



IUM Atualidade



A investigação em Ciências Militares. Projetos Desenvolvidos em 2021

Coordenadores: Comodoro Ramalho Marreiros

Capitão-tenente Lourenço Gorricha

Professor Doutor Thomas Gasche

Major Luís Félix



Número 41
Agosto 2022

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR

**A Investigação em Ciências Militares.
Projetos Desenvolvidos em 2020**

Coordenadores:

*Comodoro Ramalho Marreiros (diretor do CIDIUM)
Capitão-tenente Lourenço Gorricha (diretor do CINAV)
Professor Doutor Thomas Gasche (diretor do CINAMIL)
Major Luís Félix (diretor do CIAFA)*

Centro de Investigação e Desenvolvimento do IUM

Agosto de 2022

A publicação *IUM Atualidade* visa publicar eletronicamente no sítio do IUM, ensaios ou artigos de opinião sobre temas de segurança e defesa da atualidade, assim como trabalhos sobre temáticas pertinentes e de maior valia para a *práxis* do Instituto, preferencialmente da autoria de docentes do IUM, investigadores do CIDIUM ou de outros investigadores nacionais ou estrangeiros, a convite do Diretor ou por iniciativa própria.

Números publicados:

1. Intervenção Militar Francesa no Mali – Operação SERVAL (abril de 2014)
Tenente-coronel de Infantaria Pedro Ribeiro
Major de Infantaria António Costa
Major de Infantaria Hugo Fernandes
2. A Aviação Estratégica Russa (dezembro de 2014)
Coronel Técnico de Manutenção de Armamento e Equipamento José Mira
3. A Crise na Ucrânia (março de 2015)
Tenente-coronel de Engenharia Leonel Martins (Coord.)
Tenente-coronel Navegador António Eugénio (Coord.)
4. A Dissuasão Nuclear na Europa Central (outubro de 2015)
Coronel Técnico de Manutenção de Armamento e Equipamento José Mira
5. Afeganistão treze anos depois (fevereiro de 2016)
Tenente-coronel Técnico de Informática Rui Almeida
6. O Aviador do Futuro: evolução expectável e possíveis contributos da Internet das Coisas (IoT) (abril de 2016)
Coronel Piloto Aviador António Moldão
7. (Versão Portuguesa)
Regras e Normas de Autor no CIDIUM: Transversais e Específicas das Várias Linhas Editoriais (julho de 2017)
Coronel Tirocinado Lúcio Santos
Major Psicóloga Cristina Fachada
7. (Versão Inglesa)
CIDIUM Publication Guidelines: General and Specific Guidelines of the IUM (novembro de 2017)
Coronel Tirocinado Lúcio Santos
Major Psicóloga Cristina Fachada
8. Capacidades balísticas no território de Kaliningrado (dezembro de 2017)
Coronel Técnico de Manutenção de Armamento e Equipamento José Mira
9. O processo estratégico do poder financeiro internacional para a defesa do interesse nacional (junho de 2018)
Professora Doutora Teodora de Castro
10. Armas “proibidas”: O caso dos lasers cegantes (julho de 2018)
Coronel (Res) José Carlos Cardoso Mira
11. A “nova” república da Macedónia do Norte: significado geopolítico e geoestratégico (agosto de 2018)
Tenente-coronel (GNR) Marco António Ferreira da Cruz
12. Mobilidade no espaço da CPLP: Desafios securitários (setembro de 2018)
Major de Artilharia Pedro Alexandre Bretes Ferro Amador
13. A crise dos migrantes e refugiados no espaço Europeu. Contributos do instrumento militar (novembro de 2018)
Major de Engenharia João Manuel Pinto Correia
14. *NATO after the Brussels Summit. An optimistic perspective* (novembro de 2018)
Tenente-coronel de Infantaria Francisco Proença Garcia
15. John McCain: o militar que serviu a América e deixou um exemplo ao mundo (dezembro de 2018)
Major de Artilharia Nuno Miguel dos Santos Rosa Calhaço
7. (2.ª edição, revista e atualizada) Regras e Normas de Autor no IUM (janeiro de 2019)
Major Psicóloga Cristina Paula de Almeida Fachada
Capitão-de-fragata Nuno Miguel Brazuna Ranhola
Coronel Tirocinado Lúcio Agostinho Barreiros dos Santos
16. O poder de Portugal nas relações internacionais (março de 2019)
Coordenadores: Professor Doutor Armando Marques Guedes
Tenente-coronel Ricardo Dias da Costa

17. Impactos da impressão 3D num futuro próximo (junho de 2019)
 Geanne Costa
 Maria Clara de Abreu Rocha e Silva
 Neandro Velloso
 Tenente-coronel Pedro Alexandre Bretes Amador
 Tiago Miguel Felício Dâmaso
7. (3.^a edição, revista e atualizada) Normas de Autor no IUM (fevereiro de 2020)
 Major Psicóloga Cristina Paula de Almeida Fachada
 Capitão-de-fragata Nuno Miguel Brazuna Ranhola
 Comodoro João Paulo Ramalho Marreiros
 Coronel Tirocinado (Res) Lúcio Agostinho Barreiros dos Santos
18. KILLER: O míssil de cruzeiro russo 9M729 (junho de 2020)
 Coronel (Res) José Carlos Cardoso Mira
19. *United States Space Force*: Necessidade militar ou golpe publicitário? (junho 2020)
 Coronel (Res) José Carlos Cardoso Mira
20. A Europeização da Política (julho 2020)
 Dr. José Ribeiro e Castro
21. A Resposta Resiliente Europeia à Liderança Atrativa Inteligente Chinesa (janeiro 2021)
 Capitão (GNR) Adriana Martins
22. A ISAF e a NATO 13 Anos de Operações no Afeganistão: Uma Análise por Funções Conjuntas (fevereiro 2021)
 Coronel Tirocinado António José Pardal dos Santos (Coord.)
 Tenente-coronel Ricardo Dias da Costa (Coord.)
23. China Contra China: Atividade Aérea no Estreito da Formosa como Potencial Catalisador de um Conflito Alargado (abril 2021)
 Coronel (Res) José Carlos Cardoso Mira
24. A Investigação em Ciências Militares – Projetos desenvolvidos em 2020 (julho 2021)
 Coordenadores: Comodoro Ramalho Marreiros
 Capitão-tenente Lourenço Gorricha
 Professor Thomas Gasche
 Major Luís Félix
25. As Relações UE-África (julho 2021)
 Coordenador: Tenente-coronel Marco Cruz
26. As informações na Defesa e Segurança de Portugal: Uma Análise aos vários Cenários de Conflito (julho 2021)
 Coordenador: Major Pedro da Silva Monteiro
27. O Apoio das Forças Armadas às operações da Proteção Civil e das Forças e Serviços de Segurança (julho 2021)
 Coordenadores: Coronel Tirocinado Pardal dos Santos
 Tenente-coronel Figueiredo Moreira
 Tenente-coronel Morais dos Santos
 Tenente-coronel Brito Sousa
28. Resposta do Ensino Superior Militar à Pandemia de Covid-19 (setembro 2021)
 Coordenador: Tenente-coronel Santos Loureiro
29. O Conhecimento em rede e as redes do conhecimento. A “Nova” Forma de Poder dos Estados (outubro 2021)
 Tenente-coronel Brás Bernardino
30. Dissuasão Nuclear na Europa Ocidental: Atualização (novembro 2021)
 Coronel (Res) José Carlos Cardoso Mira
31. Exercício “Cyber Phalanx 2021” (janeiro 2022)
 Coronel Tirocinado Pardal dos Santos
 Major Lourenço Serrão
32. A (in)dependência energética da Europa. *The Iberian Southern Gas Corridor* (fevereiro 2022)
 Professor Doutor Duarte Lynce Faria (Coord.)
33. As funções conjuntas na Guerra do Golfo: Uma perspetiva passados 30 anos (março 2022)
 Coordenadores: Coronel Tirocinado Pardal dos Santos
 Tenente-coronel Dias da Costa
 Major Marques Teixeira
 Capitão-tenente Vargas Cabrita
34. A “Operação Militar Especial” na Ucrânia: Um Caso de Falência do Poder Aéreo Russo? (março 2022)
 Coronel (Res) José Carlos Cardoso Mira
35. Seminário sobre Contratação Pública (abril 2022)
 Coordenadores: Capitão-de-mar-e-guerra Nuno Filipe Cortes Lopes
 Capitão-tenente Bruno Alexandre Soares Mercier

7. (Versão Inglesa)

(4th edition, revised and updated) *CIDIUM Publication Guidelines: General and Specific Guidelines of the IUM* (may 2022)

Tenente-Coronel Psicóloga Cristina Paula de Almeida Fachada
Comodoro João Paulo Ramalho Marreiros
Capitão-de-fragata Nuno Miguel Brazuna Ranhola
Coronel Tirocinado (Res) Lúcio Agostinho Barreiros dos Santos

36. *Armas Hipersónicas: Da Ucrânia ao Indo-Pacífico* (maio 2022)

Coronel (Res) José Carlos Cardoso Mira

37. *Ascensão de Potências Marítimas. Volume I – Uma análise estratégica à Índia, China e Rússia.* (maio 2022)

Coordenadora: Capitão-tenente Sofia Saldanha Junceiro

38. *New Wars and Sustainable Security: What Should Military Leaders Learn?* (junho 2022)

Coordenadores: Associate Professor David Last
Dr. Marzena Żakowska

39. Doutor *Honoris Causa* – Professor Doutor Adrinao Moreira. (agosto 2022)

Coordenador: Capitão-de-mar-e-guerra Cortes Lopes

40. *ISMS 2022 – Conference of the International Society of Military Sciences – Promoting Peace and Security in a new incomprehensible and non-linear world.* (agosto 2022)

Coordenadores: Tenente-coronel Cristina Fachada
Capitão-de-mar-e-guerra Coelho Gil
Comodoro Ramalho Marreiros

Como citar esta publicação:

Marreiros, J. P. R., Gorricha, L., Gasche, T. & Félix, L. (Coords) (2022). *A Investigação em Ciências Militares-Projetos desenvolvidos em 2021*. IUM Atualidade, 41. Lisboa: Instituto Universitário Militar.

Diretor

Tenente-general António Martins Pereira

Editor-chefe

Comodoro João Paulo Ramalho Marreiros

Coordenadora Editorial

Tenente-coronel Psicóloga Cristina Paula de Almeida Fachada

Capa – Composição Gráfica

Tenente-coronel Técnico de Informática Rui José da Silva Grilo

Secretariado

Primeiro-marinheiro Conductor Mecânico de Automóveis Rodolfo Miguel Hortência Pereira
Assistente técnica Gisela Cristina da Rocha Basílio

Propriedade e Edição

Instituto Universitário Militar

Rua de Pedrouços, 1449-027 Lisboa

Tel.: (+351) 213 002 100

Fax: (+351) 213 002 162

E-mail: cidium@ium.pt

www.ium.pt/cisdi/publicacoes

ISSN: 2183-2560

© Instituto Universitário Militar, agosto, 2022.

Nota do Editor:

O texto/conteúdo da presente publicação é da exclusiva responsabilidade dos seus autores.

Índice

Capítulo 1: Introdução	1
Capítulo 2: Centro de Investigação e Desenvolvimento do Instituto Universitário Militar (CIDIUM)	
Projeto O Poder Espacial: Novo domínio estruturante de Poder.	5
Projeto <i>North Atlantic Security and Defense Strategy</i> (NASDS)	11
Projeto A União Europeia da Segurança e Defesa: da identidade ao poder militar.	15
Capítulo 3: Centro de Investigação Naval (CINAV)	
Projeto ANDRÓMEDA (An EnhaNceD Common InfoRmatiOn Sharing EnvironMent for BordEr CommanD, Control and CoordinAtion Systems)	19
Projeto ARESIBO (Augmented Reality Enriched Situation awareness for BOrder security).	21
Projeto EFFECTOR (An End to end Interoperability Framework For MaritimE Situational Awareness at StrategiC and TacTical OpeRations).	23
Projeto MEDEA (The Mediterranean & Black Sea Security Practitioners' Network)	25
Projeto OCEAN 2020 (Open Cooperation for European mAritime awareNess).	27
Capítulo 4: Centro de Investigação e Desenvolvimento da Academia Militar (CINAMIL)	
Projeto CCPI (Centro de competências para a proteção de infraestruturas).	29
Projeto DAQUI Descontaminação Superficial de Agentes Químicos de Guerra usando Líquidos Iónicos	35
Capítulo 5: Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA)	
Projeto VOAMAI (Visão Computacional para a Operação de Veículos Aéreos não Tripulados em Ambientes Marítimos e Florestais).	39
Projeto TROANTE (Desenvolvimento de Tecnologia UAV para Utilização de Âmbito Conjunto e Dual).	43
Projeto FIREFRONT (Mapeamento e Predição da Progressão de Incêndios em Tempo Real por Veículos Aéreos Não Tripulados).	49
Projeto Active Fire Detection and Assessment using Unmanned Aircraft Vehicles for Fire and Hotspot Modeling and Prediction	55
Projeto UAVTOL (Desenvolvimento de UAV VTOL para aplicações de I&D em Tecnologias Militares).	61

Introdução

O Instituto Universitário Militar (IUM) – herdeiro do Instituto de Estudos Superiores Militares (IESM), por sua vez, criado em agosto de 2005, e que integrava as funções dos então extintos Instituto Superior Naval de Guerra (Marinha Portuguesa), Instituto de Altos Estudos Militares (Exército Português) e Instituto de Altos Estudos da Força Aérea (Força Aérea Portuguesa) –, foi criado em 2015 com a publicação do Decreto-Lei n.º 249/2015 de 28 de outubro, que estabeleceu a organização da educação superior militar, e permitiu a unificação dos estabelecimentos de altos estudos das Forças Armadas teve como objetivo - além da poupança e racionalização de meios - a obtenção de uma maior unidade doutrinária e de uma maior cooperação entre o Exército, a Marinha, a Força Aérea e a Guarda Nacional Republicana.

O IUM é um estabelecimento de ensino superior universitário militar, destinado à formação ao longo da carreira dos oficiais das Forças Armadas Portuguesas (FFAA) e da Guarda Nacional Republicana (GNR), a fim de os habilitar para o desempenho de funções de comando, direção, chefia e estado-maior.

O IUM rege-se pelos valores da cultura militar, inovação, qualidade do ensino e da investigação, rigor organizacional e dinamismo nas suas atividades e parcerias – com vista a ser reconhecido, no contexto universitário nacional e internacional, como uma instituição de referência no âmbito das Ciências Militares, e é constituído por pessoas motivadas e qualificadas, que contribuem ativamente para a valorização das Ciências Militares e o reforço da especificidade e credibilidade do Ensino Superior Militar.

Na dependência direta do Chefe do Estado-Maior-General das Forças Armadas (CEMGFA), o IUM e integra as seguintes unidades orgânicas autónomas universitárias (UOAU):

- Escola Naval (EN), que depende hierarquicamente do Chefe do Estado-Maior da Armada;
- Academia Militar (AM), que depende hierarquicamente do Chefe do Estado-Maior do Exército;
- Academia da Força Aérea (AFA), que depende hierarquicamente do Chefe do Estado-Maior da Força Aérea.

Integra ainda a Unidade Politécnica Militar (UPM), que depende hierarquicamente do Comandante do IUM, como unidade orgânica autónoma politécnica e é constituída pelos:

- Departamento Politécnico da Marinha;
- Departamento Politécnico do Exército;
- Departamento Politécnico da Força Aérea;
- Departamento Politécnico da Guarda Nacional Republicana.

Integram ainda o IUM, o Departamento de Estudos Pós-Graduados (DEPG) e o Centro de Investigação e Desenvolvimento do IUM (CIDIUM). O primeiro, DEPG, responsável por promover o ensino superior, com a realização de cursos destinados à atribuição de grau académico, designadamente o Doutoramento em Ciências Militares e o Mestrado em Ciências Militares, Segurança e Defesa, de cursos de carreira, para os oficiais de oficial das Forças Armadas e da GNR e de cursos de especialização. O segundo, CIDIUM, responsável por promover atividades de Inovação, Desenvolvimento e Investigação (ID&I), com vista ao desenvolvimento do conhecimento

e da produção científica em áreas de especial interesse para as Ciências Militares, em articulação com os centros de investigação das UOAU, designadamente:

- Centro de Investigação Naval (CINAV). Órgão da Escola Naval responsável pelas atividades de Investigação e Desenvolvimento (I&D), decorrentes da condição de estabelecimento de ensino superior universitário militar, que coordena e apoia as atividades de investigação, desenvolvimento e inovação da Marinha, sem prejuízo das competências do Instituto Hidrográfico e da Estrutura de Acompanhamento da Investigação, Desenvolvimento, Experimentação e Inovação da Armada;
- Centro de Investigação da Academia Militar (CINAMIL). Estrutura de ID&I, que tem por missão promover ou participar, em colaboração com outras instituições da comunidade científica nacional ou internacional, na realização de projetos de ID&I e na divulgação de conhecimento científico, nomeadamente em áreas de interesse para a segurança e defesa nacionais. O CINAMIL tem ainda por missão apoiar as atividades de ID&I do Exército e da GNR;
- Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA). Unidade de investigação científica sediada nas instalações na Academia da Força Aérea, que, no âmbito da sua missão, realiza atividades de ID&I de natureza aeronáutica de interesse para a Força Aérea e assegura a ligação entre a Força Aérea, o Ministério da Defesa e parceiros da Base Tecnológica e Industrial da Defesa e do Sistema Científico e Tecnológico Nacional no âmbito das atividades de ID&I na área da Defesa.

Com acesso privilegiado a infraestruturas, meios, capacidade de operação e manutenção desses meios, conhecimentos e competências específicos dos Ramos das Forças Armadas onde estão inseridos, estes quatro centros de investigação do IUM (CIDIUM, CINAV, CINAMIL e CIAFA), apresentam-se como estruturas únicas e consolidadas nos seus domínios naturais de atividade e das áreas das Ciências Militares, dificilmente atingíveis em centros de investigação congéneres civis de carácter mais generalista.

Ciências Militares definidas, conforme previsto pelo O conceito científico de-Decreto-Lei n.º 249/2015, de 28 de outubro, como um corpo organizado e sistematizado de conhecimentos, de natureza multidisciplinar, resultante da investigação científica e de práticas consolidadas, avaliadas e reconhecidas pela comunidade científica, relativo ao desenvolvimento das metodologias e processos de edificação e emprego de capacidades militares utilizadas na defesa, vigilância, controlo e segurança dos espaços sob soberania ou jurisdição nacional, na resposta a crises, conflitos e emergências complexas, em missões humanitárias e de paz, em apoio ao desenvolvimento e bem-estar, na cooperação e assistência militar, bem como na atividade de segurança interna.

O mesmo Decreto-Lei que, no seu art.º 5.º, identifica as cinco áreas que integram as Ciências Militares:

- Estudo das crises e dos conflitos armados;
- Operações militares;
- Técnicas e tecnologias militares;
- Comportamento humano e saúde em contexto militar;
- Estudos de segurança interna e dos fenómenos criminais.

As Ciências Militares têm várias comunidades envolvidas, a nível nacional e internacional. Se os seus principais impulsionadores e utilizadores se encontram no âmbito da Defesa e Segurança, nomeadamente nas Escolas Superiores Militares, nos Centros de Investigação Militares, nos *think tanks* e nos Estados-Maiores das Forças Armadas, os seus beneficiários identificam-se igualmente na Sociedade em geral, na comunidade científica e tecnológica e em vários sectores da indústria e dos serviços.

A nível internacional, destaca-se a *Internacional Society of Military Sciences* (ISMS), da qual o IUM é membro desde 2019, e que integra, além do Canadá, os Países Baixos, a Dinamarca, a Finlândia, a Áustria, a Noruega, a Suécia, a Polónia e os Países Bálticos (Estónia, Letónia e Lituânia). Uma organização que tem por objetivo construir uma rede para a criação, desenvolvimento, intercâmbio e difusão de pesquisa e conhecimento sobre os Ciências Militares, e cujas atividades incluem comunicações e publicações para apoiar uma rede de pesquisa em tópicos como: estudos de guerra; história militar; tecnologia militar; comando e controle, liderança e competência básica; lei e ética; segurança, política e estratégia de defesa; Forças Armadas e sociedade; e economia e gestão de defesa.

A nível nacional, existe já uma comunidade de alguma dimensão – cujo centro de gravidade se situa no IUM –, e com uma reconhecida e significativa experiência na participação em projetos de I&D, financiados por entidades nacionais e internacionais, quer de forma autónoma, quer em cooperação com entidades dos sistemas científico e tecnológico, empresarial e industrial, que tem vindo a incrementar a sua atividade de produção e difusão científica.

Atividade de produção e divulgação do conhecimento que constitui um contributo efetivo e tangível para o desenvolvimento da cultura científica na área das Ciências Militares, e onde se destaca o trabalho de produção científica e académica publicados nas quatro linhas editoriais do IUM:

- *Revista de Ciências Militares*: acreditada pela SCIELO, composta por artigos científicos com revisão por pares em sistema de duplo anonimato, editada em formato impresso e digital (ISSN), sendo este último integralmente bilingue (português-inglês), com publicação bianual, desde 2013;
- *Coleção ARES*: composta por artigos científicos ou monografias, editada em formato impresso (ISBN), maioritariamente em português, com 36 números publicados, desde 2014;
- *Cadernos do IUM*: composta por artigos científicos ou monografias, editada em formato impresso e digital (ISBN e ISSN), fundamentalmente em português, com 50 números publicados, desde 2014;
- *IUM Atualidade*: composta por ensaios sobre temas da atualidade, editada em formato digital (ISSN), principalmente em português, com 26 números publicados (23 números de 1.ª edição + 3 números de 2.ª edição e versão traduzida).

A existência do suprarreferido Doutoramento em Ciências Militares, cuja primeira edição teve início em setembro de 2020 e que constitui uma prioridade do Ensino Superior Universitário Militar, por ser aquele que mais pode contribuir para o alargamento das fronteiras do conhecimento neste domínio, torna imprescindível alcançar-se, de forma sustentada, um ambiente próprio de investigação de elevada qualidade, avaliado com uma classificação mínima de *Muito Bom* pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), como estabelecido pela legislação mais

recente que enquadra os ciclos de estudos do Ensino Superior (o Decreto-Lei n.º 65/2018, de 16 de agosto). Legislação esta que também valoriza a criação de ciclos de estudos em áreas emergentes ou multidisciplinares, através da clarificação das condições de acreditação nestas situações, quando comprovadamente não exista ainda um corpo alargado de pessoal docente academicamente qualificado.

Neste sentido, e em face da dinâmica já adquirida, urge prosseguir com a consolidação do modelo de I&DI do IUM, o qual possibilita a agregação de capacidades nas FFAA e na GNR, assim como com o reforço da produção científica autónoma e em parceria, através de um crescente e sólido envolvimento de investigadores, tanto em distintos projetos de investigação, como na difusão dos seus resultados.

É precisamente neste propósito que se enquadra a presente publicação, que leva à estampa alguma da atividade de investigação desenvolvida no IUM durante o 2021, para cada um dos Centros de Investigação, tal como no IUM Atualidade n.º 24 se descreveu a atividade desenvolvida durante o ano 2020.

Contendo uma descrição sucinta dos projetos mais relevantes desenvolvidos em cada um dos quatro centros de investigação do IUM, é objetivo deste número 41 do *IUM Atualidade*, divulgar e partilhar ideias e experiências, na senda do conhecimento, de fazer cada vez melhor e de contribuir para o progresso das Forças Armadas e de Portugal, na área das Ciências Militares.

IUM, 29 de agosto de 2022

Os Coordenadores

Comodoro João Paulo Ramalho Marreiros (CIDIUM)

Capitão-de-fragata Lourenço Gorricha (CINAV)

Professor Doutor Thomas Gasche (CINAMIL)

Major Luís Félix (CIAFA)

Projeto *O Poder Espacial: Novo domínio estruturante de Poder*¹

1. Diretor do projeto e investigador principal: TCOR ENGEL Pedro Miguel da Silva Costa

2. Entidades participantes

Estão integrados no Projeto auditores dos Cursos do Instituto Universitário Militar (IUM) e investigadores do Centro de Investigação do IUM (CIDIUM), os quais têm participado nas diversas realizações, adiante explicitadas.

3. Entidades financiadoras: O projeto é financiado pelo IUM.

4. Resumo do Projeto

4.1 Objetivos e módulos do Projeto

Caracterizar o Espaço e identificar o mesmo como o atual elemento estruturante de Poder e gerador de influências no Sistema Internacional (SI), com ênfase no domínio da Segurança e Defesa.

Contribuir para a edificação de conhecimento consolidado na estrutura das Forças Armadas portuguesas (FFAA).

Pretende-se caracterizar de acordo com os seguintes módulos de análise e correspondentes objetivos específicos:

a. Módulo 1 Geopolítica: elementos estruturantes de Poder no Sistema Internacional (terra, mar, ar e espaço).

OE 1.1: Identificar e caracterizar os elementos estruturantes de Poder no SI, à luz das teorias da geopolítica, numa comparação com o elemento Espaço;

OE 1.2: Analisar a evolução geral das teorias clássicas da geopolítica, integrando o elemento Espaço;

OE 1.3: Identificar e interpretar os motivos que têm contribuído para a evolução das teorias clássicas da geopolítica, incorporando o elemento estruturante Espaço.

b. Módulo 2: O Estado da Arte: a integração da tecnologia espacial em operações militares.

OE 2.1: Analisar a evolução geral da integração da tecnologia espacial nas operações militares.

OE 2.2: Identificar e interpretar os principais motivos da evolução registada da integração da tecnologia espacial nas operações militares, à luz das teorias clássicas da geopolítica (ligação entre módulos da investigação);

OE 2.3: Estudar a influência da integração da tecnologia espacial nas operações militares da atualidade;

OE 2.4: incorporar, numa proposta de modelo, os contributos resultantes da integração da tecnologia espacial nas operações militares da atualidade.

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação e Desenvolvimento do Instituto Universitário Militar (CIDIUM), sito na Rua de Pedrouços, n.º122, 1449-027 Lisboa, Portugal. Tem como ponto de contacto o diretor do projeto, TCOR Silva Costa (email: costa.pms@ium.pt).

c. Módulo 3: Poder Espacial: os atores dominantes.

OE 3.1: Avaliar os programas espaciais dos atores dominantes na temática, com ênfase para o domínio da Segurança e Defesa;

OE 3.2: Avaliar os programas espaciais, para a Europa e Estados-membros (incluindo Portugal), com ênfase para o domínio da Segurança e Defesa;

OE 3.3: Identificar as tendências políticas e geopolíticas que poderão comprometer ou incrementar os produtos disponibilizados pelo Poder Espacial nos domínios da Segurança e Defesa.

d. Módulo 4: Poder Espacial: a União Europeia.

OE 4.1: Analisar a evolução havida no seio da tecnologia espacial e a sua integração na ação da UE, em particular no domínio da Segurança e Defesa (evolução histórica do OE 3.2);

OE 4.2: Avaliar potencialidades e vulnerabilidades do Poder Espacial, no domínio da segurança e defesa, em particular no seio da UE;

OE 4.3: Avaliar a Estratégia Europeia Espacial e proceder a uma análise comparada com a Estratégia Global da EU.

e. Módulo 5: Poder Espacial: Portugal.

OE 5.1: Analisar a evolução havida no seio da tecnologia espacial e a sua integração na ação das Forças Armadas portuguesas.

OE 5.2: Avaliar potencialidades e vulnerabilidades do Poder Espacial, no domínio da segurança e defesa, em particular para as Forças Armadas portuguesas;

OE 5.3: Avaliar a Estratégia Portugal Espaço 2030 à luz da afirmação de Portugal no SI (interligação entre módulos, concretamente OE 3.2 e OE 4.3).

Neste enquadramento, o Projeto assenta no referencial apresentado na Figura 1.

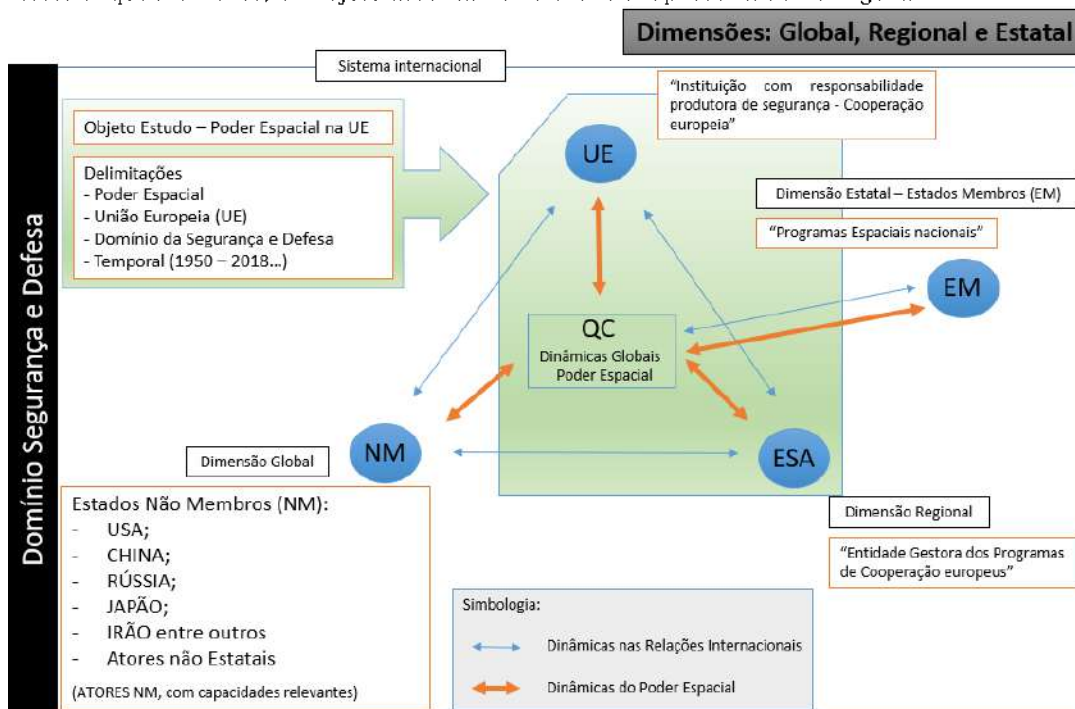


Figura 1 – Referencial teórico-metodológico do Projeto

4.2 Áreas e Domínios de Investigação de inserção do Projeto

O Projeto de Investigação integra-se, do ponto de vista científico, nos seguintes domínios e áreas:

DOMÍNIO 1: Elementos Nucleares das Ciências Militares, Área de Investigação Técnicas e Tecnologias Militares;

DOMÍNIO 2: Elementos Complementares das Ciências Militares, Área de Investigação Ciências Políticas.

5. Estado atual do Projeto

O Projeto foi iniciado formalmente em maio de 2019. Admite-se a sua conclusão no final de 2022, com atraso face à data prevista (maio de 2022) justificado pela situação pandémica vivida.

Com a sua conclusão prevê-se uma apresentação formal e uma publicação em livro (formato físico e eletrónico), com o essencial da investigação desenvolvida.

6. Execução

A execução do Projeto traduz-se, atualmente, na concretização de vários produtos e indicadores de realização, de que se destacam os seguintes “Entregáveis”:

- Publicações na área do Projeto:
 - 2019: a. Publicação em Livro do IUM do seguinte artigo: Figueiredo A., A Estratégia Nacional para o Espaço e as Forças Armadas Portuguesas. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
 - 2020: a. Publicação em Livro do IUM do seguinte artigo: Costa, P., Aplicação da Inteligência Artificial no Domínio da segurança e Defesa. Após as Novas Guerras: repensar a violência em relações internacionais. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Publicação online (1):
 - Costa, P. (2020). *The geostrategic position of the Azores Archipelago and the current space race - Opportunities for Portugal*. Disponível em: https://www.defesa.gov.pt/pt/pdefesa/ac/pub/Documents/Atlantic-Centre_PB_03.pdf
- Participação em eventos científicos / Cursos na área do Projeto:
 - 2019: Comunicação: “*The dependence of the Armed Forces of space technology*” nas “Jornadas de Medicina Aeronáutica”. Base Aérea N°5 – Monte Real.
 - 2020: Curso Breve “O Direito no Espaço”, 04/05NOV2020, com a componente “A geopolítica do Espaço”. Evento organizado pela Associação de Estudantes de Direito da Universidade do Minho e o Centro de Estudos do Curso de Relações Internacionais.
 - 2020: Curso “Governança e Geopolítica do Espaço Exterior”. Evento organizado pela Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Associação de Estudantes de Direito da Universidade do Minho e o Centro de Estudos do Curso de Relações Internacionais.
 - 2020: Comunicação: Ciclo de Conferências do *International Society of Military Sciences - 2020 Conference*, com o tema “*Space policy - disruptive challenge in the domain of Security and Defense*”. Evento organizado pelo IUM em coordenação com a Universidade Católica.

- 2020: Comunicação: Curso Avançado de Estudos Europeus, com o tema “A militarização do Espaço”, 23NOV2020. Evento organizado pelo IUM em coordenação com a Universidade Católica.
- 2021: Comunicação: Ciclo de Jornadas Científicas do Projeto de Investigação Poder Aeroespacial: Contributo para a Soberania, Jurisdição, Segurança e Desenvolvimento do Atlântico Português. Participação como orador nas Jornadas N°1, subordinadas ao tema “Geopoder e inserção internacional do Atlântico Português”, com a intervenção intitulada “Poder militar nacional orientado para o Atlântico Português e a importância da dimensão espaço como novo domínio estruturante do poder. Participação como moderador nas Jornadas N°3, subordinadas ao tema “Capacidades do Poder Aeroespacial no Contexto do Atlântico Português”. Eventos organizados pelo IUM.
- 2021: Comunicação: Ciclo de Conferências “*Thinking the European Security and Defense Identity*”, com o tema “*European Space Policy - disruptive challenge in the domain of Security and Defence for a more resilient Europe*”. Evento organizado pelo IUM integrado nas ações da Presidência Portuguesa do Conselho da União Europeia (PPEU 2021);
- 2021: Comunicação: Aula Aberta no ISCSP, com o tema “A Geopolítica e a Geoestratégia do Espaço Exterior...na dimensão Atlântica”. Evento organizado pelo ISCSP no Ciclo de Aulas-Abertas, centrado no tema “Geopolítica das (novas) dimensões de Segurança e Defesa do Século XXI. Perspetivas Aplicadas”;
- 2021: Curso Avançado de Estudos Europeus, com o tema “A militarização do Espaço: caso de estudo Europa”, 29NOV2021. Evento organizado pelo IUM em coordenação com a Universidade Católica.
- Curso de curta duração (30h):
Costa, P. (2020). “I Edição do Curso de Governança e Geopolítica do Espaço Exterior”. Evento organizado pela Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Outras atividades científicas na área do Projeto (Orientação de trabalhos de investigação):
 - 2018-19: A Estratégia Nacional para o Espaço e as Forças Armadas Portuguesas.
- Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior, IUM (CAP Augusto Figueiredo).
 - 2019-20: A Estratégia de Segurança Nacional para o Espaço – Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior, IUM.
 - 2019-20: A Edificação de capacidades militar no domínio espacial – Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior, IUM.
 - 2020-21: *GEOPOLITICAL SITUATION AWARENESS*: Utilização de Inteligência Artificial para avaliar a Situação Geopolítica – Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior, IUM.
 - 2020-21: Edificação de um Ramo independente das Forças Armadas para o domínio do ciberespaço – Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior, IUM.
 - 2020-21: Inteligência Artificial: Evolução ou Ameaça
- Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior, IUM.
 - 2020-21: Espaço Desafios para a Força Aérea
- Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior, IUM.

- 2020-21: Segurança nas redes 5G – Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior, IUM.
- 2020-21: Transformação Digital nas Forças Armadas: Perspetiva Estratégica.
- Trabalho de Investigação Individual do Curso de Estado Maior Conjunto, IUM.
- 2020-21: (Apoio na Orientação): Estratégia da Defesa para o Espaço
- Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial General, IUM.
- Arguição de trabalhos de investigação (1):
 - NOV2019: *Astropolitik*: do classicismo geopolítico ao espaço sideral – Tese de dissertação de mestrado em Ciência Política e Relações Internacionais do discente *Andreas Markus Wlter*.
- Perspetivas futuras:
 - Conclusão da parte teórica da Tese (para entrega de *draft* completo).
 - Participação em conferências e curso como autor, nomeadamente:
 - Costa, P. (2021). “II Edição do Curso de Governança e Geopolítica do Espaço Exterior”. Evento organizado pela Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
 - Organização de Seminário no IUM, subordinado ao tema e enquadrado com o projeto de Investigação em Curso no CIDIUM.

7. Outros dados relevantes

Releva-se que a atual situação de pandemia COVID 19 foi um elemento perturbador para a realização de algumas atividades.

Face à situação de pandemia que o país viveu, mas também pela mudança de funções do Investigador, será proposto o prolongamento até final do ano 2022 do projeto de modo a colmatar algumas situações não executadas.

O Diretor do Projeto de Investigação e Investigador Principal, TCOR Silva Costa, durante o ano 2021 passou a integrar como investigador o Projeto de Investigação do CIDIUM intitulado “Poder Aeroespacial: Contributo para a Soberania, Jurisdição, Segurança e Desenvolvimento do Atlântico Português”, com valor ativo para o cumprimento do Módulo 5 do presente Projeto de Investigação (O Poder Espacial: novo domínio estruturante de Poder).

Projeto *North Atlantic Security and Defense Strategy* (NASDS)¹

1. Diretor do projeto e investigador principal: Doutor Marco Marsili (Investigador do CIDIUM; Investigador Integrado do CIEP-UCP; Investigador Associado do CEI-IUL e do CESRAN).

2. Entidades participantes: O projeto *North Atlantic Security and Defense Strategy* (NASDS) está inscrito no Centro de Investigação e Desenvolvimento do Instituto Universitário Militar (CIDIUM). O projeto conta como parceiros nacionais o Instituto Universitário Militar (IUM) e o Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMFGA), e como parceiros internacionais o Centro de Política de Segurança do Instituto Norueguês de Estudos de Defesa do *Norwegian Defense University College – Institutt for forsvarsstudier (IFS)/Forsvarets høyskole* (NDUC) e o Instituto de Direito Internacional e Europeu da Universidade de Reiquiavique – *Institute of International and European Law* (IIEI), *Háskólinn í Reykjavík* (HR).

3. Entidade financiadora: o projeto é financiado pelo Fundo de Relações Bilaterais (FRB) do Mecanismo Financeiro do Espaço Económico Europeu (MFEEE) 2014-2021 – N.º da Iniciativa Bilateral: FBR_OC_194.

4. Datas de início e conclusão: início, março de 2021; conclusão, novembro de 2022.

5. Enquadramento legal e financeiro do projeto: Através do Acordo do Espaço Económico Europeu (EEE), assinado na cidade do Porto em maio de 1992, a Islândia, o Liechtenstein e a Noruega são parceiros no mercado interno com os Estados-Membros da União Europeia. Como forma de promover um contínuo e equilibrado reforço das relações económicas e comerciais, as partes do Acordo do EEE estabeleceram um Mecanismo Financeiro plurianual, designado por EEA Grants, através do qual a Islândia, o Liechtenstein e a Noruega apoiam financeiramente os estados-membros da União Europeia com maiores desvios da média europeia do PIB per capita, onde se inclui Portugal. O Acordo do EEE entrou em vigor em 1994. Um dos dois grandes objetivos dos EEA Grants é reforçar as relações bilaterais entre os países beneficiários (Portugal) e os países doadores (Islândia, Liechtenstein e Noruega). O Fundo de Relações Bilaterais (FRB), enquadrado nos EEA Grants, pretende apoiar iniciativas que visem o fortalecimento das relações entre Portugal e a Islândia, o Liechtenstein e a Noruega.

No âmbito do FRB/EEA Grants, o CIDIUM apresentou a candidatura para a iniciativa bilateral *North Atlantic Security and Defense Strategy* (NASDS) que tem como parceiros o Instituto de Direito Internacional e Europeu da Universidade de Reiquiavique, Islândia, o Centro de Política de Segurança do Instituto Norueguês de Estudos de Defesa (IFS) do *Norwegian Defense University College* (NDUC). Em março de 2021, o Comité Conjunto criado pelos países doadores com o intuito de gerir o MFEEE, constituído por representantes dos respetivos Ministérios dos Negócios Estrangeiros, aprovou o

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação e Desenvolvimento do Instituto Universitário Militar (CIDIUM), sito na Rua de Pedrouços n.º 122, 1449-027 Lisboa, Portugal. Tem como ponto de contacto o director do projeto, Doutor Marco Marsili (email: info@marcomarsili.it).

financiamento do projeto. A iniciativa foi definida pelo Comité como “relevante e significativa, com um escopo bilateral claro, com resultados bilaterais tangíveis e impacto da atividade bilateral proposta”.

6. Resumo do projeto: O projeto visa investigar as questões relacionadas com a segurança e defesa do espaço marítimo e das rotas marítimas do Oceano Ártico ao Atlântico Norte. Nestas inclui-se a responsabilidade de controlo sobre as áreas de busca e salvamento (SAR) através de sistemas autónomos não tripulados, bem como o desenvolvimento de uma estratégia conjunta de defesa e segurança nesse espaço marítimo.

A Islândia e a Noruega são membros da OTAN e do Conselho Ártico, não sendo da União Europeia. Portugal, na qualidade de país membro da OTAN e da UE, pode, por seu lado, candidatar-se ao estatuto de membro Observador Não Ártico no Conselho Ártico – o Atlântico, em particular o Atlântico Norte.

As áreas marítimas sob soberania ou jurisdição de Portugal, conforme definido na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS), incluem as águas interiores, o mar territorial, a zona contígua, a zona económica exclusiva (ZEE) e a plataforma continental.

Os governos dos parceiros deste projeto assinaram em 2011 o Acordo de Cooperação em Busca e Salvamento Aeronáutico e Marítimo no Ártico, um instrumento legalmente vinculativo, promovido pelo Conselho Ártico, em vigor desde janeiro de 2013. A esta responsabilidade de SAR acrescenta-se o desafio de segurança e direito internacional das rotas polares.

Esses desafios não atingem apenas os países árticos, mas afetam também todos os países atlânticos e aqueles que pertencem ao EEE, e são em grande parte devidos a degelo do gelo ártico, e do conseqüente aumento dos meses de navegabilidade na região. A este facto se acrescenta a reivindicação pela Rússia da jurisdição territorial exclusiva sobre grandes porções do Pólo Norte, a militarização da região por meio da reabertura de bases que pertenciam à União Soviética, e a facilitação do transporte de mercadorias oriundas da China e destinadas à Europa, conhecida como a “Nova Rota da Seda”.

Para discussão destes assuntos, e outros conexos, está planeada a organização de uma conferência internacional (NASDS 2022) nas instalações do IUM, em Lisboa, dedicada à estratégia de defesa e segurança no Atlântico Norte. O convite à apresentação de comunicações já foi lançado, e está aberto a investigadores, militares, profissionais, especialistas e autoridades de Portugal, Islândia e Noruega. Representantes de países terceiros, nomeadamente do Conselho Ártico, da UE e dos Estados-membros da OTAN, também poderão participar e assistir.

O resultado final da iniciativa será a publicação e divulgação de uma publicação científica com os resultados da conferência e da atividade de investigação e que conterá recomendações para mitigar riscos. A publicação e o lançamento estão agendados para o outubro de 2022.

Esta iniciativa é uma excelente oportunidade para dinamizar a investigação em Ciências Militares, promover a segurança e defesa coletiva e apoiar as Forças Armadas portuguesas, para o benefício de todo o país e dos seus parceiros e aliados.

7. Estado atual do projeto: Em 2021 ocorreram várias reuniões virtuais entre os parceiros, com o objetivo de planejar a realização de uma conferência internacional NASDS. Estão previstas visitas com potenciais parceiros interessados em colaborar nesta iniciativa ou em projetos futuros.

A conferência internacional sobre Segurança e Estratégia de Defesa do Atlântico Norte (NASDS 2022) será realizada nas instalações do IUM, em Lisboa, nos dias 19-20 de maio de 2022. Os dez tópicos identificados e sugeridos pelo Comité Científico são: 1) *Arctic: 'nobody's lake'?*; 2) *Polar routes and international law*; 3) *The Sino-Russian alliance for an Arctic silk road and the trans-Atlantic cooperation*; 4) *The economic impact of the Polar Silk Road on European economy*; 5) *The militarization of the Arctic region*; 6) *A NATO Arctic Command in a trans-Atlantic perspective*; 7) *Security and legal challenges to the continental shelf claims beyond 200 nautical miles in North Atlantic Ocean and Central Arctic Ocean*; 8) *Technology in support of SAR activities in a large maritime area*; 9) *The role of Portugal in North Atlantic security*; 10) *Changing coastlines and the extent of national jurisdiction*.

Os trabalhos apresentados na conferência devem ser originais e não submetidos simultaneamente a outra revista ou conferência. A comunidade académica, os investigadores, especialistas, profissionais e especialistas, especialmente dos países do EEE, do Ártico, da UE e dos Estados-membros da OTAN, foram convidados a apresentar propostas inovadoras e capazes de ampliar o debate. A Organização recomenda fortemente uma abordagem holística e interdisciplinar, que inclua estruturas teóricas e métodos de investigação de várias ciências, por exemplo: história, ciência política, ciência militar e de segurança, filosofia política, sociologia, direito, economia, etc.

8. Trabalhos a desenvolver: Realização da Conferência Internacional NASDS 2022, nas instalações do IUM, em Lisboa. Os trabalhos selecionados para apresentação na conferência serão publicados e editados em duplo formato, digital (*e-book*, no sítio do IUM) e impresso, com ISSN/ISBN e DOI. Será realizada uma revisão cega por pares, pelos membros do Comité Científico da conferência, composto de académicos, investigadores do CIDIUM, e elementos que integram as entidades parceiras do projeto.

São membros da Comissão Organizadora da conferência: Doutor Marco Marsili (*chair*); CMG (Doutor) João Gil; TCor Luís Manuel Mósca Ribeiro, Chefe de Gabinete de Planeamento e Apoio à Investigação do CIDIUM; Gisela Cristina Rocha Basílio, Assistente Técnica ao Secretariado do CIDIUM.

Projeto *A União Europeia da Segurança e Defesa: da identidade ao poder militar*¹

1. Conteúdo geral:

O Projeto de Investigação integra duas dimensões da Segurança e Defesa da União Europeia (UE), que se consubstanciam nos seguintes módulos:

Módulo 1: A Europeização da Identidade de Segurança e Defesa da União Europeia.

Módulo 2: O Poder Militar da União Europeia.

O Instituto Universitário Militar (IUM), através do seu Centro de Investigação e Desenvolvimento (CIDIUM), constitui-se com a entidade financiadora deste projeto.

2. Descrição do Projeto

Nos últimos anos, a UE tem desenvolvido um conjunto de estruturas e de políticas no âmbito da Segurança e Defesa. Enquadram-se nestes desenvolvimentos a criação de uma Política Comum de Segurança e Defesa (PCSD)² e do Serviço Europeu para a Ação Externa (SEAE)³. Em termos estratégicos, foi no Conselho Europeu de 12 de dezembro de 2003, que foi estabelecida a primeira Estratégia Europeia de Segurança⁴, que identifica um conjunto de linhas consensuais entre os Estados-Membros, com o objetivo de orientar a Política Externa e de Segurança Comum (PESC)⁵.

Apesar das medidas entretanto desenvolvidas desde a adoção da Estratégia Europeia de Segurança, os Estados-membros continuaram divididos sobre diversas questões relacionadas com o nível de ambição da UE em termos externo, mas sobretudo na identificação das principais ameaças e desafio ao espaço europeus. Assim, existiram visões distintas em relação à cooperação com a NATO e com os EUA, entre uma intermitência de aprofundamento e uma maior autonomia estratégica europeia em relação à Aliança Atlântica, a às prioridades geográficas, em fase das ameaças. Se por um lado a Rússia e o flanco leste constituíam uma preocupação, os Estados-membros do Sul viam a crise dos refugiados o principal desafio de segurança.

Na sequência da anexação da Crimeia e da saída do Reino Unido (BREXIT) a UE aprovou, no Conselho Europeu de 28 de junho de 2016, uma nova estratégia, intitulada “Visão partilhada, ação comum: uma Europa mais forte - Estratégia Global para a política externa e de segurança da União Europeia (EUGS)”⁶.

Nesse contexto, novas iniciativas foram lançadas ou reavivadas no âmbito da defesa. No entanto, apesar da EU ter vindo a incrementar nos últimos anos um conjunto de instrumentos militares e civis que lhe permitem atuar num espectro alargado de conflitos, a sua aplicação debate-se ainda com um conjunto de problemas de índole institucional, cultural e política, que aconselham a um amplo debate sobre a temática.

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação e Desenvolvimento do Instituto Universitário Militar (CIDIUM), sito na Rua de Pedrouços, n.º 122, 1449-027 Lisboa, Portugal. Tem como ponto de contacto o diretor do projeto, TCR GNR Ferreira da Cruz (email: cruz.maf@ium.pt).

² <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pt/sheet/159/politica-comum-de-seguranca-e-defesa>

³ https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/institutions-and-bodies-profiles/ceas_pt

⁴ <https://www.consilium.europa.eu/media/30824/qc7809568ptc.pdf>

⁵ https://european-union.europa.eu/priorities-and-actions/actions-topic/foreign-and-security-policy_pt

⁶ <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/3eac2cf-9ac5-11e6-868c-01aa75ed71a1/language-pt>

Tendo por base o estudo da identidade de Segurança e Defesa e o Poder Militar europeu, o tema geral do projeto constitui um assunto atual e de vital importância para a UE e respetivos Estados-membros, na medida em que a temática corresponde ao último grande bastião da soberania dos seus Estados, sendo determinante a forma como se construirá, no futuro, uma União de Segurança e Defesa.

O projeto insere-se no domínio das Ciências Militares e centra-se sobre a atual conceção teórica da Segurança e Defesa da UE, em particular explorando a Identidade de Segurança e Defesa da UE e os processos de europeização destes dois domínios, em contexto de alargamento da UE a outros Estados, bem como o seu Poder Militar.

Como resposta aos desafios referidos, a investigação foi organizada em dois módulos, tendo em conta que, de forma transversal pretende responder aos seguintes aspetos:

- Que elementos compõem a identidade de Segurança e Defesa da União Europeia?
- Como é projetada em termos externos a identidade de Segurança e Defesa da União Europeia?
- Qual a intenção política para a componente militar expressa nos documentos que constituem a “grande estratégia” da UE?
- De que forma é que os Tratados da União Europeia concebem o emprego do instrumento militar?
- Como interagem os órgãos militares da União Europeia com as restantes instâncias?
- Qual a estrutura de comando das forças para operações e missões militares da União Europeia?
- Quais são e como são geradas as forças militares previstas para a União Europeia?
- Quais as principais iniciativas no desenvolvimento de capacidades pela União Europeia?
- De que forma é feito o planeamento do emprego do poder militar nas operações da União Europeia?
- Como tem sido empregue e financiado o instrumento militar nas operações e missões lideradas pela União Europeia?
- Que perspectivas futuras para o emprego do poder militar da União Europeia?

Da combinação dos elementos referidos deverá resultar, como um dos produtos finais da investigação, as principais linhas orientadoras da eventual construção futura de uma União Europeia da Segurança e Defesa.

3. Objetivos da Investigação

Este projeto tem dois grandes objetivos gerais. Por um lado, inferir sobre a Europeização da Identidade de Segurança e Defesa da União Europeia, e, por outro, identificar as bases para o desenvolvimento de uma estratégia militar da UE.

A cada um dos objetivos gerais do Projeto corresponde a realização de objetivos específicos e de atividades/tarefas concretas como adiante se referem.

Do Módulo 1 - A Europeização da Identidade de Segurança e Defesa da UE

OE 1.1 – Caracterizar a Europeização das identidades em matéria de Segurança e de Defesa.

OE 1.2 - Caracterizar os processos de Europeização de Segurança e Defesa no contexto de alargamento.

OE 1.3– Caracterizar a forma como a União Europeia está a alterar as identidades de Segurança e de Defesa em contexto de alargamento.

Do Módulo 2 - O Poder Militar da UE

OE 2.1: Caracterizar os “fins” da componente militar da União Europeia.

OE 2.2: Caracterizar as “formas” da componente militar da União Europeia.

OE 2.3: Caracterizar os “meios” da componente militar da União Europeia.

4. Produtos e indicadores de realização e ações de divulgação da atividade científica

Desde o seu início, têm sido realizadas diversas atividades académicas que procuram corresponder aos objetivos e metas que foram atribuídas ao projeto, designadamente:

– Organização de eventos científicos:

- Seminário "Pensar a Segurança e Defesa Europeia", realizado anualmente, por ocasião do «Dia da Europa», 09 de maio;
- Seminários online (*webinar*), para reflexão de temas ligados à Segurança e à Defesa da União Europeia. A este respeito merecem destaque o *Webinar “As Relações UE-África”* (26JAN21) e o ciclo de conferências online relacionadas com a “Estratégia Securitária da EU para África e o Papel de Portugal”, aplicadas às regiões do Sahel (13MAI21), do Corno de África (20MAI21) e do Golfo da Guiné (27MAI21)
- Conferência Internacional sobre a Segurança Europeia “Uma Nova NATO numa Nova Era”, 17JUN21, em parceria com o Instituto Português de Relações Internacionais (IPRI) e o Centro de Investigação Observar.

– Publicação de artigos científicos

- Publicação do livro “Da Estratégia Militar da União Europeia”, (<https://www.iium.pt/?p=7880>).
- Publicação do artigo “União Europeia. Entre a influência dos estados e o «poder» das instituições supranacionais”, (http://www.ipri.pt/images/publicacoes/revista_ri/pdf/ri63/RI63_artg06_MC.pdf)
- Publicação do artigo “NATO 2030”: A sobrevivência numa nova era” (<https://repositorio.ual.pt/bitstream/11144/5028/5/0%20PT-vol12-n1-art02.pdf>)
- Publicação “As relações UE-África”. (<https://www.iium.pt/?p=7118>)
- Publicação do artigo “A Autonomia Estratégica da União Europeia: Independência ou complementaridade com a NATO” (<https://www.revistamilitar.pt/revpp/2>)
- Publicação do artigo “As organizações criminosas na crise das migrações: desvios securitários para a europa”. (<https://www.iium.pt/s/wpcontent/uploads/CIDIUM/Cadernos%20do%20IESM/IUM/Cadernos%20do%20IUM%20N.%C2%BA51%20->

%20Estudos%20Estrat%C3%A9gicos%20das%20Crises%20e%20dos%20Conflitos%20Armados.pdf).

- Publicação do artigo “A Geopolítica do alargamento da EU: riscos e imperativos”. (<https://www.ium.pt/s/wp-content/uploads/CIDIUM/Cadernos%20do%20IESM-IUM/Cadernos%20do%20IUM%20N.%C2%BA51%20%20Estudos%20Estrat%C3%A9gicos%20das%20Crises%20e%20dos%20Conflitos%20Armados.pdf>)
- **Comunicações em eventos científicos, nacionais e internacionais**
 - Conferência “UE e as Operações de Paz no espectro dos conflitos”, na Universidade de Coimbra.
 - Conferência “Mar Negro e a queda do *soft power* europeu”, Euro Defense.
- **Organização do Formação:**
 - Curso Avançado de Estudos Europeus, a decorrer no IUM, em colaboração com a Universidade Católica (a decorrer todos os anos durante o desenvolvimento do projeto);
 - Pós-Graduação de Conflitos Armados e Direitos Humanos, em colaboração com a Universidade de Coimbra.

5. Objetivos a realizar no futuro

Para além de procurar expandir as atividades académica e as parcerias com diferentes centros de investigação e instituições universitárias, constitui ambição deste projeto de investigação reforçar a produção de artigos científicos relacionados com as duas áreas de investigação da segurança e defesa da UE. O projeto dedicará grande parte das suas prioridades na análise do próximo documento estratégico da UE, *Bússola Estratégica (Strategic Compass)*, cuja aprovação está prevista para o próximo mês de março. Para além da reorientação estratégica, o documento atribuirá, previsivelmente, um papel reforçado ao instrumento militar.

Ao nível da promoção de conhecimento, para além do Curso Avançado de Estudos Europeus e da Pós-Graduação de Conflitos Armados e Direitos Humanos, é objetivo do projeto desenvolver a organização do *CSDP Orientation Course*, a decorrer no IUM, em colaboração com o *European Security and Defence College*.

Por ultimo, referir que este projeto está disponível para acolher, nas suas diferentes vertentes e atividades, investigadores e artigos para publicar artigos e promover atividades que diretamente se relacionem com “A União Europeia da Segurança e Defesa: da identidade ao poder militar”.

Projeto ANDRÓMEDA

(An EnhaNceD Common InfoRmatiOn Sharing EnvironMent for BordEr CommanD, Control and CoordinAtion Systems) ¹

1. Gestor do Projeto: 2TEN TSN-ELT Gonçalves Ferreira.

2. Entidades participantes

- *Ministry of Maritime Affairs And Insular Policy (EL);*
- *GMV Aerospace And Defence SA (ES);*
- *SATWAYS - Προϊοντα Και Υπηρεσιες Τηλεματικης Δικτυακον Και Τηλεπικινησιων Εφαρμογον Εταιρια Περιορισμενις Εθθινις Επε (EL);*
- *Institute of Communication and Computer Systems (EL);*
- *EXUS Software LTD (UK);*
- *INOVAWORKS li Command and Control LDA (PT);*
- *Fondazione Centro Euro-Mediterrancosui Cambiamenti Climatici (IT);*
- *Laurea-Ammattikorkeakoulu Oy (FI);*
- *CODIN SPA (IT);*
- *STEMO (BG);*
- *Kentro Meleton Asfaleias (EL);*
- *Hellenic Police (EL);*
- *Ministero Della Difesa (IT);*
- *Ministério da Defesa Nacional (PT);*
- *Ministry of Public Security (IL);*
- *Executive Agency Maritime Administration (BG);*
- *Ministry of National Defence, Greece (EL);*
- *Uprava pomorske sigurnosti - Ministarstvo saobracaja i pomorstva (ME).*

3. Entidades financiadoras: Programa Horizon 2020 (H2020).

4. Resumo do projeto

O projeto ANDRÓMEDA teve como principal objetivo a melhoria das capacidades do modelo de comunicações de CISE (*Common Information Sharing Environment*), na vertente Marítima e das fronteiras terrestres, melhorando o panorama do conhecimento situacional da vigilância de fronteiras através de serviços avançados de análise e fusão de dados.

A Demonstração final do projeto ANDRÓMEDA ocorreu nos dias 23 e 24 de junho de 2021. Nesta demonstração foi apresentada a Arquitetura de alto nível ANDRÓMEDA, designadamente o

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação Naval (CINAV), sito na Base Naval de Lisboa, Alfeite 2810-001, Almada, Portugal. Tem como ponto de contacto o investigador responsável ZIEN TSN-ELT Gonçalves Ferreira (email: cinav@marinha.pt).

respetivo Modelo de Dados CISE (e-CISE) e a arquitetura de Comando, Controle e Coordenação, bem como os serviços desenvolvidos para Data *Fusion* e apoio à decisão.

Contou com a participação de 18 parceiros europeus, 2 dos quais Portugueses, a Marinha, através do CINAV, e a *Inovawoks*.

5. Datas de início e conclusão

O projeto ANDROMEDA iniciou em 2020 e terminou em 31 de agosto de 2021.

Projeto ARESIBO

*(Augmented Reality Enriched Situation awareness for BOrder security)*¹

1. Investigador responsável: CFR Plácido da Conceição.

2. Entidades participantes

- Airbus Defence and Space SAS, the Coordinator;
- National and Kapodistrian University of Athens;
- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., acting as legal entity for and on behalf of its Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics;
- Intelligence for Environment and Security SRL;
- Ubimax GmbH;
- Centre for Research and Technology Hellas;
- TEKEVER Aerospace Defence and Security;
- Robotnik Automation SLL;
- Ministry of National Defence, Greece;
- VTT Technical Research Centre of Finland Ltd;
- Bulgarian Defence Institute "Professor Tsvetan Lazarov" ;
- Oceanscan – Marine Systems & Technology LDA;
- RAJAVARTIOLAITOS - The Finnish Border Guard;
- Portuguese Ministry of Defence – CINAV Naval Research Centre - Marinha
- ViaSat Antenna Systems SA;
- NATO Science and Technology Organisation - Centre for Maritime Research & Experimentation;
- Cross-Border Research Organisation;
- Institute of International Sociology of Gorizia;
- Romanian Protection and Guard Service;
- Advanced Mechanical Services.

3. Entidades financiadoras: Programa Horizon 2020 (H2020)

4. Resumo do projeto

O projeto ARESIBO, financiado ao abrigo do programa de investigação e inovação Horizonte 2020 da União Europeia, visa melhorar e incrementar a eficiência dos sistemas de vigilância das fronteiras, fornecendo às equipas operacionais, em especial ao nível tático de comando e controle, a informação precisa e abrangente. O Projeto ARESIBO fornecerá, através da realização de testes e demonstrações, orientações para aprimorar o manual do EUROSUR. Em

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação Naval (CINAV), sito na Base Naval de Lisboa, Alfeite 2810-001, Almada, Portugal. Tem como ponto de contacto o investigador responsável, CFR Plácido da Conceição (email: cinav@marinha.pt).

particular, serão emitidas recomendações sobre os procedimentos para planeamento e preparação das missões, bem como para a otimização da utilização de sensores e plataformas de vigilância que permitam a colaboração em tempo real entre as equipas em campo e os centros táticos C2.

5. Atividades desenvolvidas em 2021

No contexto das responsabilidades do CINAV para o projeto foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Execução do deliverable D2.8 CONOPS analysis, demonstration scenarios and evaluation metrics V1.
- Execução do deliverable D7.1 Evaluation methodology report.
- Organização do Project review meeting (Jan2021).
- Coordenação da avaliação da 1ª versão do sistema ARESIBO (MAI2021).
- Participação no Demo *Evaluation Workshop* 19JUL2021.

Durante o ano de 2021 foram ainda desenvolvidos, no âmbito do projeto ARESIBO, diversas atividades, das quais se destacam as realizadas em Portugal:

- Realizaram-se, nos dias 16 e 30 de abril do corrente ano, duas séries de testes de integração, ao largo de Peniche e Sesimbra respetivamente, envolvendo a participação de dois parceiros do projeto TEKEVER (UAV) e VIASAT (sistema de comunicações híbridas), que permitiram recolher um conjunto significativo de dados essenciais para o desenvolvimento técnico de vários componentes do projeto e aferir o desempenho da rede de comunicações no mar, tendo sido atingidos os objetivos delineados.

- O consórcio participou no REPMUS21 de 8 a 14 SET. Nos primeiros dois dias realizaram-se várias séries de testes de integração. Nos restantes dias realizaram demonstrações com dados recolhidos por UAV da TEKEVER e UUV da OCEANSCAN.

No local estiveram 45 participantes de 14 parceiros, e remotamente participaram 14 de 4 parceiros. De destacar que se tratou do 1º teste real do projeto, pois os anteriores tiveram que ser reconfigurados para modalidades online devido as restrições da pandemia.

6. Datas de início e conclusão

Com termo de aceitação de maio de 2019, está previsto terminar em maio 2022.

Projeto EFFECTOR
(An End to end Interoperability Framework For Maritime
Situational Awareness at Strategic and Tactical Operations) ¹

1. Investigador responsável: CFR EN-AEL Batista de Sousa

2. Entidades participantes

- *Secrétariat général de la mer (SGMER), France;*
- *Kentro Meleton Asfalciias (KEM), Greece;*
- *Naval Group (NAVAL), France;*
- *THALES SA (THALES), France;*
- *SATWAYS - Προϊonta Kai Υπηρεσιες Τηλεματικis Δικτυακον Kai Τηλεπικινησιακον Εφαρμογον Εταιρια Periorismenis Efthinis EPE (SATWAYS), Greece;*
- *Institute Of Communication And Computer Systems (ICCS), Greece;*
- *INESC INOVACAO - Instituto De Novas Tecnologias (INOV), Portugal;*
- *ENGINEERING - Ingegneria Informatica SPA (ENG), Italy;*
- *Universite Toulouse 1 Capitole (IRIT), France;*
- *Collecte Localisation Satellites (CLS), France;*
- *Ministry Of Maritime Affairs And Insular Policy (MMAIP), Greece;*
- *Hellenic Police (HPL), Greece;*
- *Ministério da Defesa Nacional (PTN), Portugal;*
- *Executive Agency Maritime Administration (EAMA), Bulgaria;*
- *Ministry Of National Defence, Greece (HMOD), Greece;*
- *Uprava Pomorske Sigurnosti I Upravljanja Lukama (AMSPM), Montenegro.*

3. Entidades financiadoras: Programa Horizon 2020 (H2020).

4. Resumo do projeto

O projeto EFFECTOR, com origem numa candidatura ao programa europeu H2020-SU-SEC-2018-2019-2020 (Horizonte 2020 – segurança societal-segurança externa e de fronteiras), tem como principal objetivo a melhoria da capacidade de vigilância marítima, a melhoria do processo de tomada de decisão e a melhoria da colaboração entre os atores com responsabilidade na área marítima através da implementação de uma ferramenta de interoperabilidade que associa a fusão de dados e serviços de análise para deteção mais rápida de eventos, enquadrando-se na melhoria do Conhecimento Situacional Marítimo orientado para as ações conduzidas ao nível tático e estratégico.

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação Naval (CINAV), sito na Base Naval de Lisboa, Alfeite 2810-001, Almada, Portugal. Tem como ponto de contacto o investigador responsável, CFR Batista de Sousa (email: cinav@marinha.pt).

Durante o ano de 2021, a Marinha, através do CINAV foi responsável pela elaboração do pacote de trabalho onde foram definidos os requisitos para a execução dos exercícios e demonstrações previstas no âmbito do projeto.

5. Datas de início e conclusão

Com início em outubro de 2020, está previsto terminar em outubro de 2022.

Projeto MEDEA

(The Mediterranean & Black Sea Security Practitioners' Network)¹

- 1. Investigadores responsáveis:** Prof. Cortez e Correia e Prof. Borda de Água

- 2. Entidades participantes**
 - *Guardia Civil*
 - *Ministero dell' Interno - Department of Public Security (Policia di Stato)*
 - *Romanian Police - POLIȚIA ROMÂNĂ*
 - *Entente pour la Forêt Méditerranéenne - VALABRE CEREN*
 - *Ministério de Defesa Nacional (CINAV)*
 - *Defence Institute "Professor Tsvetan Lazarov"*
 - *Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat / Bundesanstalt Technisches Hilfswerk*
 - *General Maritime Directorate*
 - *Hellenic Ministry of National Defence*
 - *Croce Rossa Italiana Comitato di Vicenza*
 - *Ingenieria de Systemas para la Defensa de España*
 - *European University of Cyprus / Centre for Risk and Decision Sciences (CERIDES)*
 - *HALPIN - Centre for Research & Innovation at North Maritime Collage of Ireland*
 - *ZAKA - Search and Rescue*
 - *Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik e.V. - DGAP*
 - *European Organisation for Security - EOS*
 - *European Union Satellite Center - SATCEN*
 - *FUNDEA - Fundación Euroárabe*
 - *Hellenic Police - HPO - ΕΛ.ΑΣ.*

- 3. Entidades financiadoras:** *European Union's Horizon 2020 – Research and Innovation Framework Programme*

4. Resumo do projeto

O MEDEA, iniciado em 2018, é um projeto financiado pela UE que visa estabelecer e desenvolver uma rede regional que ligue os principais atores relacionados com a segurança na região do Mediterrâneo e do Mar Negro, com os seguintes objetivos:

- Melhorar a colaboração entre instituições e atores de diferentes áreas usando a investigação e inovação como catalisador para aumentar as capacidades dos profissionais suas operações e permitir o uso coordenado de sistemas de informação interconectados.

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação Naval (CINAV), sito na Base Naval de Lisboa, Alfeite 2810-001, Almada, Portugal. Tem como ponto de contacto os investigadores responsáveis, Prof. Cortez e Correia e Prof. Borda de Água.

- Definir as prioridades de segurança regional do Mediterrâneo e do Mar Negro, através de uma Agenda de Investigação e Inovação em Segurança do Mediterrâneo, atualizada anualmente, baseada na identificação de cenários de ameaças futuras e cenários de alto impacto.

Durante o ano de 2021, para além da contribuição efetiva para determinados pacotes de trabalho relacionados com a identificação de cenários, os investigadores do CINAV envolvidos neste projeto participaram em diversos *workshops* e *webinars*.

5. Datas de início e conclusão

Com início em 2018, está previsto terminar em 2023.

Projeto OCEAN 2020

*(Open Cooperation for European maritime awareNess)*¹

1. **Investigadores responsáveis:** Prof. Dr. Cortez e Correia e CFR M Lourenço Gorricha

2. **Entidades participantes**

LEONARDO, INDRA, SAAB, CTM, SAFRAN, IDE, QINETIQ, SKYSOFT, MBDA, IDS, GMV, TERMA, ECA, FINCANTIERI, E-GEOS, HENSOLDT, UMS SKELDAR, BPTI, CYBERNETICA, SEADRONE, AUTONAUT, BLUE BEAR, PROLEXIA, SCHÖNHOFER, ANTYCIP, INFINITE VISION, INSIS, ALTUS, LUCIAD, BLACKSHAPE, CMRE, IOSB, TNO, VTT, CNIT, NKUA, IAI, Marinha Italiana, Marinha Lituana, Ministério da defesa da Grécia, Marinha Portuguesa (CINAV), Ministério da defesa de Espanha, Ministério da defesa da Alemanha.

3. **Entidades financiadoras:** *European Union's Preparatory Action on Defence Research (PADR)*

4. **Resumo do projeto**

O OCEAN2020, desenvolvido entre 2018 e outubro de 2021, visou fornecer à UE e às Forças Armadas Europeias a demonstração de uma solução para uma arquitetura aberta de “sistema-de-sistemas”, interoperável com Centros de Operações Marítimas nacionais, capaz de gerar um melhor planeamento da operação com segurança de veículos não tripulados. O projeto incluiu a criação de um protótipo representando o Centro de Operações Marítimas da União Europeia para demonstrar a partilha do conhecimento situacional a nível operacional e estratégico. Os objetivos do projeto foram atingidos por meio da adoção de uma metodologia específica, focada em cinco áreas principais:

- Incorporação da perspetiva do utilizador, designadamente integrando a visão das Marinhas dos Membros da UE por forma a identificar requisitos, promover a validação de tecnologias potenciais para futuras certificações, padronização e estratégias de aquisição.

- Construção de uma visão da arquitetura de sistema comum por meio da adoção das melhores práticas. A arquitetura do sistema incluiu comunicações, definição de dados, processamento de informações, integração de ativos. Foi ainda dada atenção especial às questões de interoperabilidade, alinhando os esforços de padronização de vários domínios.

- Remoção das barreiras que impedem a integração efetiva de veículos não tripulados em sistemas navais táticos.

- Realização de ensaios de integração e avaliação.

- Avaliação do impacto das soluções encontradas.

A segunda e última demonstração marítima do projeto foi realizada no Báltico, nos dias 25 e 26 de agosto de 2021, tendo contado com a participação da Marinha. As demonstrações incluíram

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação Naval (CINAV), sito na Base Naval de Lisboa, Alfeite 2810-001, Almada, Portugal. Tem como ponto de contacto os investigadores responsáveis, Prof. Cortez e Correia e CFR Lourenço Garricha.

o uso de grupos heterogêneos de veículos não tripulados, equipados com diferentes tipos de sensores.

5. Datas de início e conclusão

Com início em 2018, terminou em outubro de 2021.

Projeto CCPI

*(Centro de competências para a proteção de infraestruturas)*¹

1. Entidades Participantes

O Projeto do Centro de Competências para a Proteção de Infraestruturas (CCPI) é liderado pelo Exército Português, com gestão da Academia Militar, contando com os seguintes parceiros:

- Exército Português:
 - Centro de Competências para a Proteção de Infraestruturas (CCPI) da Academia Militar (AM);
 - Regimento de Engenharia 1 (RE 1);
 - Companhia de Engenharia de Combate Pesada da Brigada Mecanizada (CEngCombPes/BrigMec).
- Sistema Científico e Tecnológico Nacional:
 - Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa;
 - Nova School of Science and Technology – FCT NOVA.

O projeto assenta num conceito de funcionamento em rede, e permanentemente aberto à participação e ideias de novos atores, procurando garantir resposta oportuna a requisitos operacionais emergentes no domínio das estruturas e sistemas protetivos.

Com esta abordagem, pela via da participação e integração com outras instituições, pretende-se valorizar a experiência e conhecimento técnico-científico do Exército no domínio dos materiais e tecnologias, junto da sociedade e da comunidade científica.

2. Entidades Financiadoras

O projeto CCPI é executado com financiamento da Lei de Programação Militar (LPM) e do Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Central (PIDDAC), desenvolvendo-se de acordo com o seguinte cronograma (Quadro 1).

Quadro 1 - Cronograma projeto CCPI

Milestones	Cronograma do projeto					
	Ano n	Ano n+1	Ano n+2	Ano n+3	Ano n+4	Ano n+5
Capacidade de instrumentação de ensaios						
Infraestruturas de ensaios construídas						
Curso de formação aprovado						
Full Operation Capability						

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação da Academia Militar (CINAMIL). Tem como ponto de contacto o diretor do projeto, TCOR Pedro Matias.

3. Objetivos do Projeto

O projeto visa criar condições para o desenvolvimento de um Centro de Competências, enquanto plataforma de desenvolvimento, partilha e articulação de conhecimentos, capacidades e competências, congregando esforços do Exército enquanto instituição co-produtora de segurança, de agentes do sistema científico e tecnológico nacional, de agentes económicos e em particular da Base Tecnológica e Industrial de Defesa (BTID) ou envolvidos na área da segurança, bem como outros organismos relevantes da administração pública, potenciando a sua cooperação.

O projeto CCPI tem os seguintes objetivos:

- Edificar uma capacidade de estudo, desenho e avaliação de sistemas protetivos, para dar resposta à necessidade das Forças Armadas Portuguesas, com ênfase particular no ambiente expedicionário, de acordo com a doutrina OTAN;
- Gerar massa crítica de conhecimento no Exército no domínio da proteção de infraestruturas críticas;
- Obter sinergias entre I&D e a edificação de capacidades no domínio das soluções protetivas ações extremas;
- Transferir conhecimento, através do levantamento de ações formativas no domínio da engenharia protetiva;
- Produzir um conjunto de requisitos, recomendações construtivas e regras de dimensionamento para estruturas sujeitas a ações extremas.

O CCPI tem como missão promover o estudo e desenvolvimento de soluções e materiais protetivos de uso dual, que permitam incrementar a resiliência de infraestruturas críticas militares e eventualmente civis, reduzindo quer a sua vulnerabilidade, quer o impacto de potenciais ameaças terroristas, pela via do reforço da investigação, da promoção da inovação e da transferência e divulgação do conhecimento para os operadores militares e civis.

4. Instalações e equipamentos

Relativamente às instalações físicas que sustentam a atividade do CCPI, foram construídos um pavilhão de ensaios com uma câmara de rebentamentos (Figura 1) onde se realizam ensaios com cargas explosivas, à escala reduzida, e uma plataforma de ensaios no Campo Militar de Santa Margarida (Figura 2) para condução de ensaios com explosivos à escala real.



Figura 1 - Laboratório CCPI, situado na Academia Militar - Amadora



Figura 2 - Plataforma ensaios, situada no Campo Militar de Santa Margarida

No que respeita à capacidade de instrumentação de ensaios, foi adquirido, no âmbito do projeto, um conjunto diversificado de equipamentos, nomeadamente:

- Sistema de aquisição de dados dinâmicos (Figura 3);
- Sistema 3D de correlação digital de imagem;
- Diversos sensores piezoelétricos (Figura 5) e laser (Figura 6);
- Impressora 3D e software de elementos finitos para a realização de análises numéricas (LS-Dyna).

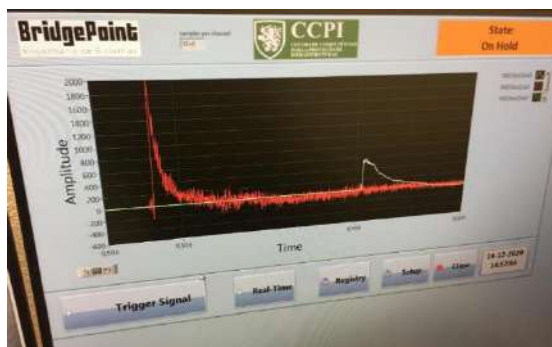


Figura 3 - Sistema de aquisição de dados dinâmicos

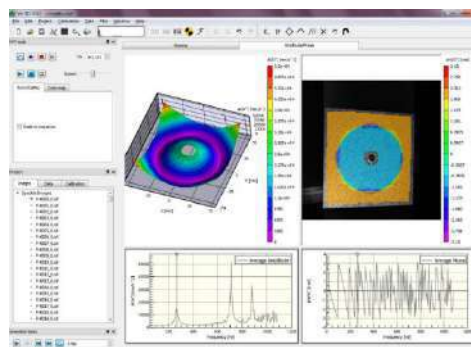


Figura 4 - Sistema de correlação digital de imagem



Figura 5 - Sensores piezoelétricos



Figura 6 - Sensores laser

5. Atividades em curso

Desde o arranque do projeto que o CCPI tem desenvolvido um conjunto de atividades de investigação, destacando-se os seguintes projetos:

- Projeto **PRINCE** (2018-2020) - Proteção de Infraestruturas Contra Explosões, financiado pelo Centro de Investigação, Desenvolvimento e Inovação da Academia Militar (CINAMIL);
- Projeto **PROTEDES** (2018-2021) - *Protection of Strategic Buildings Against Blast Actions*, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia;
- Projeto **ProFESEx** (2020-2022) - Proteção de Fachadas Envidraçadas Sujeitas a Explosões, financiado pelo CINAMIL.

O Projeto PRINCE foca-se essencialmente no estudo e desenvolvimento de revestimentos protetivos para paredes de alvenaria e betão armado e no estudo e desenvolvimento de sistemas de absorção de energia para painéis de betão armado (Figura 8).



Figura 7 - Utilização de poliureia em paredes de alvenaria



Figura 8 - Sistema de dissipadores metálicos em parede de betão

O projeto PROTEDES tem como principal objetivo o estudo do comportamento de estruturas de edifícios de betão armado ao efeito de explosões, e o desenvolvimento de soluções de dissipação de energia para reduzir ou mitigar esses efeitos (Figura 9).



Figura 9 - Avaliação do comportamento das paredes de alvenaria de pedra tradicional face à explosão

O projeto ProfESEx tem como principal objetivo o estudo e desenvolvimento de soluções protetivas de alto desempenho para fachadas e vãos envidraçados de aquartelamento de campanha e infraestruturas críticas (Figura 10).



Figura 10 – a) Modelação numérica de uma solução de fachada "agrafada; b) Utilização de tubo de choque para análise dinâmica de dissipadores; c) Utilização de tubo de choque para análise dinâmica de painel de vidro

No âmbito destes projetos, o CCPI já apoiou o desenvolvimento de mais de dez dissertações de mestrado realizadas por alunos da Academia Militar, Instituto Superior Técnico e *Nova School of Science and Technology*, seis teses de doutoramento (cinco em curso e uma concluída), várias publicações de artigos em conferências e seminários da especialidade, com destaque para o 18th ISIEMS - *International Symposium on Interaction of the Effects of Munitions with Structures*, o XII congresso de Construção Metálica e Mista, o 1.º Simpósio Engenharia Civil – SEC 2021, os seminários de Proteção de Infraestruturas PROTEDES 2019 e 2021 e a 3rd *Conference on Testing and Experimentation in Civil Engineering*. Adicionalmente, o projeto CCPI apoiou o desenvolvimento de dois sistemas de dissipação de energia (1 com patente atribuída e 1 em avaliação), tem um protótipo em ensaios e uma aplicação informática em desenvolvimento.

Projeto DAQUI

Descontaminação Superficial de Agentes Químicos de Guerra usando Líquidos Iônicos¹

1. Entidades Participantes

No projeto DAQUI iniciado em 2019 sob a égide do CINAMIL, participam a Unidade Militar Laboratorial de Defesa Biológica e Química (UMLDBQ) e a Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa (FFUL).

2. Entidades Financiadoras

O Projeto DAQUI é executado com financiamento do CINAMIL e financiamento próprio das entidades participantes.

3. Resumo

Vários incidentes militares e civis decorrentes da utilização de produtos químicos tóxicos têm vindo nos últimos anos, a demonstrar que a ameaça química continua atual. Esta ameaça pode ser minimizada através de estratégias e mecanismos de prevenção e de proteção, utilizando ferramentas de controlo de efeitos decorrentes da sua eventual concretização, designadamente, meios de descontaminação eficazes. Uma descontaminação eficiente (Figura 1) requer a neutralização em tempo útil dos agentes químicos (AQ), sem prejuízo da saúde humana e ambiental e, preferencialmente, sem destruição dos materiais ou equipamentos contaminados.



Figura 1 – Descontaminação de Material

O projeto DAQUI propõe a conceção de um descontaminante inovador com baixo impacto ambiental e humano, desenvolvido a partir de novos materiais à base de Líquidos Iónicos (LIs).

Os Líquidos Iónicos (Figura 2) poderão ser considerados sais em estado líquido, sendo muito versáteis devido à possibilidade de ajustar as propriedades desejadas, apenas combinando

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação da Academia Militar (CINAMIL). Tem como ponto de contacto o diretor do projeto, TCOR Marques Tira-Picos.

quimicamente diferentes aniões e catiões. Uma das propriedades dos LIs é a propriedade solvente e também a sua capacidade de adsorção e absorção de substâncias químicas, nomeadamente de agentes químicos de guerra. Para se configurarem como bons descontaminantes, será ainda desejável que estes líquidos iónicos integrem um neutralizante que destrua os agentes após a adsorção/absorção destes pelos líquidos iónicos.



Figura 2 – Líquidos Iónicos

Propriedades adicionalmente interessantes serão a baixa toxicidade, a elevada biodegradabilidade e a ausência de corrosividade do descontaminante.

O plano de trabalhos do Projeto DAQUI distribui-se ao longo de 36 meses, abrangendo essencialmente quatro tarefas: o desenvolvimento de LIs; a realização de estudos de adsorção-absorção dos AQ nos LIs que vão sendo concebidos (Figura 3); a realização de estudos de neutralização dos AQ relativamente aos LIs mais promissores; e por fim, o estudo da aplicação daqueles sistemas LI-neutralizante em condições comparáveis a potenciais aplicações.

A primeira tarefa, que se prolongava até ao 32.º mês de projeto, foi realizada pela FFUL, tendo sido produzidos cerca de 40 LIs, de diferentes estruturas, consistências e graus de polaridade. Cloreto de Aliquat, Aliquat de Bistriflamida, Cloreto de Fosfónio, Fosfónio de Bistriflamida, Propionato de Colina ou Acetato de Colina são alguns exemplos.

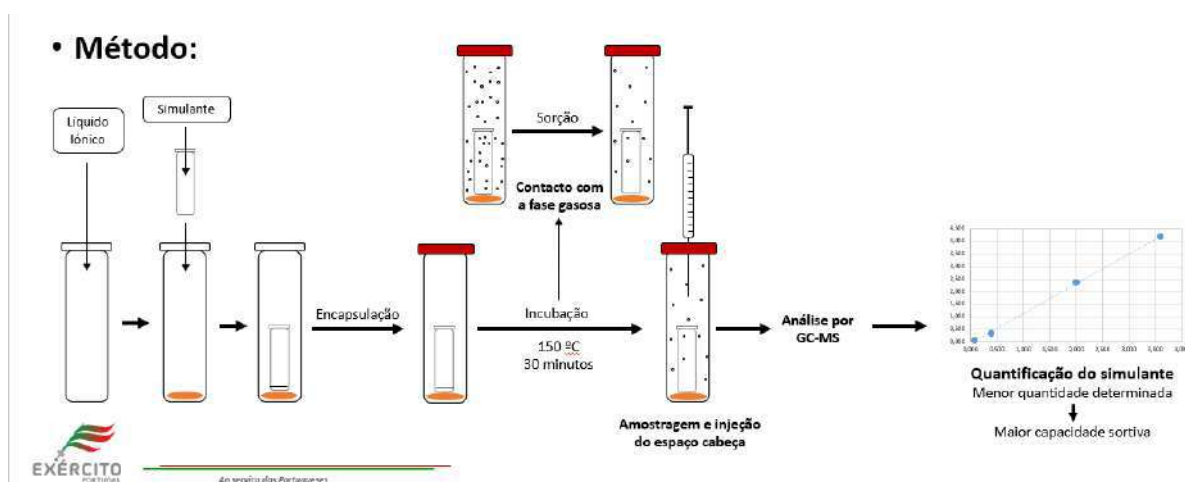


Figura 3 – Estudos de Adsorção/Absorção

Estes LIs foram sujeitos a testes de absorção/adsorção, realizados do seguinte modo: aquecimento, até volatilização, de determinada quantidade de simulante de AQ, de modo a que o vapor de AQ contactasse com o LI e favorecesse a adsorção/absorção de simulante pelo LI; o vapor de simulante remanescente, isto é, não adsorvido/absorvido, foi injetado em equipamento de cromatografia gasosa (GC) acoplado a espectrómetro de massa (MS), de modo a quantificar a quantidade de simulante de AQ aí presente (Figura 4); a quantidade de AQ adsorvida ou absorvida foi então calculada pela diferença entre a quantidade de AQ agora determinada por GC-MS e a quantidade de AQ inicial.



Figura 4 – Equipamento de Cromatografia Gasosa acoplado a Espectrometria de Massa

A realização destes testes de adsorção/absorção com todos os LIs produzidos, levou à seleção dos melhores LIs utilizados nas fases seguintes do projeto. Os melhores LIs serão então aqueles com maior capacidade de adsorção/absorção.

Como atrás referido, pretende-se que o simulante de AQ seja não só adsorvido/absorvido para o interior do LI, mas também destruído, pelo que é necessário que o LI integre na sua estrutura um neutralizante de modo a neutralizar o AQ.

4. Estado Atual

O projeto DAQUI sofreu alguns atrasos que não permitiram a sua conclusão dentro do prazo previsto (dezembro de 2021). Foram já concebidos e estudados variados tipos de líquidos iónicos e identificados aqueles mais promissores. Neste momento, procede-se à realização de estudos de neutralização dos sistemas LI-neutralizante (Figura 5). Estes estudos iniciaram-se com um oxidante (hipoclorito) que no entanto, não mostrou grande capacidade de destruição do simulante. Foram, entretanto, integrados nos LI outros tipos de neutralizantes para estudo, neste caso à base de iões hidróxido.

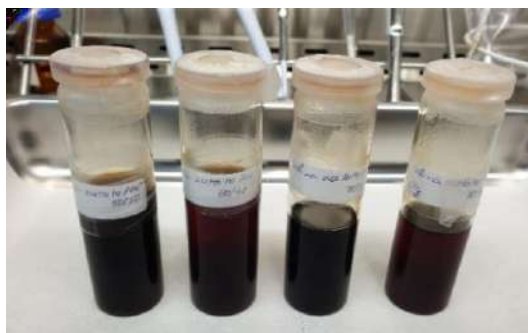


Figura 5 –Sistemas Líquido Iônico-Neutralizante

A tarefa seguinte e final do projeto, consistirá no estudo da aplicação dos sistemas combinados LI-oxidante.

5. Desenvolvimento Futuro

O descontaminante concebido pelo DAQUI poderá vir a ser utilizado na resolução de incidentes químicos no terreno, não apenas pelo Exército e seu Elemento de Defesa Biológico, Químico e Radiológico (ElemDefBQR), mas igualmente pelos restantes agentes de Proteção Civil.

A UMLDBQ prosseguirá os estudos na área dos líquidos iónicos através da realização do projeto EnZIL da NATO, no qual um sistema LI-enzima é concebido para a destruição de AQ em vez do sistema LI-neutralizante químico.

Projeto VOAM AIS

(Visão Computacional para a Operação de Veículos Aéreos não Tripulados em Ambientes Marítimos e Florestais)¹

1. Entidades Participantes

O projeto VOAM AIS é executado por um consórcio nacional liderado pelo Instituto de Sistemas e Robótica do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa (Figura 1). As entidades participantes são:

- Forças Armadas:
 - Força Aérea – CIAFA;
 - Marinha – CINAV;
- Sistema Científico e Tecnológico Nacional
 - Instituto de Sistemas e Robótica – Universidade de Lisboa.



Figura 1 – Consórcio do projeto VOAM AIS

2. Entidades Financiadoras

O projeto VOAM AIS é financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia e Portugal 2020 no âmbito do concurso nº 2 de 2017 do Sistema de Apoio à Investigação Científica e Tecnológica para Projetos de Investigação Científica e Desenvolvimento Tecnológico (LISBOA-01-0145-FEDER-031172). Para além do financiamento externo da FCT e do programa Portugal 2020, o projeto conta com o autofinanciamento das entidades participantes.

3. Resumo

O projeto aborda novas metodologias para a deteção e seguimento de alvos em imagens aéreas e marítimas. A massificação das câmaras de vídeo (visível e infra-vermelho) e os recentes desenvolvimentos científicos em redes neuronais convolucionais e filtros de correlação prometem soluções económicas e eficientes na deteção e seguimento de alvos em sistemas embarcados (aeronaves ou navios). Os resultados terão um impacto significativo em atividades estratégicas nacionais como a vigilância dos oceanos e das florestas. A aplicabilidade dos métodos será demonstrada em três cenários:

- A deteção de fogos florestais em imagens de veículos aéreos não tripulados (VANT),
- A deteção de navios a partir de VANT;

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA), sito na Academia da Força Aérea, Granja do Marquês, 2715-311, Pêro Pinheiro, Sintra, Portugal. Tem como ponto de contacto MAJ/ENGAER Luís Félix (email: lffelix@academiafa.edu.pt).

- A deteção, seguimento e estimação de pose de aeronaves a partir de imagens marítimas para a teleoperação e aterragem automática de VANT. Estas demonstrações irão informar as instituições de proteção do ambiente e fiscalização acerca da potencialidade destas tecnologias no suporte às suas atividades.

O projeto aborda diversos problemas em aberto nas áreas científicas, nomeadamente:

- Os alvos a detetar na floresta e no mar estão imersos em envolventes complexas. Na vigilância de florestas e deteção de incêndios, a envolvente composta por troncos, folhagem e relevos acidentados ocluem frequentemente os alvos a detetar. Em ambiente marítimo, a ondulação, rastros de embarcações, reflexões do sol no mar e nuvens de formas arbitrárias obrigam a uma constante adaptação dos modelos do alvo e do fundo envolvente.
- Imagens adquiridas a partir do ar ou do mar têm variações e oscilações de elevadas amplitudes que não estão presentes na maioria dos casos atualmente em investigação (vigilância e aplicações automóvel). O movimento da câmara induz movimentos rápidos do alvo e desfocagem da imagem devido ao movimento que são difíceis de compensar e deterioram as capacidades de deteção e seguimento. O facto de existirem poucos conjuntos de dados nos domínios de aplicação considerados, limita o desenvolvimento e validação dos algoritmos nestes cenários.

Os desafios mencionados são abordados através da combinação dos conhecimentos avançados em visão por computador, reconhecimento de padrões e aprendizagem máquina da equipa do IST-ID com os recursos e larga experiência e conhecimento em operações no terreno das equipas do CIAFA e CINAV. Na execução do projeto VOAMAIIS serão adquiridos dados nos cenários de aplicação, desenvolvidos algoritmos adaptados aos veículos aéreos e marítimos disponíveis, e testados os métodos em condições operacionais realistas. O projeto beneficia das recentes colaborações dos participantes em projetos de investigação assim como da supervisão conjunta de estudantes de doutoramento, o que garante uma cooperação próxima durante o projeto e o foco nos objetivos desde o início do projeto.

Finalmente, o projeto tem objetivo produzir um conjunto de dados único para o treino e validação de algoritmos que será disponibilizado publicamente e permitirá mobilizar a investigação nesta área.

O projeto está organizado em sete tarefas principais:

- T1: Requisitos;
- T2: Desenvolvimento – inclui o desenvolvimento de os algoritmos de computação visual para aplicação a bordo dos VANT, embarcações e estação de controlo. Os algoritmos desenvolvidos deverão ter em consideração os constrangimentos computacionais do hardware em questão;
- T3: Treino de algoritmos e validação – definição de um sistema de teste e validação dos algoritmos para comparar o seu desempenho;
- T4: Aquisição de Dados – Preparação do sistema de aquisição de dados para operação a bordo dos veículos (VANT ou embarcações) e adaptado aos três cenários considerados no projeto.
- T5: Criação de *DataSet* – Organização dos dados obtidos em categorias e seleção dos segmentos relevantes para treino e validação dos algoritmos.
- T6: Implementação e testes – tarefa transversal ao projeto que serve de apoio ao desenvolvimento de algoritmos e sua validação nos três cenários considerados no projeto;
- T7: Gestão e Disseminação de Projeto.

4. Execução

O Projeto VOAMAS tem a duração de três anos, porém como possui uma forte componente de desenvolvimento e ensaios práticos, foi afetado pela pandemia de COVID-19. Face a este obstáculo, o seu prazo foi prorrogado em doze meses, restando aproximadamente um ano de projeto.

Neste último ano estiveram ativas todas as tarefas do projeto. A tarefa 1 foi terminada com a definição dos sensores a utilizar a bordo das embarcações da Marinha Portuguesa para detetar e seguir UAV. Foi selecionada uma câmara com capacidade de resistir à corrosão e operar entre -30 a 60°C com 95% de humidade, sendo por isso adequada para funcionamento nas condições adversas do ambiente marítimo.

A tarefa 2 está praticamente concluída. Esta tarefa consiste no desenvolvimento de algoritmos aplicáveis aos três cenários do projeto: deteção e seguimento de embarcações e aeronaves; Deteção de focos de incêndios em imagens aéreas; e estimativa de atitude de aeronaves. O trabalho desenvolvido nesta tarefa está alicerçado no estado de arte em algoritmos de *deep learning* e foi suportado na sua maioria pela execução de teses de doutoramento e mestrado de alunos das instituições envolvidas no projeto.

O primeiro cenário foi o tema de uma tese de doutoramento em colaboração entre o CIAFA e o ISR, com o título "*Autonomous Aerial Imagery Analysis in Maritime Surveillance Scenarios*". Este tema também foi explorado em duas teses de mestrado em colaboração entre o CINAV e o ISR, subordinadas ao tema "*Ship Segmentation in Aerial Images for Maritime Surveillance*".

O segundo cenário foi o tema de algumas teses de mestrado orientadas pelo ISR, que exploraram a utilização de algoritmos desenvolvidos e *datasets* existentes para a deteção de fogue e fumo em imagens do espectro visível e infravermelhos.

O terceiro cenário foi abordado numa tese de doutoramento em colaboração entre o CINAV e o ISR com o tema "*Fixed-wing UAV tracking in outdoor scenarios for autonomous landing*" e uma tese de mestrado. A figura 2 apresenta alguns dos resultados obtidos até agora e imagens utilizadas no treino dos algoritmos.

A tarefa 3 está em curso e até ao momento tem sido feita com recurso a base de dados existentes e disponíveis. A execução desta tarefa está condicionada pela tarefa 4, que consiste na obtenção de dados para criação de *datasets* nos três cenários considerados para o projeto VOAMAS. A recolha de imagens foi muito condicionada pelas restrições impostas pela pandemia COVID-19. Até ao momento, apenas se fez recolha de dados em pequenas simulações de incêndios florestais. As grandes campanhas de recolha de dados de incêndios florestais e de imagens em ambiente marítimos foram adiadas. No entanto, os algoritmos desenvolvidos na tarefa 2 estão prontos para ser adaptados aos *datasets* do projeto assim que estes sejam criados.

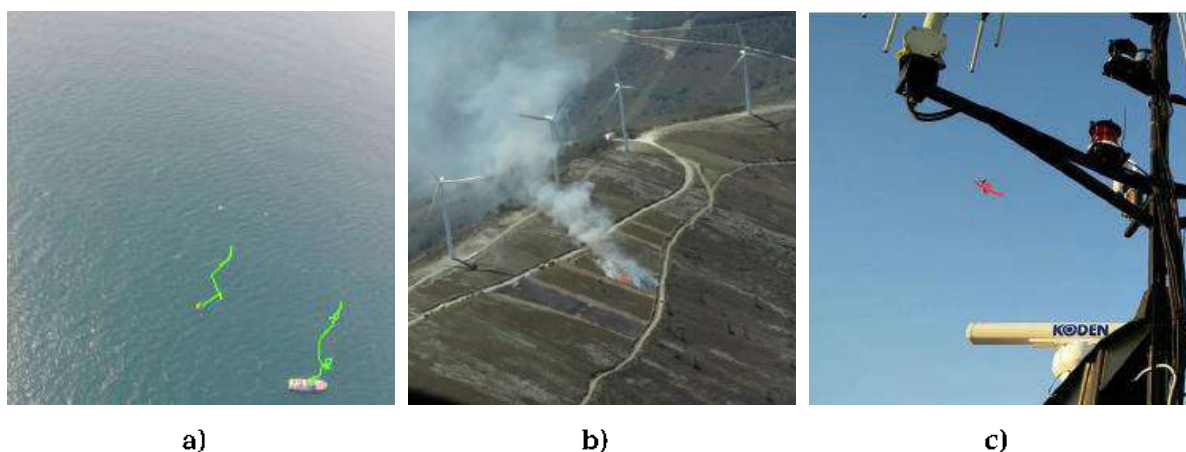


Figura 2 – a) deteção e seguimento de embarcações; b) imagem aérea de incêndio florestal utilizada no treino de algoritmos; c) imagem utilizada para deteção de atitude de UAV.

A tarefa 5 também está pendente da recolha de dados para a criação dos *datasets*. Não obstante, o consórcio avançou com a seleção e rotulação de um pequeno conjunto de imagens já recolhidas durante o projeto. Em simultâneo, está a ser desenvolvido um *dataset* de imagens sintéticas de cenários marítimos com recurso ao software Blender, que permite obter imagens realísticas. Este *dataset* tem a vantagem de fazer a rotulação de forma automática.

A tarefa 6 está a decorrer a bom ritmo. Durante o último ano avançou-se com a implementação da arquitetura de software e interface com recurso à ferramenta de programação ROS.

Em relação à disseminação e divulgação do projeto VOAMAS foi criada a página de internet do projeto (www.voamais.pt). Destaca-se ainda o número elevado de publicações e apresentações em conferências internacionais que resultaram do projeto VOAMAS até ao momento. No total são contabilizadas 19 publicações ou apresentações associadas a este projeto.

O projeto VOAMAS entra agora no último ano de execução e está prevista a recolha de imagens que permitam criar os *datasets* do projeto e treinar os algoritmos para os três cenários considerados.

Projeto TROANTE

(Desenvolvimento de Tecnologia UAV para Utilização de Âmbito Conjunto e Dual)¹

1. Entidades Participantes

O Projeto TROANTE é executado por um consórcio nacional, liderado pela Força Aérea e com gestão do Centro de Excelência e Inovação para a Indústria Automóvel (CEiiA) (Figura 1). Face ao nível de ambição do projeto e diversidade de temas abordados, o consórcio envolve várias entidades nacionais, nomeadamente:

- Forças Armadas:
 - Força Aérea – CIAFA;
 - Exército – CINAMIL e IGeoE;
 - Marinha – IH.
- Sistema Científico e Tecnológico Nacional:
 - Instituto de Telecomunicações – Universidade de Aveiro;
 - Centro de Ciências do Mar e do Ambiente – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa;
 - Instituto Dom Luiz – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Base Tecnológica e Industrial de Defesa:
 - CEiiA;
 - *Critical Software*;
 - PT Inovação e Sistemas.
- Parceiros associados:
 - *Aedel AeroSpace*.



Figura 1 – Consórcio do projeto TROANTE

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA), sito na Academia da Força Aérea, Granja do Marquês, 2715-311, Pêro Pinheiro, Sintra, Portugal. Tem como ponto de contacto MAJ/ENGAER Luís Félix (email: lffelix@academiafa.edu.pt).

2. Entidades Financiadoras

Projeto executado com financiamento próprio das entidades participante e com financiamento externo do Ministério da Defesa Nacional, através da Direção de Gestão de Recursos da Defesa Nacional, na sequência da *Call* de I&D 2014

3. Resumo

O projeto TROANTE surge na sequência dos projetos PITVANT, PERSEUS e SEAGULL e com a finalidade de dar continuidade aos resultados obtidos nesses projetos e de avançar no sentido da industrialização e comercialização da tecnologia UAS, bem como fomentar a prestação de serviços no âmbito das tecnologias desenvolvidas e em desenvolvimento.

É de salientar que no decorrer do projeto PITVANT, igualmente financiado pelo Ministério da Defesa Nacional, o CIAFA desenvolveu competências nas seguintes vertentes: tecnologia de base e respetiva integração em UAS, indispensáveis à operação sistemática destes sistemas; desenvolvimento de procedimentos de operação de base de UAS; ensaios e desenvolvimento de conceitos de operação em alguns tipos de missão, tanto militares como civis; e formação de pessoal com capacidade para definição de requisitos, operação e manutenção de UAS. Isto é, com o projeto PITVANT foi possível desenvolver conhecimento de base e competências para a operação segura de UAS em vários cenários.

Por seu lado, os projetos PERSEUS (financiado pela Comissão Europeia através do Sétimo Programa Quadro) e SEAGULL (financiado por fundos QREN), focaram-se no desenvolvimento de tecnologia para UAS e sua aplicação em contexto de vigilância marítima. O PERSEUS foi um projeto internacional liderado pela empresa INDRA (Espanha) teve como objetivo integrar tecnologia inovadora num sistema de vigilância do perímetro marítimo da União Europeia. Neste projeto, o CIAFA demonstrou o potencial da utilização de tecnologia a bordo de UAS de pequenas dimensões para este fim, desenvolvendo conceitos de operação envolvendo, de forma integrada e colaborativa, aeronaves, navios e UAS. O projeto SEAGULL teve por objetivo desenvolver um sistema inteligente que, associado a UAS com sensores instalados a bordo, tais como câmaras óticas, de infravermelhos, multi e hiperespectrais, contribua de forma significativa para a geração de conhecimento situacional marítimo, endereçando aspetos como a deteção, classificação, identificação e seguimento de alvos, reconhecimento de padrões de comportamento e monitorização de parâmetros indicadores do bom estado ambiental.

Nesta sequência, o projeto TROANTE pretende capitalizar o trabalho desenvolvido e reduzir o espaço até à industrialização e comercialização de tecnologia UAS, tendo os seguintes objetivos:

- Testar e operacionalizar um sistema UAS de pequena/média dimensão – com cerca de 25 kg de peso máximo à descolagem – para utilização em âmbito militar e civil (uso dual);
- Criar competências, a nível Nacional, envolvendo um conjunto de entidades de reconhecida competência e reputação da *Base Tecnológica e Industrial de Defesa* (BTID), do *Sistema Científico Tecnológico Nacional* (SCTN) para, em colaboração com as FFAA, se efetivar a transferência de tecnologia e avançar na prestação de serviços com recurso a UAS;
- Elaborar um “*roadmap*” tendo em vista a certificação de sistemas UAS a nível Nacional, quer para operação por entidades militares, quer por entidades civis.

De forma a atingir estes objetivos, o projeto TROANTE foi estruturado em 8 *work packages* (WP):

- WP1: Gestão do Projeto;
- WP2: Requisitos e Arquitetura do Sistema - *especificação, validação e verificação* de todos os requisitos no âmbito do sistema;
- WP3: Sistemas de Comunicação por Rádio-Frequência - otimização de links rádio-elétricos para controlo do sistema (UAS30) e para transmissão de imagem, de forma a se poder vir a dispor de links de maior capacidade (maior largura de banda), de maior alcance e energeticamente mais eficientes;
- WP4: Voos Fotogramétricos, Detecção Remota e suas Aplicações - desenvolver tecnologia e “know-how” de operação tendo em vista a sua aplicação nos domínios da geografia, cartografia, hidrografia, oceanografia e ambiente marinho;
- WP5: Testes e Demonstrações de Âmbito Militar e Civil - planejar, coordenar e executar todos os testes e demonstrações de âmbito militar e civil;
- WP6: Aeronavegabilidade e Certificação;
- WP7: Adaptação do UAS30;
- WP8: Transferência de Tecnologia: Industrialização, Comercialização e Prestação de Serviços.

4. Estado Atual

A execução técnica do projeto TROANTE foi concluída em 2021 e os relatórios finais e entregáveis previstos no projeto foram entregues à entidade financiadora. Neste momento, para fecho do projeto TROANTE aguarda-se a reunião final da Comissão Gestão e Acompanhamento.

Os testes de voo para aceitação da plataforma UAS30 P2.2 e respetiva configuração em UAS foram concluídos no final de 2020, tendo decorrido ao longo de quase 12 meses, nomeadamente pela necessidade de atualização e melhoria de subsistemas e componentes a bordo, viz.:

- Acoplamento de travões;
- Garantia de não purga dos depósitos de combustível das asas em voo;
- Alteração da bancada do motor para redução das vibrações transmitidas ao UAV;
- Troca de motor, que inicialmente era de 35cc para um de 50cc capaz de garantir os requisitos de desempenho em voo e corrida de descolagem;
- Modificação da bancada do piloto automático de forma a minimizar a ressonância dos sensores do *Inertial Measurement Unit* (IMU) induzida pela vibração do motor e estrutura;

As figuras 2 e 3 foram recolhidas durante a execução dos testes de aceitação da aeronave em solo e voo. No total foram executadas cerca de 10 horas de ensaio de motor, entre ensaios no solo e em voo, para a aceitação da plataforma. Até ao fecho do projeto foram realizadas aproximadamente 22 horas de voo com o UAS30 P2.2.

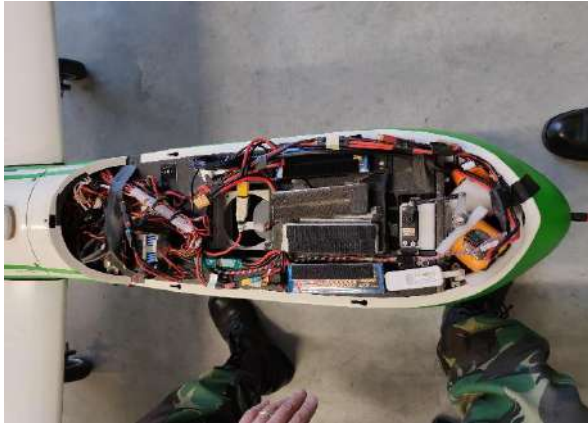


Figura 2 - Eletrônica e alimentação elétrica do UAV durante os testes

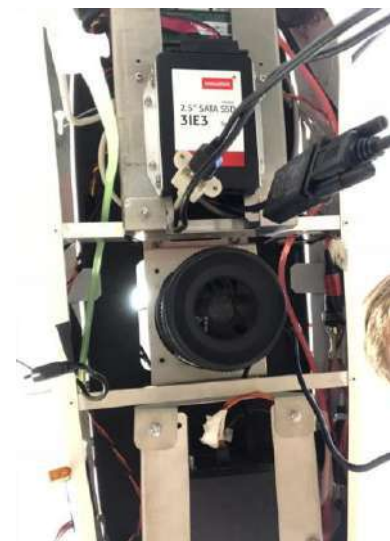


Figura 3 – Descolagem do UAS30 P2 durante os testes de voo.

Após a aceitação do UAS30 P2.2, no início de 2021, em colaboração com a CSW, foi possível concluir o desenvolvimento da arquitetura de aquisição de dados para fotogrametria. Esta arquitetura inclui o sensor *PhaseOne* e o *payload* de comando e aquisição de dados fotogramétricos com solução GPS (ver figura 4). Na execução desta tarefa foram realizadas aproximadamente 8 horas de voo na operação, teste, *troubleshooting* e melhoria do sistema de captura de imagens fotogramétricas, sendo que foi dada como concluída após a realização de um voo de teste em que os dados pretendidos foram obtidos de forma precisa e sincronizada com o plano de voo definido previamente.



a)



b)

Figura 4 – Instalação do *Hardware*: a) *PhaseOne*; b) *PhaseOne* e disco SSD.

Mediante coordenação com o parceiro do IGeoE, foi possível caracterizar o plano de voo necessário à recolha de dados para fins fotogramétricos a partir de voos realizados no CFMTEA. Este voo foi executado no dia 30 de junho cobrindo uma área de 525 hectares, conforme figuras 7 e 6.



Figura 5 – Plano de voo visto de cima, com identificação dos corredores executados pelo UAV.



Figura 6 - Projeção da área coberta pelo UAV no solo, correspondendo a 525 hectares.

Após o pós-processamento dos dados recolhidos, foi possível obter o ortomosaico resultante da reconstrução das imagens recolhidas pelo UAV e o modelo digital de superfície, conforme figura 7.

Para fecho do projeto TROANTE, o consórcio elaborou ainda um documento técnico com as normas de certificação de UAS, definiu um plano para o projetos de UAS tendo em vista a certificação e efetuou estudos de mercado de âmbito nacional e internacional tendo em consideração os objetivos alcançados na execução do projeto.

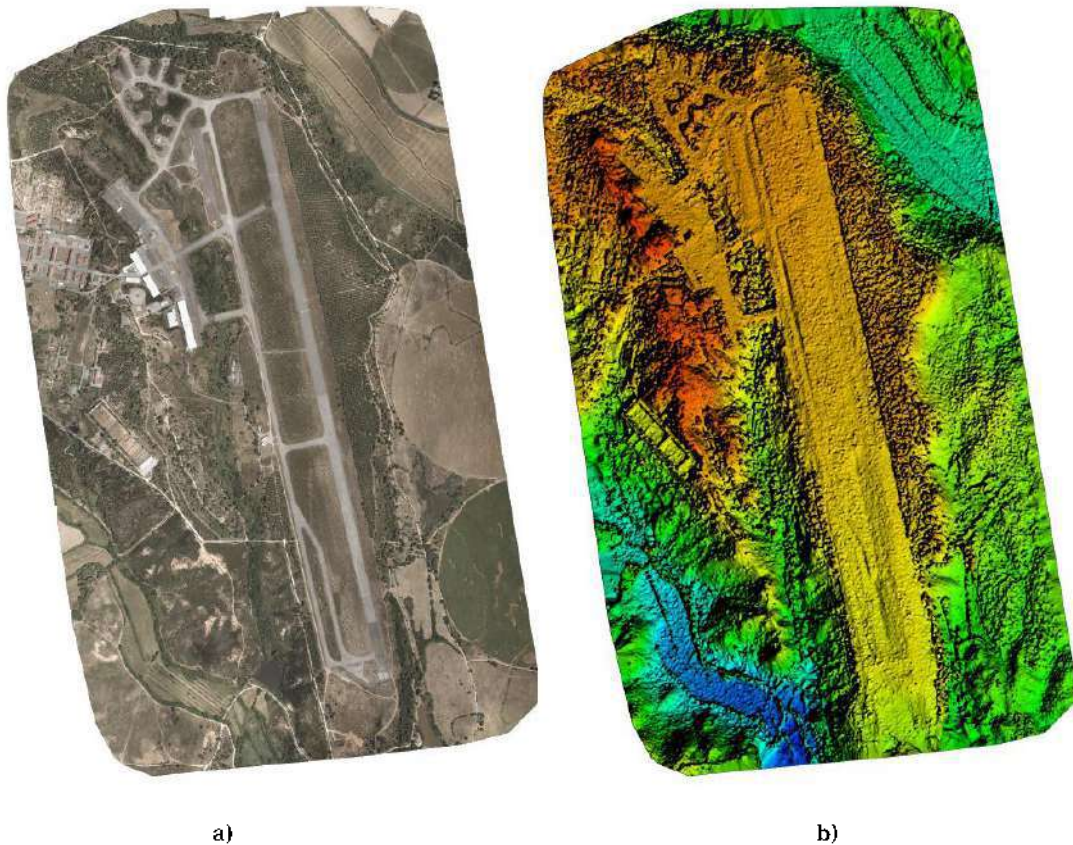


Figura 7 - a) ortomosaico das imagens recolhidas; b) modelo digital de superfície antes de densificação.



FIREFRONT

Projeto (Mapeamento e Predição da Progressão de Incêndios em Tempo Real por Veículos Aéreos Não Tripulados)¹

1. Entidades Participantes

O projeto FIREFRONT é executado por um consórcio nacional liderado pelo Instituto de Sistemas e Robótica do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa (Figura 1). As entidades participantes são:

- Forças Armadas:
 - Força Aérea – CIAFA.
- Sistema Científico e Tecnológico Nacional:
 - Instituto de Sistemas e Robótica – Universidade de Lisboa;
 - Instituto de Telecomunicações – Universidade de Lisboa;
 - Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial – Universidade de Coimbra.
- Base Tecnológica e Industrial de Defesa:
 - UAVISION.
- Instituição de utilidade pública:
 - Aeroclube de Torres Vedras.

O projeto conta ainda com a colaboração de Autoridade Nacional de Emergências e Proteção Civil (ANEPC) que, como futuro utilizador do sistema, participa nas fases de especificação e validação do sistema.



Figura 1 – Consórcio do projeto FIREFRONT.

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA), sito na Academia da Força Aérea, Granja do Marquês, 2715-311, Pêro Pinheiro, Sintra, Portugal. Tem como ponto de contacto CAP/ENGEL Gonçalo Cruz (email: gccruz@academiafa.edu.pt).

2. Entidades Financiadoras

O projeto FIREFRONT é financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia no âmbito do concurso de projetos de I&D de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais de 2017 (PCIF/SSI/0096/2017). Para além do financiamento externo da FCT, o projeto conta com o autofinanciamento das entidades participantes.

3. Resumo

O projeto FIREFRONT tem como objetivo desenvolver uma solução de apoio ao combate a incêndios através da deteção e mapeamento em tempo-real de frentes de incêndio e eventuais reacendimentos. Para tal, pretende-se processar a informação adquirida a partir de veículos aéreos não tripulados (UAV) e tripulados equipados com sensores e sistemas de computação e comunicação especializados, que sobrevoam a região afetada. Após tratamento, a informação recolhida será disponibilizada às entidades de coordenação e combate no terreno através de uma interface gráfica que sobrepõe ao mapa do terreno a localização dos eventos em coordenadas georreferenciadas. Previsões da evolução da frente de incêndio, imagens da zona do incêndio, magnitude e direção do vento, e outros elementos meteorológicos também serão disponibilizados. Estas informações são de extremo valor para as tomadas de decisão no combate ao incêndio.

Este projeto encerra um sistema complexo de apoio ao combate a incêndios. Diversas tecnologias e modelos de processamento de imagem, deteção de fogo, georreferenciação de dados, e predição da evolução dos fogos, serão investigadas pelas instituições do sistema científico nacional. Os principais objetivos científicos do projeto estão relacionados com algoritmos que funcionam em tempo real para detetar, mapear e prever a evolução da frente de fogo, tendo como base imagens do espectro visível e térmico obtidas por sensores instalados a bordo de aeronaves, assim como outros dados fornecidos pelos sistemas de comando e navegação das plataformas aéreas. O processamento de dados é dividido em quatro blocos:

- Aquisição de imagem e telemetria – desenvolvimento de software para aquisição de dados, sincronização com telemetria da aeronave e transmissão para a estação de controlo terrestre. A arquitetura de software deve ainda estar preparada para executar o processamento de imagem, que é bastante exigente em recursos computacionais.
- Georreferenciação e mapeamento de imagem – utilizando a informação obtida sincronizada com a telemetria da aeronave, as imagens visíveis e térmicas são projetadas sobre um mapa digital de elevação da área de interesse.
- Deteção e classificação do fogo – são utilizadas diferentes abordagens que fazem uso de recentes desenvolvimentos na área de *deep learning* mas que necessitam de imagens de exemplo para criar modelos para a deteção. Obter imagens de incêndios e anotar as chamas ou fumo nas mesmas, é dispendioso em recursos humanos e materiais. Este desafio é mais significativo em abordagens de aprendizagem supervisionada e é contornado em abordagens semi-supervisionadas ou auto-supervisionadas.
- Previsão da evolução da frente de fogo – atualizar o simulador de frente de fogo da ADAI para receber a localização fornecida pela solução FIREFRONT em tempo real. Para além deste dado, o simulador utiliza um modelo digital do terreno, informação sobre o tipo e quantidade de combustível existente e as condições meteorológicas no local.

Para além dos objetivos científicos, pretende-se com este projeto atingir um conjunto variado de objetivos tecnológicos que permitem obter dados importantes não só para a investigação nesta área, como também para o comando e controlo de operações de combate a incêndios florestais. É objetivo do consórcio:

- Integrar sensores e equipamentos de comunicações em aeronaves, essenciais para a monitorização de incêndios;
- Desenvolver um sistema de informação para apoio à decisão com indicação da zona afetada e estimativa da evolução do incêndio;
- Criar uma base de dados de imagens aéreas para deteção de incêndios florestais, em diversas bandas.

A arquitetura da solução FIREFRONT está esquematizada na Figura 2.

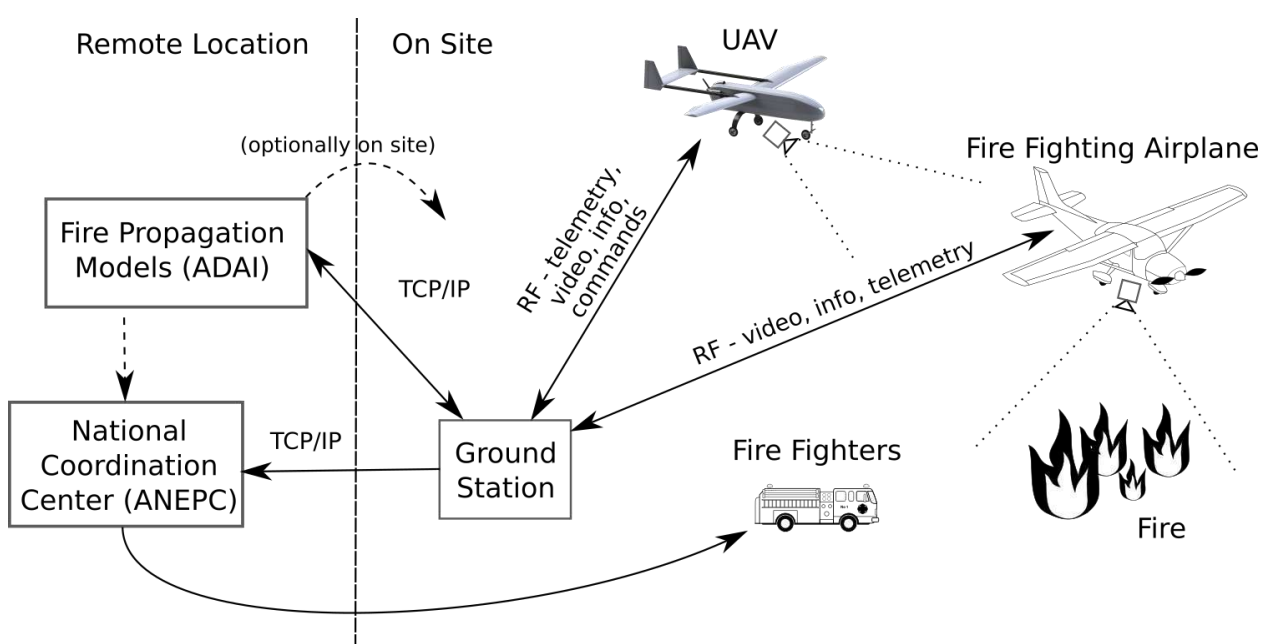


Figura 2 – Arquitetura da solução da desenvolver no projeto FIREFRONT.

O projeto está organizado em sete tarefas principais:

- T1: Requisitos;
- T2: Integração de Sistemas e Manutenção – inclui o desenvolvimento de software para integração de sensores na arquitetura do UAV, sincronização de telemetria, controlo de sensores e transmissão para os centros de comando e controlo das operações de combate a incêndios florestais;
- T3: Desenvolvimento de Algoritmos – atualização do simulador de frente de fogo e desenvolvimento de algoritmos para deteção e localização automática da frente de fogo;
- T4: Aquisição de Dados – numa primeira fase serão realizados em ensaios conduzidos pela ADAI em ambiente controlado. Na fase final do projeto pretende-se obter dados de incêndios florestais reais;
- T5: Criação de *DataSet* – identificação manual de frente de fogo em imagens visíveis e térmicas para treino de algoritmos;

- T6: Implementação e testes – tarefa transversal ao projeto que serve de apoio ao desenvolvimento de algoritmos e sua validação em ambiente controlado e incêndios florestais reais;
- T7: Gestão e Disseminação de Projeto.

4. Execução

O Projeto FIREFRONT tem a duração de três anos, porém como possui uma forte componente de desenvolvimento e ensaios práticos, foi afetado pela pandemia de COVID-19. Face a este obstáculo, o seu prazo foi prorrogado em doze meses, restando aproximadamente um ano de projeto. É, no entanto, de referir que foi já feito um evento de disseminação de resultados intermédios, em julho de 2020, no Aeroclub de Torres Vedras que contou com a presença do Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior.

A nível de hardware, os sensores já foram integrados em diferentes em diferentes UAV (Figura 3 e Figura 4) e está em fase conclusão a estrutura de adaptação do sistema à aeronave tripulada. A Força Aérea Portuguesa, em colaboração com a UAVISION, encontra-se a trabalhar no desenvolvimento do software para aquisição de dados sincronizados com a telemetria das aeronaves e transmissão para a estação de controlo e utilizadores finais. Estes desenvolvimentos têm em vista, a criação de um *payload* que possa ser facilmente intermutável entre aeronaves, sejam tripuladas ou não. Não obstante, já foram realizadas missões para recolha de imagens visíveis e térmicas de ensaios reais realizados pela ADAI na zona da Gestosa (Figura 5 e Figura 6).

Outro aspeto fortemente ligado à integração de hardware e de software, é o processamento de imagens. Esta é uma das fases de processamento mais pesadas e que pode ocorrer a bordo das aeronaves ou na estação terrestre. O local onde ocorre tem impacto na latência, taxa de amostragem e na precisão dos resultados. Em determinadas condições ambientais, de comunicação e de características de imagem, a solução ótima pode ser o processamento no solo enquanto que noutras pode ser na aeronave. Foi treinada uma rede neuronal para determinar a melhor solução, melhorando a utilização de recursos computacionais e mantendo o desempenho dos detetores.



Figura 3 – UAV Alfa *Extended* equipada com sensor ótico do espectro visível e infravermelhos.



Figura 4 - UAV de asa móvel equipado com sistema computacional de bordo e sensor ótico do espectro visível e infravermelho.



Figura 5 – Aeronave e tripulação envolvida nos ensaios florestais na Gestosa.



Figura 6 – Imagem aérea dos ensaios de incêndios florestais na Gestosa.

Paralelamente ao desenvolvimento do sistema de aquisição de dados, o consórcio tem desenvolvido os algoritmos para deteção de incêndios. Estes algoritmos assentam maioritariamente em técnicas de *deep-learning*. Apesar do elevado desempenho, estas técnicas necessitam de dados de treino e é neste aspeto que tem havido especial atenção. Obter dados de treino implica recursos significativos e por isso foram explorados métodos que atingem o mesmo fim mas com necessidades distintas quanto aos dados de treino. Os métodos explorados foram:

- Métodos supervisionados – em que são necessárias imagens e anotações para as mesmas. Estas anotações podem conter apenas a indicação da presença ou ausência de chamas (*weakly labelled*) ou a descrição completa da sua posição (*fully labelled*);
- Métodos semi-supervisionados – tendo um conjunto inicial de imagens e anotações completas, consegue-se inferir anotações para outras imagens não anotadas, aumentando assim a base de dados de treino;
- Métodos auto-supervisionados – A partir de um grande conjunto de imagens sem anotações, treina-se uma rede neuronal para realizar uma tarefa cuja resposta seja conhecida (c.g. rotação de imagem). Com base nessa rede, executa-se posteriormente um ajuste fino da rede usando um pequeno conjunto de imagens e anotações.

O ISR tem ainda liderado os trabalhos de georreferenciação da frente de fogo, utilizando duas alternativas diferentes. O primeiro utiliza a telemetria da aeronave, a direção de observação da câmara e modelos de elevação do terreno para obter a localização dos pontos de interesse. A segunda metodologia baseia-se em *structure from motion*, ou seja, utiliza a disparidade espacial das sucessivas observações do terreno para inferir a sua estrutura tridimensional. A ADAI continua a trabalhar no modelo de simulação da frente de fogo, no sentido deste receber a localização em tempo real e atualizada pelos dados fornecidos pela solução FIREFRONT. Para que esta receção seja feita de uma forma eficiente, foi estabelecido o protocolo de comunicação para envio de informação georreferenciada para os sistemas da ADAI.

Projeto *Active Fire Detection and Assessment using Unmanned Aircraft Vehicles for Fire and Hotspot Modeling and Prediction*¹

1. Entidades Participantes

Este projeto é executado por um consórcio internacional liderado em conjunto pelas entidades portuguesas participantes: Centro de Investigação da Academia da Força Aérea e a Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI), da Universidade de Coimbra (Figura 1). O consórcio completo é composto por:

- Forças Armadas:
 - Força Aérea – CIAFA.
- Sistema Científico e Tecnológico Nacional:
 - Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial – Universidade de Coimbra.
- Parceiros Internacionais:
 - *National Research Council* (NRC) – Canadá.



Figura 1 – Logotipos dos parceiros do projeto

2. Entidades Financiadoras

Este projeto é parcialmente financiado pela *Science and Technology Organization* (STO), ao abrigo do *Support Programme* da NATO, aprovado no âmbito do painel de investigação *Applied Vehicle Technology*. Para além do financiamento externo da STO, o projeto conta com o autofinanciamento das entidades participantes.

3. Resumo

Nos últimos 20 anos, a NATO desempenhou um papel importante no domínio da resposta civil a emergências. Em 3 de junho de 1998, foi criado o Centro Euro-Atlântico de Coordenação de Resposta a Catástrofes (EADRCC). O EADRCC é o principal mecanismo de resposta civil de emergência da NATO e as suas atividades de coordenação envolvem uma cooperação estreita com as Autoridades Militares da NATO e uma colaboração contínua com Organizações Internacionais, como o Escritório das Nações

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA), sito na Academia da Força Aérea, Granja do Marquês, 2715-311, Pêro Pinheiro, Sintra, Portugal. Tem como ponto de contacto MAJ/ENGAER João Cactano (email jvactano@academiafa.edu.pt).

Unidas para a Coordenação de Assuntos Humanitários (UN-OCHA), o Centro de Coordenação de Resposta de Emergência da Comissão Europeia (ERCC) e a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA).

Desde 2015, cinquenta por cento das operações realizadas pelo EADRCC estão relacionadas com incêndios incontroláveis a decorrer em nações parceiras, em ambientes urbanos, militares e florestais. As técnicas de combate a incêndios têm-se suportado essencialmente numa demonstração de força, i.e., capacidade e número de equipamentos e pessoal dedicado ao combate apoiados por modelos empíricos de previsão da frente de fogo, carecendo de desenvolvimentos científicos para sustentar modelos avançados de previsão de progressão de fogo com base científica.

Independentemente do ambiente envolvente, o comportamento da frente de fogo é muito difícil de prever e até mesmo os modelos computacionais mais recentes de modelação de incêndios tem dificuldade em simular com precisão fenômenos extremos de incêndio florestal. Atualmente, esta área constitui um tópico de investigação e desenvolvimento importante e crucial para a comunidade académica, uma vez que os desenvolvimentos recentes em eletrónica e inteligência artificial permitem a utilização de modelos físicos e matemáticos complexos e exigentes em termos computacionais. Se por um lado os últimos desenvolvimentos tecnológicos na área de computação permitem executar simulações de incêndios em tempo útil, a precisão destes modelos depende de um conjunto elevado de variáveis difíceis de obter, como por exemplo, velocidade e direção do vento, temperatura, interações entre frentes de fogo, eventos extremos de fogo, condições atmosféricas locais induzidas e alteradas pelo incêndio, tipo de combustível disponível e quantidade. Este tipo de informação é difícil de obter de forma precisa antes e durante um incêndio.

A utilização de veículos aéreos não tripulados (UAV) para vigilância e monitorização terrestre, estabeleceu um novo paradigma na área de monitorização remota e aquisição de dados. Tendo em consideração as suas características de operação e a diversidade de sensores disponíveis, quer em termos de qualidade, quer em termos de dimensão reduzida, os UAV são cada vez mais considerados o meio ideal obter dados relevantes de incêndios em tempo real, fornecendo um ponto de observação no céu que permite atualizar o conhecimento situacional dos incêndios florestais em curso e das operações de combate em tempo real. Desenvolvimentos recentes em Sistemas de UAV, juntamente com a miniaturização de sensores, tornaram possível equipar UAV de pequenas dimensões com sensores do espectro visível e infravermelhos (de comprimento de onda longo, médio e curto) de elevada qualidade.

Dada a relevância deste tópico para os países parceiros da NATO, o objetivo desta parceria entre Portugal e Canadá é produzir conhecimento científico relacionado com a deteção remota de incêndios florestais, situações de risco originadas pelos incêndios e pontos quentes ou reacendimentos, utilizando sensores instalados a bordo de UAV ou aeronaves tripuladas. Desta forma, os objetivos do projeto são os seguintes:

- Recolher informações sobre a frente de fogo, incluindo sua localização e progressão, combustível disponível, novos focos de incêndio, ocorrência de eventos de fogo extremo (como redemoinhos de fogo e chamas destacadas), interação entre múltiplas frentes de fogo;
- Partilhar dados e conhecimentos sobre o desenvolvimento e progressão de incêndios florestais;
- Criar um *Dataset* comum entre os dois países;
- Instalar e testar sensores a bordo de UAV e aeronaves tripuladas;
- Monitorizar a poluição do ar em incêndios florestais.

Os principais desafios científicos e tecnológicos que serão abordados neste projeto a fim de atingir os objetivos propostos são:

- A obtenção de dados em tempo real de incêndios florestais através de UAV ou aeronaves tripuladas equipadas com sensores adequados a recolher informação relevantes para o funcionamento de modelos de simulação do comportamento de incêndios florestais;
- A aquisição de dados meteorológicos e monitorização dos gases libertados pela pluma de incêndios florestais para estimar o efeito de poluição.

4. Execução

Este projeto tem a duração de três anos e teve o seu início no último trimestre de 2019, marcado pela reunião de arranque de trabalhos realizada em Portugal. Esta reunião serviu para definir os requisitos dos sensores a testar, assim como as características das aeronaves não tripuladas onde serão instalados os sensores. Foi ainda definido o plano inicial de recolha de dados que contempla os ensaios de campo de incêndios florestais realizados anualmente pela ADAI antes e após a época de incêndios em Portugal e uma missão para recolha de dados de um incêndio real no Canadá.

A recolha de dados sobre o fogo será efetuada com recurso a sensores eletro-óticos, sensores de infravermelhos de comprimento de onda médio (Figura 2, MW FLIR SC8300) e multiespectrais de pequenas dimensões (Figura 3, microCASI 1920). O NRC tem já uma coleção de dados significativa de incêndios florestais obtidos com estes sensores instalados em aeronaves tripuladas e UAV de asa rotativa (multirotores).



Figura 2 – Sensor infravermelhos MW FLIR SC8300



Figura 3 – Sensor multiespectral micro CASI 1920

São utilizados vários UAS neste projeto três tipos de UAV, dos quais um de asa fixa EVTOL e dois multirotores, cf. Figura 4.



a) Quantum systems trinity F90+



b) DJI Matrice 600Pro



c) DJI Matrice 300RTK

Figura 4 – UAVs que serão utilizados nos ensaios experimentais em fogo real.

Em 2020, a ADAI realizou dois exercícios de fogo selvagem, em junho no Coentral (Figura 5) – que contou com a presença de investigadores parceiros do NRC – e em outubro em Montemor Foram queimadas várias parcelas de terreno com o objetivo de testar equipamento de combate e proteção contra incêndios, desenvolvido pela equipa e parceiros da ADAI no âmbito de vários projetos de investigação nacionais e internacionais. Foram também recolhidos dados relativos ao comportamento do fogo. Foram recolhidos dados multiespectrais, incluindo fotografia visível e térmica e vídeo gravado por várias câmaras instaladas no local ao nível do solo e a bordo de aeronaves não tripuladas. As temperaturas nas parcelas e no equipamento foram medidas. Em alguns casos, os fluxos de calor radiantes e totais emitidos na frente de incêndio foram medidos utilizando um termómetro Vatel Corp Thermogage 9000-9 de fluxo de calor. Os dados meteorológicos foram obtidos através de uma estação meteorológica instalada no local. O conteúdo, tipo, altura e densidade do combustível foi medido através de observação direta e análise de amostras. Em dezembro, a ADAI fez uma experiência na Lousã com um UAV de combate a incêndios, para o projeto SAP. Foi queimada uma pequena parcela de terreno, criando chamas com mais de 3 metros de altura. O UAV de combate a incêndios, pilotado pelo parceiro da ADAI Sleeklab e equipado com dois bicos de água de 1" ligados a uma mangueira de água acoplada a um camião de bombeiros, extinguiu com sucesso as chamas em menos de 1 minuto. O mesmo UAV foi capaz de descolar da sua caixa dedicada / almofada de aterragem, colocada em cima de um camião dos bombeiros. Foram recolhidos dados multiespectral, incluindo fotografia visível e térmica e vídeo gravado por várias câmaras instaladas no local ao nível do solo e a bordo de aeronaves não tripuladas. Em dezembro de 2020, foi realizada uma

experiência de campo com um helicóptero de combate a incêndios, no aeródromo da Lousã. O objetivo desta experiência era medir o efeito da lavagem da hélice sobre o fogo e o fumo, quando o helicóptero voa a baixas altitudes diretamente acima das chamas. Foram instaladas cinco estações meteorológicas no local em locais específicos, bem como fontes de fumo e múltiplas câmaras de vídeo, a fim de obter dados relativos à perturbação da atmosfera causada por manobras de helicóptero a baixa altitude. Estes dados estão ainda a ser analisados e espera-se que mais experiências em pequena escala aconteçam e que seja publicado um relatório sobre os resultados. Estes foram os únicos testes de campo feitos como devido à COVID, as experiências da ADAI durante o ano de 2020 foram na sua maioria feitas em pequena escala e dentro do seu laboratório dedicado ao fogo, na Lousã.



Figura 5 – Exercícios de fogo real no Coentral (2020-06-15)

Durante 2021, foram conduzidos mais exercícios de fogo selvagem. Em maio, foram realizados novos exercícios de incêndio em grande escala, na Gestosa (Figura 6), Lousã. Estas experiências reuniram várias equipas de investigação de Portugal, dedicadas à investigação em incêndios florestais (ADAI, IDMEC, FCTUC - Antropologia Forense, IST-Lisboa, UAVR; MONITAR; IDAD; *Wefly*, IPL/ Instituto de Telecomunicações, *Stocklab*, Categoria Funcional, Jacinto, Dep Matemática UC / INESC Coimbra, DEI UC / INESC Coimbra, ITECONS). Mais uma vez, foram também recolhidos dados relativos ao comportamento do fogo. Usando uma configuração de sensores semelhante à de 2020, foi utilizado desta vez um UAV de combate a incêndios, desta vez num cenário mais desafiante com chamas de alta intensidade, com mais de 5 metros de altura, e um terreno irregular com vegetação de 1 metro de altura – o UAV conseguiu extinguir o incêndio com sucesso. Em junho, foram feitos novos exercícios de incêndio em Montemor. Foram recolhidos vários dados sobre o comportamento do fogo e os efeitos do fogo de alta intensidade nas comunicações rádio.



Vista Aérea Gestosa (2021-05-21),



Vista do terreno, com UAV de ataque a incêndio Gestosa (2021-05-21)



Vista aérea Montemor (2021-06-29)

Figura 6 – Exercícios de fogo real na Gestosa e em Montemor.

Em 2022 estão previstas duas baterias de exercícios com fogo real em áreas florestais – em local por determinar – contando com a presença de todos os elementos do consórcio, AFA, ADAI e NRC. Aqui ambiciona-se a recolha de dados distribuída com recurso a, pelo menos, três UAV em voo simultâneo com diferentes sensores e planos de voo. Estes dados serão, depois, utilizados para alimentar os modelos de previsão de frente de chama com vista a prever o comportamento do fogo em quase-tempo-real.

Projeto UAVTOL

(Desenvolvimento de UAV VTOL para aplicações de I&D em Tecnologias Militares)¹

1. Entidades Participantes

O projeto UAVTOL (Figura1) é desenvolvido por investigadores integrados do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA) e conta com a colaboração pontual de investigadores do idMEC – Instituto de Engenharia Mecânica – do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa e do LEPABE – *Laboratory for Process Engineering, Environment, Biotechnology and Energy* – da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Neste projeto estão ainda inseridos vários outros investigadores, a título temporário, o que decorre, na generalidade, do desenvolvimento de teses de mestrado dos cursos de Mestrado em aeronáutica Militar, nas especialidades de Piloto Aviador, Engenharia Aeronáutica e Engenharia Eletrotécnica, que estão relacionadas com este projeto.

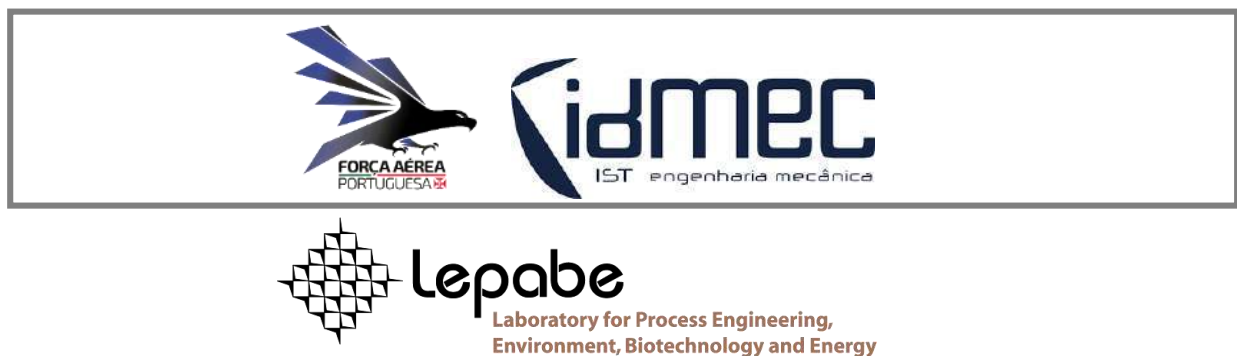


Figura 1 – Consórcio do projeto UAVTOL

2. Entidades Financiadoras

O projeto é financiado pela Academia da Força Aérea, através do orçamento específico do CIAFA.

3. Resumo

Este projeto surge na sequência dos projetos de I&D do CIAFA relacionados com Sistemas Aéreos não Tripulados (UAS) e respetivas tecnologias, nomeadamente, os projetos PITVANT, PERSEUS, SEAGUL, ANDROMEDA, TROANTE e FIREFRONT. Estes projetos permitiram ao CIAFA desenvolver capacidade e competências no projeto e construção de veículos aéreos não tripulados (UAV), conceitos de operação de UAS e desenvolvimento de tecnologias para UAS, como por exemplo, algoritmos de seguimento automático de trajetórias dinâmicas, algoritmos para deteção automática de alvos com recursos a imagens aéreas e sistemas de comunicações.

¹ Projeto inscrito no Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA), sito na Academia da Força Aérea, Granja do Marquês, 2715-311, Pêro Pinheiro, Sintra, Portugal. Tem como ponto de contacto MAJ/ENGAER Luís Félix (email: lffelix@acadcmiafa.edu.pt).

Os projetos enumerados caracterizaram-se por ter uma forte componente prática com várias demonstrações das tecnologias em cenários operacionais. De forma a apoiar a execução técnica destes projetos, foi preciso desenvolver uma estrutura logística de apoio à manutenção, aprontamento e operação de UAS, envolvendo um número significativo de recursos humanos em exclusivo. Com o início da exploração operacional de UAS por parte da Força Aérea, primeiro através do Núcleo de UAS, localizado no Comando Aéreo, e agora, através da recém-formada Unidade Aérea 991, o CIAFA viu limitado o seu acesso a recursos humanos qualificados para a manutenção, aprontamento e operação de UAS.

O projeto UAVTOL tem como objetivo desenvolver um UAS que, por um lado, apresente uma menor exigência de manutenção, maior flexibilidade de operação e menor necessidade de recursos humanos para operação, mas que por outro lado seja adequado aos desafios de I&D atuais do CIAFA nesta área, nomeadamente: utilização de inteligência artificial para processamento de imagens aéreas, controlo cooperativo e interoperabilidade de sistemas e redução de emissões de gases nocivos para o ambiente. Nesse sentido, o UAS deve obedecer aos seguintes requisitos operacionais:

- versátil em termos operacionais, não requerendo infraestruturas significativas de apoio à sua operação, como por exemplo pista de descolagem e aterragem. Os UAS utilizados pelo CIAFA são de asa fixa e requerem a utilização de pista de descolagem e aterragem, o que se pode tornar limitativo em termos operacionais ou implicar a empenho de uma equipa de operação mais numerosa, principalmente quando a pista se encontra afastada do ponto de interesse;
- simples de operar, sem recurso à utilização de piloto externo para a fase de descolagem e aterragem. A qualificação como piloto externo requer grande perícia e muito tempo de formação. Atualmente, o número de pilotos externos de UAS da Força Aérea é muito reduzido, o que torna o acesso a este recurso humano muito complicado;
- utilizar uma arquitetura de comando e controlo de baixo custo e fácil de expandir;
- de manutenção reduzida e preparação para voo inferior a 20 minutos. A manutenção e aprontamento de UAS pode ser simplificada se for evitada a utilização de motores de combustão interna, que normalmente apresentam tempos de reduzidos entre inspeções e requerem afinações em função das condições atmosféricas ou local de operação.
- Capacidade de transporte de *payload* para recolha e processamento de imagens aéreas e equipamentos necessários para controlo cooperativo.

De forma a dar resposta a este desafio, o projeto UAVTOL foi estruturado em XX tarefas principais:

- T1: Requisitos;
- T2: Projeto conceptual do UAV – seleção de configuração do UAV e dimensionamento conceptual dos principais elementos do UAV;
- T3: Projeto preliminar e Construção de protótipo – projeto de UAV elétrico com fornecimento de energia através de baterias para validação de conceito VTOL e arquitetura de comando e controlo;
- T4: Projeto detalhado – projeto detalhado do UAV VTOL nas principais disciplinas de projeto aeronáutico: aerodinâmica, estruturas, propulsão, estabilidade e controlo, comando e controlo.
- T5: Integração de sistemas de energia renovável – identificação e integração de sistema de energia renovável alternativo ao recurso de baterias que seja adequado para o UAV pretendido. O sistema deve fornecer energia para propulsão e equipamentos eletrónicos do UAV.

- T6: Arquitetura de comando e controlo de baixo custo – definição e implementação de arquitetura de software e hardware de baixo custo para controlo cooperativo, deteção e seguimento automático de alvos e voo de formação.
- T7: Construção de protótipo e testes em voo – construção do protótipo final, com sistema de energia inovador e arquitetura de comando e controlo para validação em testes de voo;
- T8: Gestão e Disseminação de Projeto.

4. Execução

O Projeto UAVTOL tem sido desenvolvido através das dissertações de mestrado de alunos da Academia da Força Aérea do curso de Mestrado em Aeronáutica Militar, nas especialidades de Piloto Aviador, Engenharia Aeronáutica e Engenharia Eletrotécnica. Teve o seu início em 2019 e estima-se uma duração total de 5 anos para atingir os objetivos propostos.

Até ao fim de 2021, foram executadas atividades em todas as tarefas com exceção da tarefa 7.

Os requisitos de projeto foram definidos no início do projeto. Deste modo, tendo em consideração estes requisitos operacionais, foram definidos os seguintes requisitos técnicos para o UAV:

- Descolagem e aterragem vertical;
- Propulsão elétrica;
- Autonomia mínima de 2 horas de voo;
- Velocidade de cruzeiro entre 35 a 40 kts;
- Peso máximo à descolagem inferior a 25 kg;
- Capacidade para 2 kg de *payload*;
- Sistema de energia renovável.

Em relação à arquitetura de comando e controlo, definiu-se que esta terá por base o piloto automático *PixHawk* – constitui-se como uma solução de baixo custo que pode ser adaptada a várias configurações de aeronaves, e com larga utilização em UAV táticos operacionais, inclusive os que são desenvolvidos por empresas em Portugal. Adicionalmente, é uma solução amplamente utilizada pela comunidade académica e de código aberto, permitindo o desenvolvimento ou integração de novas funcionalidades.

A tarefa 2 encontra-se concluída. Em sede de projeto conceptual foi selecionada uma configuração de asa fixa com 4 rotores para a fase de voo vertical (descolagem e aterragem), sendo que os dois rotores da frente rodam 90° durante a fase de transição de voo vertical para voo horizontal, assegurando desta forma o impulso necessário para esta fase de voo. Esta configuração destaca-se das restantes configurações consideradas nesta fase por permitir uma melhor eficiência aerodinâmica, uma redução do peso do sistema de propulsão e boa qualidade em termos de estabilidade e controlo de voo.

Tendo por base a utilização do piloto automático *PixHawk* foi definida uma arquitetura preliminar para o comando e controlo de voo da aeronave. O conceito desenvolvido neste projeto conceptual foi testado num modelo comercial de pequenas dimensões adaptado em função das decisões de projeto tomadas (ver figura 2). Após configuração do piloto automático, foi possível realizar missões de voo com descolagem vertical, transição para voo de asa fixa e aterragem vertical, validando o conceito. A tarefa 3 encontra-se praticamente concluída, estando por realizar os ensaios em voo com o protótipo do UAV VTOL elétrico. O projeto preliminar deu continuidade ao conceito definido na tarefa 2, focando-se em particular no projeto preliminar do sistema propulsivo. O principal contributo desta tarefa para o projeto

UAVTOL foi o estudo e análise de um conjunto de hélices adequados para configuração escolhida. No entanto, os resultados obtidos mostraram que uma configuração com quatro rotores exclusivos para voo vertical e um motor para o voo horizontal é mais eficiente do que a selecionada em projeto conceptual. Assim sendo, nesta fase, optou-se por alterar o sistema propulsivo para uma configuração de quatro rotores estáticos para o voo vertical e um motor extra para o voo de asa fixa, colocado no nariz do protótipo. O protótipo do UAV VTOL elétrico com energia proveniente exclusivamente de baterias foi construído e encontra-se pronto para a realização de voos em teste (ver figura 3). A execução dos voos servirá para validar ao desempenho da aeronave, em particular o consumo de potência para as diferentes fases de voo, e validar a arquitetura de comando e controlo. A autonomia expectável do UAV, com uma bateria Lipo de 12 células (48 volts) de 22 Ah é de aproximadamente 80 minutos, incluindo um segmento de descolagem vertical e um segmento de aterragem vertical.



Figura 2 – Modelo utilizado na prova de conceito da arquitetura de comando e controlo.



Figura 3 – Protótipo do UAV VTOL elétrico.

As tarefas 4, 5 e 6 estão em curso. Em 2021, foram iniciados os projetos detalhados da aerodinâmica, da estrutura, do sistema propulsivo e da arquitetura física de comando e controlo do UAV VTOL, tendo em consideração a utilização de uma célula de hidrogénio para fornecimento de energia. O projeto aerodinâmico está fechado, mas os restantes projetos continuam em curso. Paralelamente ao projeto detalhado, realizou-se igualmente um estudo de otimização de projeto aeronáutico tendo em vista a iteração para uma segunda versão do UAV VTOL.

Em relação ao sistema de energia, optou-se por recorrer a uma célula de hidrogénio comercial, nomeadamente, a célula de hidrogénio de 800W da *Intelligent Energy*, IE Soar-800. Neste momento está a decorrer um estudo para caracterizar o funcionamento de uma célula de hidrogénio e identificar os desafios da sua utilização para fornecimento de energia para um AUV VTOL.

Paralelamente ao projeto da arquitetura de comando e controlo do UAV VTOL, em 2021, iniciou-se o desenvolvimento de algoritmos para controlo de trajetória e a definição da arquitetura de software e hardware para aplicações de deteção e seguimento automático com base no piloto automático. Está igualmente a ser desenvolvido um ambiente de simulação que permite testar os algoritmos desenvolvidos em bancada, previamente à realização de ensaios em voo. A arquitetura em desenvolvimento é modular e permite a expansão para inclusão de novas funcionalidades.

A tarefa de disseminação e divulgação de resultados tem estado ativa desde o início do projeto. Até ao momento foram concluídas seis teses de mestrado relacionados com este projeto e encontram-se em curso outras três com previsão de serem concluídas no primeiro semestre de 2022. Foram

apresentados e publicados três artigos científicos em atas de conferências internacionais da especialidade. Adicionalmente, o projeto UAVTOL foi apresentado numa sessão paralela do Encontro Anual de I&D em Ciências Militares de 2021.

*Endereço eletrónico: cidium@ium.pt
Telefone : (+351) 213 002 100 | Fax: (+351) 213 002 162
Morada: Rua de Pedrouços, 1449-027 Lisboa*



*Capa
Composição gráfica
Tenente-coronel TINF Rui José da Silva Grilo
Sobre aguarela de
Tenente-general Vítor Manuel Amaral Vieira*