viável integrar RSA no Exército, mas com reservas. A nível operacional, a integração dos sistemas exigiria tempo para adaptar as técnicas, táticas e procedimentos aos novos sistemas. Os entrevistados consideram ser prioritário integrar STNT em prol das funções de combate: Informações (foco no IVR); Movimento e Manobra (foco nos meios de apoio de combate, permitindo, por exemplo, a abertura autónoma de brechas); Apoio de Serviços e Proteção (sensores e proteção física de instalações). No âmbito do Apoio de Serviços, é referido o sistema <i>follow me</i> , o reabastecimento e o apoio sanitário.							
Questão C6							
Impactos no Sistema de Forças	6.1 Aumento eficácia/eficiência	x		x		2	50 %
	6.2 TTP	x	x		x	3	75 %
	6.3 Reorganização do sistema		x	x		2	50 %
Conclusões da questão C6: A integração de RSA no Exército representa uma melhoria na eficácia e eficiência das capacidades existentes. Apesar de não se preverem alterações significativas no Sistema de Forças como um todo, pode dar-se a necessidade de alterações cirúrgicas no Sistema de Forças, nomeadamente no que concerne à distribuição de forças e meios. Nesta senda, os impactos tenderão a ser notados essencialmente ao nível das técnicas, táticas e procedimentos e nos fluxos de informação e C2.							
Questão C7							
Ética	7.1 Ordem/decisão humana	x		x	x	3	75 %
	7.2 Não condicionante		x	x	x	3	75 %
	7.3 Dependente da autonomia		x	x	x	3	75 %
Conclusões da questão C7: A questão ética está intimamente relacionada com o grau de autonomia dos sistemas e da respetiva capacidade letal. Quanto maior a autonomia, maior a problemática ética. É maioritariamente aceite que a eventual ação letal de um sistema deve necessariamente depender de uma decisão humana.							