

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA
2021/2022



TII

**DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE DE *SPACE WEATHER* NAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS**

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

Telmo Filipe Fernandes de Frias
CAP/TOMET



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE DE *SPACE*
***WEATHER* NAS FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS**

CAP/TOMET Telmo Filipe Fernandes de Frias

Trabalho de Investigação Individual do
CPOS-FA 2021/2022 1ª Edição

Pedrouços 2022



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE DE *SPACE WEATHER* NAS FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS

CAP/TOMET Telmo Filipe Fernandes de Frias

Trabalho de Investigação Individual do CPOS FA 2021/2022 1ª Edição

Orientador: TCOR/ENGEL Pedro Miguel da Silva Costa

Pedrouços 2022



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, Telmo Filipe Fernandes de Frias, declaro por minha honra que o documento intitulado Desenvolvimento da Capacidade de *Space Weather* nas Forças Armadas Portuguesas corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida, enquanto auditor do Curso de Promoção a Oficial Superior – Força Aérea 2021/2022 1ª Edição no Instituto Universitário Militar, e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

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

Pedrouços, 10 de fevereiro de 2022

Telmo Filipe Fernandes de Frias
CAP/TOMET



Agradecimentos

Este trabalho de investigação constitui a construção conjunta de um amplo leque de pessoas e entidades, sem as quais, o presente contributo para o conhecimento, não seria possível.

Dedico ao Tenente-Coronel Pedro Costa, meu orientador, um profundo agradecimento pela empatia, amizade e permanente apoio ao longo da execução deste Trabalho.

Aos meus camaradas, auditores do CPOS 2021/2022 1ª edição, um reconhecimento geral pelo apoio, sem o qual teria sido complexo o término a bom porto deste Trabalho.

Aos diversos intervenientes, que permitiram robustecer o presente Trabalho, com os seus contributos, empatia e disponibilidade. Dedico umas palavras de especial apreço à forma como se desenrolou o processo de entrevistas, com a disponibilização de contributos que permitiram ampliar, de forma substancial, a visão do presente Trabalho de Investigação Individual.

À minha companheira, Teresa, e aos meus filhos, Maria do Mar e João Maria, pelo suporte emocional e o seu grande contributo para que a minha dedicação fosse direcionada durante estes cinco meses. Um abraço ajuda a carregar baterias.

Por fim, e não menos importantes, aos meus pais, que me apoiaram ao longo da vida, de forma incondicional, como os excelentes pais fazem.

A todos, a minha profunda gratidão!



Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento Teórico e Conceptual.....	5
2.1 Revisão da literatura e conceitos estruturantes	5
2.2 Estratégia Nacional no domínio Espacial	5
2.3 Capacidade Militar Espacial	8
2.3.1 <i>Space Situational Awareness</i>	9
2.3.2 <i>Space Force Enhancement</i>	10
2.3.3 <i>Space Control</i>	10
2.4 Estratégia NATO no domínio Espacial	10
3. Metodologia e método	12
3.1 Metodologia.....	12
3.2 Método.....	12
3.2.1 Participantes e procedimento	12
3.2.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	12
3.2.3 Técnicas de tratamento de dados.....	13
4. Análise dos dados e discussão dos resultados	14
4.1 Centros internacionais de <i>Space Weather</i>	14
4.1.1 Consórcios internacionais	14
4.1.2 NATO.....	15
4.1.3 Perspetiva europeia	16
4.1.4 Estados Unidos da América	17
4.1.5 Espanha	18
4.1.6 Síntese conclusiva	19
4.2 Desenvolvimento de capacidade de <i>Space Weather</i> nas FFAA	20
4.2.1 Enquadramento Nacional na integração de <i>Space Weather</i> nas FFAA ..	20
4.2.1.1 Doutrina.....	21
4.2.1.2 Organização e desenvolvimento de Liderança	22
4.2.1.3 Treino e Pessoal.....	23
4.2.1.4 Interoperabilidade e Material	24



4.2.2	Síntese conclusiva	25
4.3	Linhas orientadoras na edificação da capacidade de <i>Space Weather</i>	26
5.	Conclusões	29
	Referências bibliográficas	35

Índice de Anexos

Anexo A	– Níveis de especialização em <i>Space Weather</i>	Anx A - 1
Anexo B	– Cursos de <i>Space Weather</i> identificados pelo MILSWx	Anx B - 1

Índice de Apêndices

Apêndice A	—Modelo de análise	Apd. A - 1
Apêndice B	—Entrevista ao Presidente de Grupo de Trabalho PRESDEF	Apd. B - 1
Apêndice C	—Entrevista ao Diretor do NATO MGEOMETOC COE.....	Apd. C - 1
Apêndice D	—Entrevista ao Diretor do Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial	Apd. D - 1
Apêndice E	—Entrevista ao STCE	Apd. E - 1
Apêndice F	—Gestão do Desenvolvimento da Capacidade Militar Espacial nacional	Apd. F - 1

Índice de Figuras

Figura 1	- Órbitas espaciais e a sua relevância para as operações militares.....	1
Figura 2	- Estrutura de Governação.....	6
Figura 3	- Áreas de Missão de uma Capacidade Militar Espacial.....	8
Figura 4	- Processos de planeamento e execução no âmbito da Coordenação de suporte de informação Espacial.....	9
Figura 5	- Esquema resumo dos consórcios de serviços SWx em operação permanente para a ICAO.....	14
Figura 6	- Estrutura organizacional e operacional do consórcio PECASUS.....	15
Figura 7	- Organograma do Grupo de Desenvolvimento de Capacidades do PRESDEF ...	20
Figura 8	- Proposta de Linhas Orientadoras de ação na edificação da capacidade de SWx	27
Figura 9	- Desenvolvimento integrado de uma capacidade.....	Apd. F - 1



Índice de Tabelas

Quadro 1 - Níveis de especialização proposta pelo MILSWx, para suporte às operações espaciais na NATO	Anx A - 1
Quadro 2 - Lista de cursos de <i>Space Weather</i> em centros internacionais identificados pelo MILSWx	Anx B - 1



Resumo

A utilização do Espaço revela-se, de forma crescente, fulcral na vida quotidiana com especial ênfase nas componentes de Segurança e Defesa. É neste enquadramento que, atendendo aos novos desafios, se torna capital a perceção e consciência das condições do Espaço para o regular desenvolvimento das operações militares. A liberdade de ação de utilização do Espaço possui riscos e ameaças, tanto intencionais, empregando contramedidas da sua utilização, quer não intencionais, associadas às restrições naturais relacionadas à natureza do meio Espacial.

Internacionalmente, o conceito de *Space Weather* encontra-se em grande desenvolvimento doutrinário e operacional, tanto no contexto militar como civil. Na atualidade, observa-se, no quadro internacional, um alargado conjunto de organismos alinhados numa visão integrada com o objetivo de disponibilizar serviços, para um vasto leque de *stakeholders* com as mais diversas finalidades.

Em Portugal, as Forças Armadas Portuguesas não possuem suporte operacional no domínio Espacial, decorrendo dessa necessidade, assinalada pelo Ministério da Defesa Nacional, o estabelecimento do Grupo de Trabalho do Programa Espacial da Defesa. É desta necessidade que resulta o presente trabalho, pretendendo-se constituir como contributo para a edificação de uma capacidade militar conjunta nacional no domínio Espacial com a integração do *Space Weather*. O estudo efetuado toma em consideração a análise das capacidades, civis e militares, edificadas no âmbito nacional e internacional, assim como os seus graus de maturidade dos conceitos operacionais.

Palavras-chave:

Espaço, *Space Weather*, Domínio Espacial, Doutrina, Capacidade.



Abstract

The access to and use of Space are increasingly becoming central to daily life, with special emphasis on Security and Defense components. It is within this framework that, given the new challenges, the perception and awareness of the conditions of Space for the regular development of military operations becomes essential. The freedom of action to use Space has associated risks and threats, both intentional, employing countermeasures of its use, and unintentional, associated with the natural restrictions associated with the Space environment itself.

Internationally, the concept of Space Weather is in great doctrinal and operational development, both in the military and civilian context. Currently, in the international context, there is a wide range of organizations aligned in an integrated vision, with the objective of producing services for a wide range of stakeholders with the most diverse purposes.

The Portuguese Armed Forces do not have operational support in the Space domain, resulting from this need highlighted by the Ministry of National Defense, the establishment of the Space Defense Program Working Group. It is from this need that the present work results, intending to constitute as a contribution to the construction of a joint national military capacity in the Space domain with the Space Weather contribution, considering the analysis of civil and military capabilities built in the Space, both nationally and internationally, as well as their degrees of maturity of the operational concepts.

Keywords:

Space, Space Weather, Space Domain, Doctrine, Capabilities.



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

3SAS	<i>Strategic Space Situational Awareness System</i>
A	Ação
ACO	<i>Allied Command Operations</i>
ACT	<i>Allied Command for Transformation</i>
AIR Centre	<i>Atlantic International Research Centre</i>
AIRCOM	<i>Allied Air Command</i>
AJP	<i>Allied Joint Publication</i>
AMETOC	<i>Allied METOC Publications</i>
ASAT	<i>Anti-Satellite</i>
BTID	Base Tecnológica e Industrial de Defesa
C2	Comando e Controlo
C4I	Controlo, Comando, Computadores, Comunicação e Inteligência
CEDN	Conceito Estratégico de Defesa Nacional
CEMGFA	Chefe de Estado-Maior-General das Forças Armadas
CITEUC	Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra
CME	Capacidade Militar Espacial
COpE	Centro de Operações Espaciais
COVE	<i>Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial</i>
CPLP	Comunidade dos Países de Língua Portuguesa
DGRDN	Direção-Geral de Recursos da Defesa Nacional
DOTMLPII	Doutrina, Organização, Treino, Material, Liderança, Pessoal, Infraestruturas e Interoperabilidade
DPS	Dados, Produtos e Serviços
EDE	Estratégia da Defesa Nacional para o Espaço
EEIN	Espaços Estratégicos de Interesse Nacional
EMGFA	Estado-Maior-General das Forças Armadas
EPE 2030	Estratégia Portugal Espaço 2030
ESA	<i>European Space Agency</i>
EUA	Estados Unidos da América
FFAA	Forças Armadas Portuguesas
FND	Forças Nacionais Destacadas
GDC	Grupo de Desenvolvimento de Capacidades



GEOMETOC	GeoEspacial, Meteorológico e Oceanográfico
GT	Grupo de Trabalho
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IdD	Indústrias de Defesa
ISES	<i>International Space Environment Service</i>
ISR	<i>Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i>
IUM	Instituto Universitário Militar
LEO	<i>Low Earth Orbit</i>
LO	Linhas Orientadoras
LOBOFA	Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas
MDN	Ministério da Defesa Nacional
METOC	<i>Meteorological and Oceanographic</i>
MGEOMETOC COE	<i>Maritime Geospatial, Meteorological and Oceanographic Centre of Excellence</i>
MILSWx	<i>Military Space Weather</i>
MNMSG	<i>Multi-National METOC Support Group</i>
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
NCOP	<i>NATO Common Operational Picture</i>
NEO	<i>Near Earth Objects</i>
NIMBUS	<i>NATO Integrated METOC Briefing and User Services</i>
NMDH	<i>NATO METOC Data Hub</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NSO	<i>NATO School Oberammergau</i>
NSO	<i>NATO Standardisation Office</i>
OE	Objetivos Específicos
OG	Objetivo Geral
OMM	Organização Meteorológica Mundial
PECASUS	<i>Pan-European Consortium for Aviation Space Weather User Services</i>
PEDN	Programa Espacial da Defesa Nacional
PNT	<i>Positioning, Navigation and Timing</i>
PRESDEF	Programa Espacial da Defesa
PT <i>Space</i>	Portugal <i>Space</i> , Agência Espacial Portuguesa
QC	Questão Central



QD	Questão Derivada
RCM	Resolução do Conselho de Ministros
RD	Recolha de Dados
RSP	<i>Recognized Space Picture</i>
SATCEN	<i>Sattellite Center</i>
SATCOM	<i>Satellite Communications</i>
SCI	<i>Systems Concepts and Integration</i>
SCTN	Sistema Científico e Tecnológico Nacional
SSA	<i>Space Situational Awareness</i>
SST	<i>Space Surveillance and Tracking</i>
STCE	<i>Solar-Terrestrial Centre of Excellence</i>
STO	<i>Science and Technology Organization</i>
SWPC	<i>Space Weather Prediction Center</i>
SWWT	<i>Space Weather Working Team</i>
SWx	<i>Space Weather</i>
SWXC	<i>Space Weather Centre</i>
TERINOV	Parque de Ciência e Tecnologia da Ilha Terceira
TII	Trabalho de Investigação Individual
UE	União Europeia
USAF	<i>United States Air Force</i>
USSF	<i>United States Space Force</i>



1. Introdução

A dinâmica e complexidade do campo de batalha tem vindo a definir, ao longo dos tempos, importantes desafios aos decisores políticos e militares, impondo-se a qualidade e quantidade de informação ambiental adequada, assim como a sua pertinência e disponibilização atempada, tal como preconizado no *North Atlantic Treaty Organization* [NATO] *Allied Meteorological and Oceanographic (METOC) Publications AMETOC-3.2(A)* (NATO Standardisation Office (NSO), 2019, p. 1-1). A vantagem no campo de batalha impõe-se através do pleno conhecimento dos múltiplos domínios operacionais (Ar, Terra, Mar, Ciberespaço e Espaço) (NSO, 2016, p. 1-5), integrando-se no conceito do Comando, Controlo, Comunicação, Computadores e Inteligência (C4I) (Abelho, 2016). O domínio operacional Espaço foi introduzido no contexto estratégico da NATO, apenas em dezembro de 2019, ao nível ministerial (NATO, 2019), constituindo um domínio que se encontra em franca expansão e desenvolvimento conceptual e operacional. A definição de normativos doutrinários, com uma estratégia estruturada, permite fazer face a ameaças e riscos, não só ambientais, em que se destaca o *Space Weather*, como também intencionais, de nações com sistemas de degradação ou aniquilação da liberdade de ação (Fiott, 2020; Martin, 2021). As missões militares encontram-se crescentemente estruturadas em tecnologias baseadas no uso do domínio Espacial (nas diversas órbitas dos meios Espaciais) (*vide* Figura 1), destacando-se a exigência de comunicação em permanência, de posicionamento de alta precisão, na vigilância e reconhecimento, e na troca de informação em ambiente seguro.

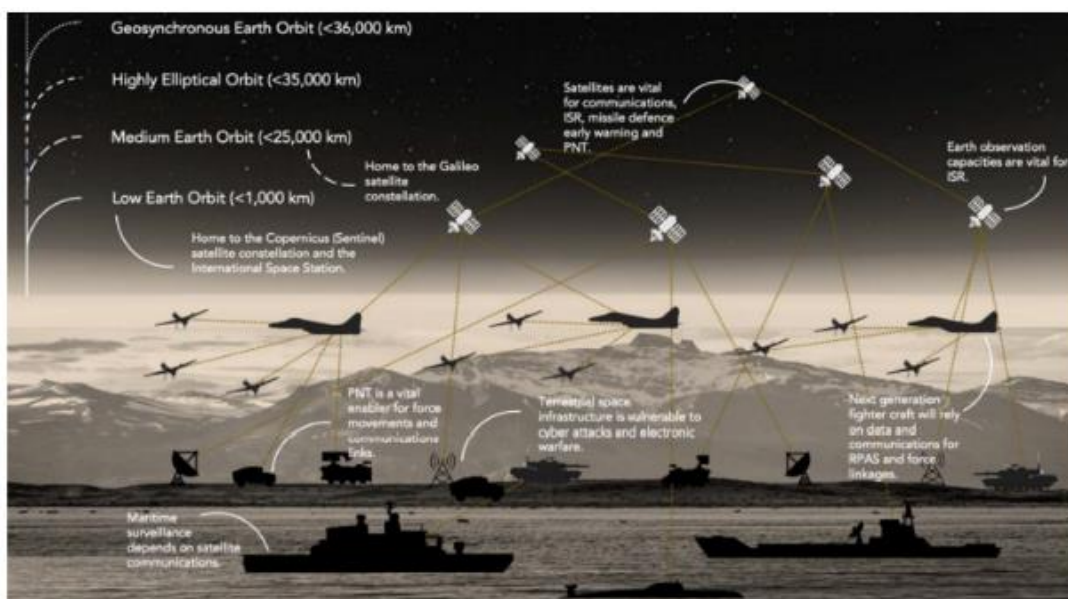


Figura 1 - Órbitas espaciais e a sua relevância para as operações militares

Fonte: (Fiott, 2020)



A exploração do domínio Espacial e o desenvolvimento das tecnologias associadas constituem um desígnio Nacional, identificado na Estratégia da Defesa para o Espaço (EDE) (2021), representando um imperativo para a promoção do progresso social, científico e económico, e para a segurança e defesa do nosso País e dos nossos aliados (Direção Geral de Recursos da Defesa Nacional [DGRDN], 2020).

Segundo o Chefe de Estado-Maior General das Forças Armadas (CEMGFA),

“Na realidade, os aliados dependem fortemente do Espaço para o desempenho de operações militares no âmbito das informações, vigilância e reconhecimento, previsões de meteorologia, comunicações satélite e navegação, sendo que a nossa atual supremacia neste campo se desvanecerá à medida que a tecnologia e os serviços espaciais se tornarem mais baratos e acessíveis.”,

acrescentando que é “inquestionável superioridade tecnológica da Aliança Atlântica, de que tem resultado a sua superioridade militar” (CEMGFA, 2019).

Atualmente, existe um conjunto alargado de atores internacionais, tanto civis como militares, com capacidades desenvolvidas e coordenadas no âmbito do domínio Espacial. O *Space Weather*¹ (SWx) enquadra-se como disciplina transversal na avaliação do domínio Espacial, encontrando-se definido pelo painel técnico de SWx da NATO, como sendo a descrição das alterações no ambiente, derivadas a processos físicos, em grande parte, de origem solar e associadas a mudanças na complexidade magnética do sol. Os seus efeitos variam desde a superfície da Terra, através da atmosfera (incluindo a ionosfera), a magnetosfera da Terra, o meio interplanetário ao sol e no Espaço interestelar (MILSWx, 2021).

As fases de planeamento e execução deverão assentar no conhecimento das condições do domínio Espacial, conforme o *Allied Joint Publication* [AJP] 3.3(B)(2016). A relação da tecnologia Espacial e as operações militares foi tema desenvolvido por Costa (2015), concretizada à realidade das FFAA. A edificação de uma Capacidade Militar Espacial (CME), em Portugal constitui um passo importante na projeção operacional do domínio Espacial, tanto em território nacional, como em Forças Nacionais Destacadas (FND) (Andrade, 2022). Constitui-se, assim, como objetivo estratégico Nacional, definido no Plano de Ação - Desenvolvimento da Estratégia de Defesa para o Espaço (2020-2030), doravante designado por Plano de Ação (DGRDN, 2020), onde se estruturam linhas de ação detalhadas.



O objeto de estudo da presente investigação consiste na identificação de um plano de edificação para o desenvolvimento de *Space Weather* nas FFAA, delimitando-se conforme Santos & Lima (2016, p. 44) nos seguintes domínios:

- Temporal, ao período entre 2013, data do CEDN e 2030, data do plano Estratégia Portugal Espaço 2030;
- Espacial, às congéneres Aliadas;
- De conteúdo, à perspetiva organizacional de congéneres NATO e adaptação à realidade das FFAA.

Da problemática apresentada, o Objetivo Geral (OG) da investigação é **Analisar a modalidade de ação para a integração de *Space Weather* como capacidade nas FFAA, sustentado na Estratégia da Defesa Nacional para o Espaço**, suportado por dois Objetivos Específicos (OE):

OE1: Caracterizar as capacidades *Space Weather* e componentes associadas desenvolvidas internacionalmente;

OE2: Analisar o modelo de desenvolvimento de capacidade de *Space Weather* nas FFAA.

Face ao enquadramento anterior, é formulada a questão central (QC): **Qual a modalidade de ação para a edificação da capacidade de *Space Weather* nas FFAA, tendo por base a atual Estratégia da Defesa Nacional para o Espaço?**

A partir da QC, por forma a responder aos OE, formulam-se duas questões derivadas (QD):

QD1: Que modelos de *Space Weather* de referência internacionais poderão contribuir nas modalidades de ação nacionais a analisar?

QD2: De que forma poderá ser desenvolvida a capacidade de *Space Weather* nas FFAA?

O presente documento de investigação encontra-se estruturado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo, corresponde à introdução, enquadrando o tema, a justificação para o seu estudo, e contextualiza a problemática, estabelecendo os objetivos e as questões da investigação.

O segundo capítulo enquadra o estado da arte nacional e internacional no domínio Espacial, estruturando a análise com conceitos basilares, os quais definem o modelo de análise.



No terceiro capítulo, estabelece-se a metodologia e o método aplicado, elencando os participantes no estudo, o procedimento desenvolvido, os instrumentos aplicados na recolha de dados, e as técnicas de tratamento empregues.

No quarto capítulo, analisa-se a estruturação da valência de *Space Weather* em centros Espaciais internacionais de referência. Essa análise será considerada no âmbito da edificação de uma CME nacional, respondendo às questões colocadas na investigação.

No quinto e último capítulo, são avaliados os resultados obtidos, considerando os objetivos estabelecidos, destacando-se os contributos para o conhecimento e, por outro lado, as suas limitações. Por fim, apresentam-se sugestões de futuras abordagens da temática, concluindo com breves recomendações.



2. Enquadramento Teórico e Conceptual

Neste capítulo apresentar-se-á a revisão da literatura, visando avaliar o estado da arte nacional e internacional no domínio Espacial, em particular do *Space Weather*, incluindo conceitos estruturantes.

2.1 Revisão da literatura e conceitos estruturantes

O presente Trabalho de Investigação Individual (TII) estrutura-se numa revisão da literatura relativa ao estado da arte da edificação de capacidades Espaciais a nível internacional, assim como uma avaliação da realidade nacional nessa temática. Serão analisadas as atuais capacidades SWx de congéneres, propondo seguidamente um modelo para a sua implementação numa futura CME nacional.

2.2 Estratégia Nacional no domínio Espacial

A defesa dos interesses nacionais e o conhecimento situacional dos Espaços Estratégicos de Interesse Nacional (EEIN) decorrem através do uso de tecnologias Espaciais, encontrando-se enquadrado pelo Despacho n.º 2388/2018, de 8 de março (2018). Destaca-se ainda a EDE (Governo de Portugal, 2021), em resultado da Resolução do Conselho de Ministros (RCM) n.º 30/2018, 2018, sendo suportada pela Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA) (Lei Orgânica n.º 2/2021, de 9 de agosto, 2021).

Em dezembro de 2020, o Ministro da Defesa Nacional, proferiu o seguinte ponto de situação:

“Ao nível Espacial concluímos os trabalhos tendo em vista o desenvolvimento de uma Estratégia da Defesa Nacional para o Espaço, a edificação de uma Estrutura de Governação do Programa Espacial da Defesa e um Plano de Ação a desenvolver em estreita articulação com a Agência Espacial Portuguesa [PT *Space*] e cujas capacidades ficarão também sob alçada do Estado Maior General das Forças Armadas (EMGFA). Estamos assim, na medida das nossas possibilidades, em linha com os nossos principais aliados e parceiros e com as dinâmicas globais, em que o Espaço tem ganho peso crescente na definição de prioridades no campo da Defesa.”²

No contexto da Defesa Nacional, a EDE, para o período 2020-2030, destaca-se como documento fundamental no âmbito do domínio Espacial nacional, e estruturante deste TII,

² Excerto da Intervenção do Ministro da Defesa Nacional, Dr. João Gomes Cravinho, na audição regimental na Comissão Parlamentar de Defesa Nacional.



identificando a visão de “Recorrer ao Espaço e às tecnologias associadas para potenciar a autonomia de atuação das Forças Armadas na defesa da soberania e dos interesses nacionais de forma a reforçar a liberdade de ação do País” (Despacho n.º 68/MDN/2020). O MDN constituiu o Grupo de Trabalho do Programa Espacial da Defesa (GT-PRESDEF), cujas principais funções decorrem do Despacho n.º 3732/2020, de 11 de março:

1. Propor a EDE e respetivo Plano de Ação;
2. Reconhecer as linhas de orientação para a implementação do Programa Espacial da Defesa Nacional (PEDN).

A Estratégia Portugal Espaço 2030 (EPE 2030), proposta pelo GT-PRESDEF, integra uma visão interministerial, estabelecendo sinergias e promovendo a articulação entre vários organismos nas suas tutelas (DGRDN, 2020). A estrutura de Governação, definida para abordar a EDE, encontra-se esquematizada na Figura 2.

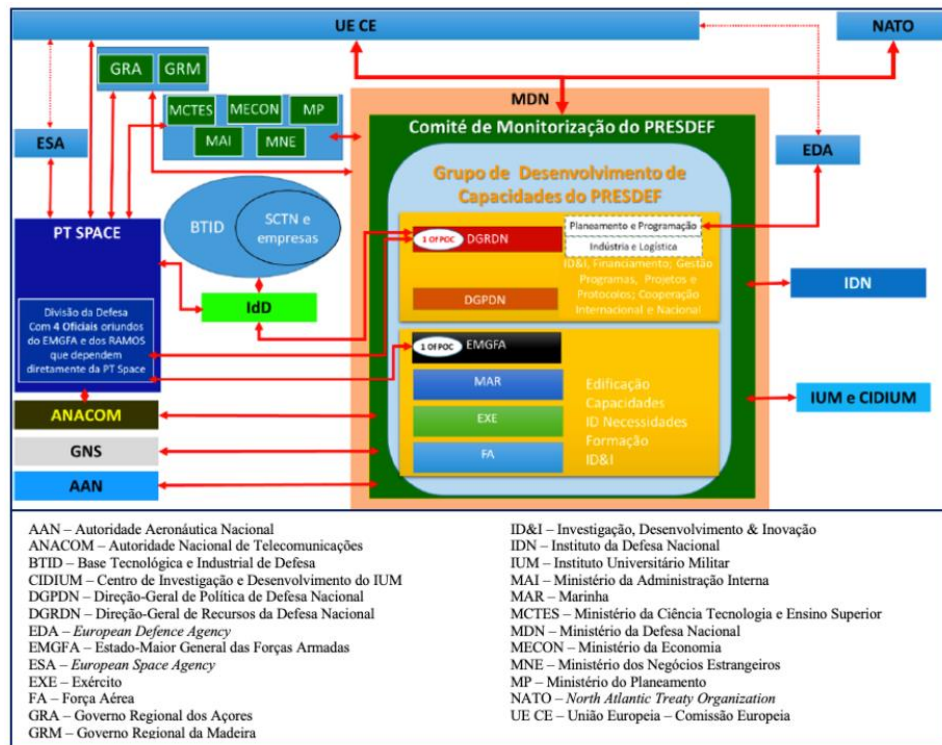


Figura 2 - Estrutura de Governação

Fonte: EDE (Despacho n.º 68/MDN/2020, de 18 de dezembro, 2020).

Destaca-se na estrutura de governação do Programa Espacial de Defesa (Figura 2 - Estrutura de Governação, nos diversos contributos concorrentes, as estruturas militares (ambiente conjunto) e civis (indústria e academia), a visão interministerial e dos governos regionais dos Açores e Madeira, e a clara distinção da PT *Space* enquanto ponto focal de todos os intervenientes relevantes mencionados, onde se integra a Divisão de Defesa, com a comissão de militares para integração dos diversos esforços, no setor da Defesa. Revela-se



ainda o relacionamento institucional com organismos internacionais, impondo-se relacionamentos formais que permitam sinergias técnicas e operacionais

A missão do Comité de Monitorização do Programa Espacial da Defesa (CM — PRESDEF), entre outras, deve:

“(…) assegurar a monitorização, articulação, análise de progresso e aconselhamento, ao longo da execução do plano de implementação da Estratégia da Defesa Nacional para o Espaço, constituindo-se como a entidade primariamente responsável pelo acompanhamento destes assuntos, e que reportará diretamente ao Ministro da Defesa Nacional.” (Despacho n.º 1768/2021, de 29 de janeiro, 2021, p. 27)

Deverá, cumulativamente, “Desenvolver uma estratégia de comunicação com os *stakeholders* para a articulação e cooperação com todos os intervenientes, a nível nacional e internacional” (*op. cit.*) e acompanhar, reportar e propor melhorias no cumprimento do Plano de Ação (*op. cit.*).

Com o objetivo de “desenvolver o setor nacional do Espaço e promover e executar a Estratégia Portugal Espaço 2030” (Despacho n.º 3732/2020, de 11 de março, 2020, p. 119), foi criada a Agência Espacial Portuguesa (PT *Space*) pela RCM n.º 55/2019, de 7 de março. Esta entidade constitui um ponto focal na operacionalização do Plano de Ação, contribuindo “para a elaboração de requisitos técnicos que permitam satisfazer interesses comuns civis e militares, projetos de I&D e outros considerados de interesse para as Forças Armadas e para a PT *Space*, em articulação com a IdD” (Despacho n.º 68/MDN/2020, de 18 de dezembro, 2020, p. 10).

No âmbito da EPE 2030, a PT *Space* prevê a implementação da Constelação Atlântica de microssatélites em *Low Earth Orbit* (LEO), com a participação ativa da indústria e academia portuguesa (PT *Space*, 2020b). Prevê-se, ainda, a edificação de um ecossistema de inovação Espacial na ilha de Santa Maria (PT *Space*, 2020a), nos Açores, no âmbito do *Atlantic International Research Center* (AIR Center), com a edificação do futuro porto Espacial de Santa Maria, inserido no *Azores International Satellite Launch Programme* (Martins (Coord.), 2019).

O MDN estabeleceu linhas programáticas, vertidas no Plano de Ação, no qual “estabelece o conjunto de Ações a executar, bem como a sua prioridade, calendário de execução, as entidades responsáveis e envolvidas, os recursos necessários, as metas e os indicadores de concretização” (DGRDN, 2020).



2.3 Capacidade Militar Espacial

Uma capacidade³ militar, de acordo com a doutrina NATO (NSO, 2020), estruturada na consolidação holística de um conjunto de vetores de desenvolvimento concorrentes e integrados (Nunes, 2015) (*vide* Apêndice F), essenciais para a definição de requisitos prévios⁴ (NSO, 2020, p. 23).

Conforme o AJP-3.3(B), uma CME estrutura-se na integração de Áreas de Missão (Figura 3): *Space Situational Awareness*, *Space Force Enhancement* e *Space Control*.

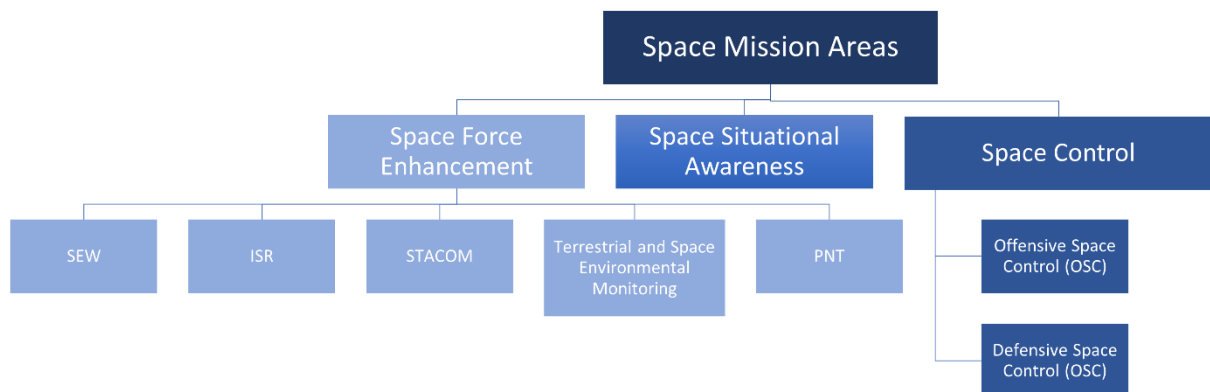


Figura 3 - Áreas de Missão de uma Capacidade Militar Espacial

Fonte: Adaptado de AJP 3.3(B) (NATO, 2016, pp. 5-5 a 5-7)

As Operações Espaciais pretendem obter e manter a liberdade de ação utilização do Espaço, com vista a incrementar o potencial do seu uso (Joint Chiefs of Staff, 2020, pp. I-2). Forças Espaciais, conforme AJP 3.3(B), são constituídas pelos sistemas, equipamentos, instalações, organizações e pessoal, ou a sua combinação, como também Espaciais e terrestres, necessários para a condução das operações espaciais. Estes sistemas Espaciais, interoperáveis⁵ entre si, compreendem três segmentos relacionados: Espaço, *Link* (ligação entre Espaço e solo) e Solo (utilizador e infraestruturas de suporte) (NATO, 2016, p. 5-2). Atinente à interoperabilidade dos segmentos, impõe-se processos harmonizados através dos contributos das diferentes Nações Aliadas, conforme AJP 3.3(B).

³ “A aptidão de criar um efeito por meio do emprego de um conjunto integrado de aspetos categorizados como doutrina, organização, treino, material, desenvolvimento de liderança, pessoal, instalações e interoperabilidade” (NATO AAP-06, 2016, p. 23).

⁴ Os atributos fundamentais na formulação de um requisito, de acordo com MITRE (2004), deverão ser: Alcançável, Verificável, Inequívoco, Completo, Necessário, Consistente, Adequado.

⁵ Capacidade de sistemas, unidades ou forças de interagir com outras unidades ou forças de modo a operar eficazmente (NSO, 2020, p. 55).

Uma CME fornece informação na forma de Dados, Produtos⁶ e Serviços⁷ (DPS), incluindo um conjunto alargado de segmentos⁸. A informação SWx decorre, conforme o AJP 3.3(B)(2016), por meios de comunicação estabelecidos, identificados na Figura 4.

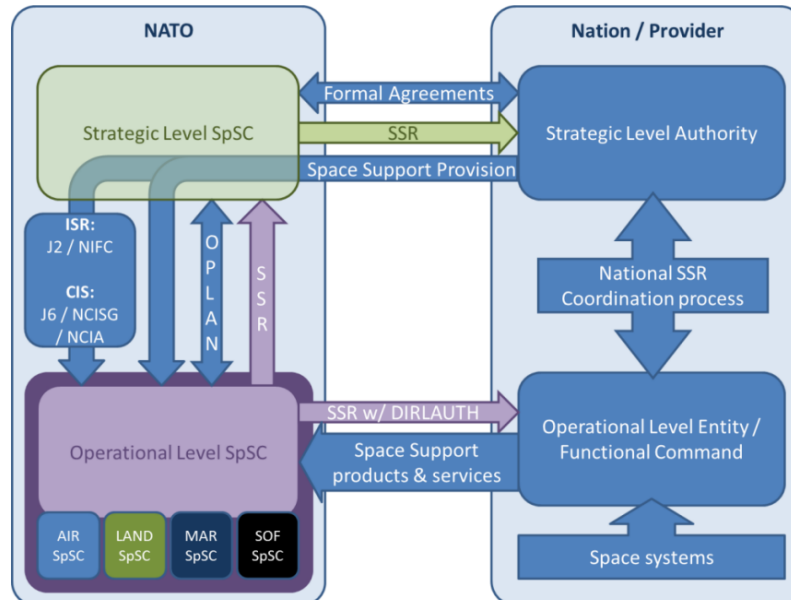


Figura 4 - Processos de planeamento e execução no âmbito da Coordenação de suporte de informação Espacial
Fonte: (NATO, 2016, pp. 5-12).

A disponibilização da informação Espacial às estruturas de comando NATO assenta na partilha de DPS pelos centros de informação SWx de Nações Aliadas ou grupos multinacionais, conforme o esquema da Figura 4.

2.3.1 *Space Situational Awareness*

O *Space Situational Awareness* (SSA⁹) reveste-se de capital importância no âmbito da liberdade de ação, considerando os elementos potencialmente relevantes para as operações militares (Joint Chiefs of Staff, 2020). Esta atividade contribui na produção de uma *Recognized Space Picture* (RSP) através, inclusivamente, da utilização de fontes de *Intelligence*, permitindo a avaliação da liberdade de ação Espacial de forças inimigas. Os DPS oriundos desta Área de Missão devem ser considerados na fase de planeamento, tomada

⁶ Dados processados e analisados, principalmente com base na exploração de sensores baseados no Espaço.

⁷ Fluxo contínuo de dados, fornecidos diretamente do Espaço para um terminal de usuário final.

⁸ *Satellite communications* (SATCOM); serviços de *Positioning, Navigation and Timing* (PNT), monitorização do ambiente terrestre e Espacial, GeoEspacial, Meteorológico e Oceanográfico (GEOMETOC); ISR; *Shared Early Warning* da NATO e *Friendly Force Tracking*, vigilância marítima, etc. (NATO, 2016, p. 5-2).

⁹ “abordagem holística, incluindo a compreensão e o conhecimento, dos principais riscos espaciais, nomeadamente as colisões entre objetos no Espaço, fragmentações e reentradas de objetos espaciais na atmosfera, fenómenos de meteorologia Espacial (*Space Weather*) e os objetos próximos da Terra (*Near Earth Object* [NEO]).” (Neves, 2021, p. 10)



de decisão e execução em todo o espectro de missões (Joint Chiefs of Staff, 2020, pp. 5-5 a 5-6).

É nesta função de uma CME que se enquadra o SW_x, devendo ser transversalmente doutrinado, de modo a contribuir para a sua integração na RSP, e na tomada de decisão da estrutura de comando a todos os níveis (NATO, 2016).

2.3.2 *Space Force Enhancement*

Esta Área de Missão permite a maximização da eficácia das operações militares num amplo leque de domínios, através da exploração de DPS baseados no Espaço, constituindo um elemento-chave para o desenrolar das operações militares (NATO, 2016). Esta, de acordo com o AJP-3.3(B), estrutura-se através de cinco funções multiplicadoras de forças (Figura 3).

2.3.3 *Space Control*

O *Space Control* tem por missão a obtenção e manutenção da liberdade de ação desejada para o domínio Espacial (NATO, 2016), incluindo medidas defensivas e ofensivas, desenvolvidas em todos os domínios operacionais, negando ao adversário a mesma capacidade, sustentado no direito internacional e tratados ratificados (NATO, 2016, p. 5-6).

2.4 **Estratégia NATO no domínio Espacial**

Em 2019, a NATO reconheceu o Espaço como um novo domínio operacional¹⁰, da mesma forma que o Ar, Mar, Terra e Ciberespaço, estruturado no primado da postura de defesa e dissuasão (NATO, 2021b).

A Aliança estrutura a consciência do domínio Espacial atendendo a um conjunto crescente de ameaças e riscos, sendo fundamental no sucesso das suas operações, missões e atividades. Atinente ao alcance desses objetivos, a NATO anunciou planos para desenvolver um *Strategic Space Situational Awareness System (3SAS)*¹¹ (NATO, 2021a), na Cimeira de Bruxelas, em 2021.

A estratégia da Aliança estrutura-se nesse domínio, através da integração de recursos espaciais das Nações Aliadas, pela partilha de informação, com o objetivo de aumentar a interoperabilidade e coordenar ações. A abordagem ao Espaço estará alinhada com o direito internacional, não tendo intenções bélicas espaciais (NATO, 2021a). Por outro lado,

¹⁰ "Declaramos o Espaço um domínio operacional para a NATO, reconhecendo a sua importância em nos manter seguros e enfrentar os desafios de segurança, ao mesmo tempo que respeitamos o direito internacional." (NATO, 2021a).

¹¹ "capability will allow the Alliance to better understand space objects and space events, and their effects across all domains" (NATO, 2021a).



potências como a Federação Russa, a China e a Índia possuem sistemas *Anti-Satellite* (ASAT) (Martin, 2021), colocando pressão na visão política da NATO, numa base de compromisso responsável (Raymond, 2021).



3. Metodologia e método

Neste capítulo apresentam-se a metodologia e método seguidos na presente investigação.

3.1 Metodologia

O presente trabalho de investigação estruturou-se com recurso ao raciocínio indutivo, com uma estratégia de pesquisa qualitativa (Santos & Lima, 2019). No que diz respeito ao desenho de pesquisa, recorreu-se ao método comparativo (Santos & Lima, 2019), uma vez que se relevam paralelismos com centros de SWx de referência, estruturados em congêneres Aliadas.

3.2 Método

O presente subcapítulo enquadra e descreve os processos decorrentes das necessidades para o aprofundamento temático, de forma sustentada e integrada.

3.2.1 Participantes e procedimento

Participantes. Participaram nesta investigação um conjunto de intervenientes, cuja visão estratégica permite valorizar a presente investigação. Deste modo, anuíram a contribuir, o Presidente do GT-PRESDEF, o diretor do NATO MGEOMETOC COE, o Diretor do *Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial*¹² (COVE), e o diretor do *Solar-Terrestrial Centre of Excellence*¹³(STCE).

Procedimento. Foi efetuado um contato prévio aos entrevistados, com uma abordagem contextualizada do tema. Após a concordância em participar nesta investigação, a entrevista foi submetida por *email*, sendo respondida pela mesma via. O Presidente do GT-PRESDEF colaborou de forma presencial, tendo sido lavrado um resumo síntese, o qual foi endereçado para validação.

3.2.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados

No presente trabalho o autor emprega dois instrumentos de recolha de dados: análise documental e entrevistas (Guerra, 2006).

A análise documental suportou-se, maioritariamente, em fontes primárias (*e.g.* despachos, publicações doutrinárias, minutas de trabalho, fontes abertas), permitindo a

¹² O COVE é um centro na dependência do *Ejército del Aire* (Força Aérea de Espanha), cuja missão é a vigilância e conhecimento da situação Espacial e a prestação de serviços de apoio das operações realizadas pelas Forças Armadas.

¹³ O STCE é um projeto científico, orientado para a valorização da pesquisa e disponibilização de serviços sobre a atividade solar e interação Solar-Terrestre (STCE, 2016).



análise das características da Visão para a utilização do Espaço e sua implementação nacional e internacional, particularizado à área de SWx.

Foram efetuadas entrevistas não estruturadas a atores relevantes no domínio Espacial e da área de SWx, relacionados com a edificação e operacionalização de capacidades nesses domínios. Perspetivou-se com esta metodologia, a obtenção de dados adicionais sobre o ambiente conjunto, combinado e sinérgico da modalidade de ação a adotar na integração do SWx numa CME nacional.

3.2.3 Técnicas de tratamento de dados

A análise documental decorreu estruturada em normativos enquadrantes internacionais e nacionais. A análise da entrevista presencial enquadrou-se pelo método descrito por (Guerra, 2006, pp. 69-86), através do estudo de conteúdo pela transcrição, leitura, análise descritiva e análise interpretativa.



4. Análise dos dados e discussão dos resultados

Neste capítulo é analisada a informação recolhida, permitindo responder às QD e, consequentemente, à QC.

4.1 Centros internacionais de *Space Weather*

Neste subcapítulo serão enquadrados os conceitos estruturantes com o intuito de atender à primeira parte do OG, *i.e.*, analisar as capacidades SWx e componentes associadas desenvolvidas internacionalmente.

A seleção dos modelos em análise teve como critérios a maturidade da integração da valência de SWx e o contributo que estes poderão fornecer na edificação de uma CME nacional.

4.1.1 Consórcios internacionais

A *International Civil Aviation Organization* (ICAO), responsável pela regulação da aviação civil internacional, estabeleceu parcerias com diversos *Space Weather Centre* (SWXC), tendo sido estes dado início à sua operação integrada, em 2019. Estes encontram-se regulamentados pelo *Space Weather Manual* (Doc 10100) (ICAO, 2019), onde se preconiza a disponibilização de serviços de SWx, no suporte à navegação aeronáutica civil.

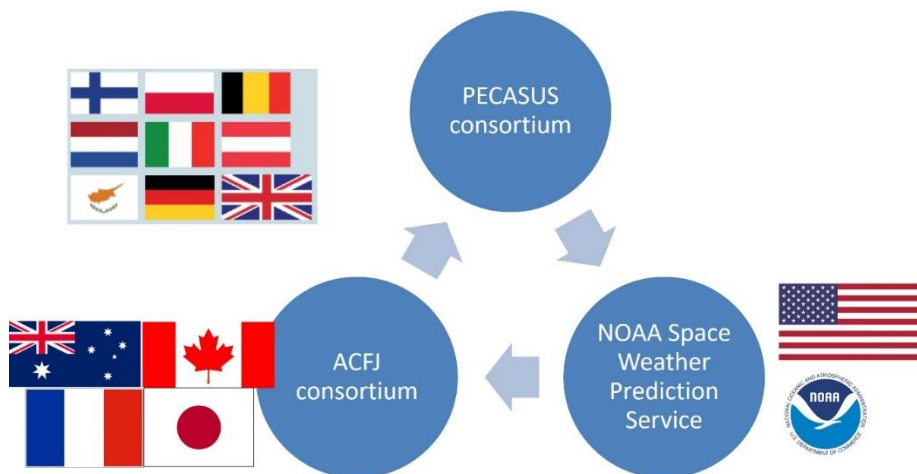


Figura 5- Esquema resumo dos consórcios de serviços SWx em operação permanente para a ICAO

Fonte: Harri Haukka (2018)

Os consórcios, apresentados na Figura 5, constituem o suporte operacional da ICAO, com a competência de acompanhar e prever, assim como de emitir avisos sobre o ambiente de SWx (Haukka, 2018).

A estrutura e operação integrada dos consórcios permite elevados níveis de interoperacionalidade na receção e fornecimento de DPS à comunidade aeronáutica, como esquematizado na Figura 6, onde se observa os processos de trabalho e a comunicação do *Pan-European Consortium for Aviation Space Weather User Services* (PECASUS).

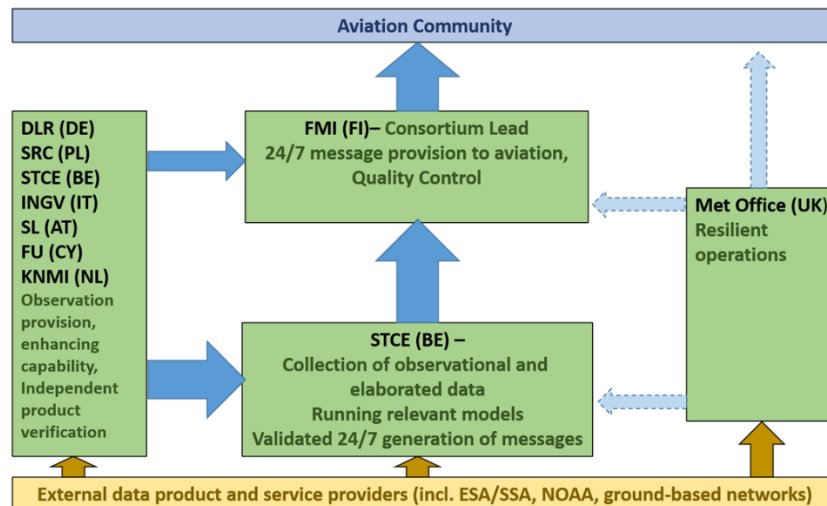


Figura 6 - Estrutura organizacional e operacional do consórcio PECASUS

Fonte: Sessão de apresentação do PECASUS (Kauristie, 2019)

Pela Figura 6, destaca-se a proveniência de DPS da *European Space Agency* (ESA) e da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) e a partir de uma crescente rede de sensores, para *input* dos modelos de SWx (Kauristie, 2019).

Pela análise de conteúdo (*vide* Apêndice E), Petra Van Bommel, em representação do STCE, organismo integrante do consórcio PECASUS, refere que “*We continuously work on extending and improving our products or services. This is research and community driven.*”, ilustrando a dinâmica dos processos que ocorre nas comunidades de interesse de SWx.

Os instrumentos de monitorização internacional de SWx são constituídos por nós de redes, tanto no Espaço como no Solo, sendo os mais relevantes o *International Space Environment Service* (ISES), a rede SWx da Organização Meteorológica Mundial (OMM) para aviação (em edificação) (Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, 2017) e o sistema de vigilância SWx, do Comando Estratégico dos Estados Unidos da América (EUA), assim como *Space Weather Prediction Center* (SPWC), que opera a fusão e assimilação de dados, assim como a previsão.

4.1.2 NATO

A NATO, no âmbito da definição do Espaço enquanto quinto domínio operacional (NATO, 2019), edificou o *NATO Space Centre*, encontrando-se na dependência do *Allied Command Operations* (ACO). Este centro Espacial da NATO destaca-se como ponto focal para apoio das operações e missões da NATO, contribuindo na coordenação de esforços dos Aliados (NATO, 2021a).



De uma perspetiva de segurança e defesa, o Espaço é fundamental para a Aliança, em particular, nas áreas de PNT, de *Early Warning*, monitorização ambiental, SATCOM e ISR (NATO, 2021b).

O *Multi-National METOC Support Group* (MNMSG) tem a seu cargo a interoperabilidade de DPS e, será *pivot* da diversa informação de SWx, através do *NATO METOC Data Hub* (NMDH) para as diversas redes de missão e para integração nas mais diversas plataformas informacionais da Aliança.

No *Allied Command Transformation* (ACT), é importante relevar, no domínio SWx:

- 1) a constituição do *Military Space Weather* (MILSWx);
- 2) a valência de SWx no *NATO Maritime Geospatial Meteorological and Oceanographic Centre of Excellence* (MGEOMETOC COE);
- 3) a edificação do *NATO Space Centre of Excellence* (Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, 2021).

O ACT perspetiva a edificação do *NATO Integrated METOC Briefing and User Services* (NIMBUS), até 2023, enquanto plataforma integrada de troca de informação GEOMETOC e de SWx na NATO (ACT, 2021b), promovendo a relevância SWx no planeamento das missões nos diversos níveis de decisão, sendo totalmente interoperável com a *NATO Common Operational Picture* (NCOP) (ACT, 2021a).

A Aliança integra o domínio Espacial em treino e exercícios, planeamento operacional e desenvolvimento de capacidades, estruturado numa forte componente de inovação. A *Systems Concepts and Integration* [SCI]-229 (NATO Science and Technology Organization (STO), 2018), da responsabilidade da NATO STO, constitui um documento técnico multidisciplinar no âmbito do SSA, onde se inclui uma análise aprofundada da componente SWx.

Pela análise de conteúdo (Apêndice C), o Diretor do NATO MGEOMETOC COE refere que este centro dispõe de uma valência em SWx, o qual permite, de forma integrada, apoiar a transformação neste ramo do conhecimento na Aliança e nas nações patrocinadoras que compõem esta entidade multinacional, após análise da solicitação, enquadrado nas capacidades do centro.

4.1.3 Perspetiva europeia

A nível europeu, a ESA dispõe do programa SSA, no qual se inclui Portugal, com o objetivo primário de acompanhar objetos e fenómenos naturais com eventual potencial para de deteriorar a ação de satélites em órbita ou infraestruturas no solo, estruturando a sua



atividade em três principais pilares: *Space Weather*, NEO¹⁴ e *Space Surveillance and Tracking*¹⁵ (SST)(ESA, 2020).

A ESA estabeleceu o *Space Weather Working Team*¹⁶ (SWWT), composta por uma vasta comunidade de interesse (nacionais e da indústria), tendo por funções o acompanhamento e aconselhamento da estratégia da ESA, no âmbito do SWx (SWWT, 2015). Resultado dessa sinergia, surgiu o *ESA Space Weather Portal*, componente da *ESA Space Weather Service Network*, sendo composta por um conjunto alargado de parceiros a nível europeu de fornecimento de DPS, descritos no “*ESA Space Weather Network Service Product Catalogue Summary*”.

A União Europeia (UE) destaca a relevância da utilização do Espaço, tendo implementado o consórcio *European Union Space Surveillance and Tracking* (EU-SST) (Jornal Oficial da União Europeia, 2014), com a participação de Portugal.

No contributo nacional para a Visão Europeia para o Espaço, destaca-se a edificação do *Sattellite Center* (SATCEN), contribuindo para a estratégia da UE. O Centro de Operações Espaciais (COpE) da rede nacional SST (MDN, 2021), encontra-se instalado no Parque de Ciência e Tecnologia da Ilha Terceira (TERINOV), com o objetivo de reforçar a “presença nacional na política Espacial Europeia” (Governo de Portugal, 2020).

4.1.4 Estados Unidos da América

Os EUA posicionam-se atualmente com o programa Espacial mais desenvolvido, com grande consolidação ao nível doutrinário e implementação operacional.

Na estrutura edificada, erguem-se dois grandes atores, a saber:

- 1) A *United States Space Force* (USSF) possui a missão de organizar, treinar e equipar forças espaciais, contribuindo para a soberania dos EUA e Aliados no Espaço, num ambiente combinado (USSF, 2020a), sendo o mais recente ramo das Forças Armadas;

¹⁴ Deteção e acompanhamento de objetos naturais com potencial impacto na Terra.

¹⁵ Acompanhamento de satélites ativos e inativos, assim como detritos.

¹⁶ O SWWT é um fórum aberto a especialistas europeus numa variedade de campos científicos e aplicados relacionados ao SWx. O SWWT é responsável pela promoção de atividades de SWx europeias coordenadas a nível nacional e industrial. A associação ao SWWT está aberta a representantes de qualquer universidade, instituto, empresa ou organização internacional europeia que realize atividades relacionadas ao SWx ou afetados pelo mesmo (ESA, s.d.).



- 2) O *Space Weather Prediction Center* (SWPC)¹⁷, sob a égide da NOAA, constitui a estrutura de suporte operacional de SWx dos EUA, operando a fusão de dados e estruturando os modelos matemáticos.

Com um conjunto alargado de DPS, o SWPC disponibiliza em modo de consulta aberta, a monitorização e previsão da atividade solar (SWPC, 2009) com potencial impacto nas operações militares das Forças Armadas Americanas, assistindo-se, supletivamente, como suporte SWx a nível mundial (Joint Chiefs of Staff, 2020, pp. A-5,A-6).

4.1.5 Espanha

No contexto militar Espacial, Espanha encontra-se a edificar o COVE, tendo por base os conceitos estruturantes preconizados no AJP 3.3(B) e *Joint Publication* (J.P) 3-14. Este centro estrutura-se no *Ejército del Aire* (Força Aérea Espanhola), possuindo funções de suporte às Forças Armadas de Espanha no âmbito Espacial, integrando-se na missão realizada por organismos civis, com objetivos semelhantes (*Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio* [TEDAE], 2019). Conforme o diretor do COVE (entrevista por *email*, 26 de outubro de 2021), os militares que compõem esta unidade participaram em exercícios militares combinados¹⁸, consolidando conceitos e práticas de congénere com maior experiência.

Por análise de conteúdo (Apêndice E), o diretor do COVE (*op. cit.*) refere que o centro obtém produtos de SWx através de entidades externas, como a “NOAA, UK METOC Agency and EU SWE portal”, emitindo relatórios de previsões das condições do meio Espacial. Apesar de requisito na *Initial Operational Capability* (IOC), o centro não possui um departamento dedicado ao SWx, sendo essas tarefas da responsabilidade da secção de operações espaciais (*op. cit.*). Os militares do COVE não possuem formação em SWx, à data da recolha de informação, pese embora o fato de terem frequentado seminários organizados pela Universidade de *Alcalá de Henares*.

Releva-se a existência de relações bilaterais com Espanha no domínio Espacial, já dispostas em memorando assinado entre os Ministérios da Defesa, para que “a cooperação se possa desenvolver através de acordos entre a Direção-Geral de Recursos da Defesa Nacional de Portugal e a Direção-Geral de Armamento e Material de Espanha, relativos ao

¹⁷ O SWPC é um laboratório e centro de previsão, com permanente a vigilância e previsão do ambiente Espacial da Terra. É também da sua responsabilidade, a emissão de alertas, de forma coordenada com os demais consórcios a nível mundial, de perturbações do ambiente Espacial, que podem impactar com pessoal e equipamento. Enquanto laboratório, promove pesquisas em física solar-terrestre e estuda técnicas de previsão de perturbações solares e geofísicas. (SWPC, 2009).

¹⁸ GLOBAL SENTINEL, realizado nos EUA, ou os exercícios da NATO da série Trident (Camara, 2021).



uso imediato dos atuais recursos disponíveis órbita-espectro espanhóis” (Despacho n.º 2388/2018, de 8 de março, 2018). Este memorando, apesar de firmado e assinado, carece de operacionalização na estrutura Espacial nacional, havendo contatos desenvolvidos pela Divisão de Defesa na PT *Space*, no intuito de promover sinergias multidisciplinares do domínio Espacial, nos aspetos militares do programa espacial.

4.1.6 Síntese conclusiva

Os consórcios internacionais SWx fornecem um conjunto alargado de DPS, encontrando-se integrados entre si, no âmbito de operacionalização SWx. A interoperabilidade estabelecida à luz da ICAO constitui uma mais-valia na obtenção e divulgação de informação nos canais internacionais de comunicação aeronáutica, os quais são acessíveis pela Força Aérea Portuguesa.

O NATO *Space Center* constitui um vetor relevante na projeção da NATO no domínio Espacial, destacando-se como centro operacional num ambiente conjunto e combinado (Allied Air Command [AIRCOM], 2021a). A NATO, apesar de não possuir, *per se*, o segmento Espacial e de *Link*, suporta-se no conhecimento, logística e pessoal das Nações Aliadas e parceiros institucionais, para a análise e difusão de informação do domínio Espacial.

A ESA posiciona-se como *stakeholder* natural na EDE, disponibilizando um conjunto alargado de DPS, instituindo-se como referência no domínio Espacial, em particular, no serviço de *Space Weather Portal*.

Os EUA posicionam-se como uma referência na disponibilização de DPS, possuindo os três segmentos estruturantes de uma capacidade Espacial. Constitui ainda, do ponto de vista doutrinário e técnico, um ator determinante no contexto internacional. As Forças Armadas americanas suportam o conhecimento de SWx na componente civil (NOAA/SWPC), em coordenação com centros de meteorologia de natureza militar.

A operação do COVE decorre de uma perspetiva conjunta, embora se encontre sob a égide do *Ejército del Aire*, disponibilizando informação sobre o domínio Espacial, onde se inclui o segmento SWx, para as Forças Armadas.

O emprego dos meios em ambiente combinado consolida-se através de treino em exercícios, onde a interoperabilidade de DPS e procedimentos é primordial para a integração de informação SWx nas operações militares. Na generalidade dos modelos analisados, observa-se uma abordagem conjunta do uso dos meios, sendo atribuída a difusão pelas entidades-alvo, a um Ramo militar.



O presidente do GT-PRESDEF argumenta que “Consideram-se pertinentes parcerias multinacionais que permitam alavancar a implementação do Plano de Ação, recolhendo as boas práticas, ou cooperar para obter contributos para as capacidades ou para as desenvolver, aproveitando as vantagens económicas, de recursos, mais-valias, e de escala.”, alicerçando uma abordagem nacional integrada e assente nas boas-práticas congéneres.

4.2 Desenvolvimento de capacidade de *Space Weather* nas FFAA

Portugal alinha o seu planeamento estratégico e programático de acordo com a NATO, propondo-se definir doutrina, política, conceitos e procedimentos uniformes e interoperáveis de forma integrada, independente do local e dos meios empregues (AJP-3.3(B), 2016, pp. 5-11).

O Plano de Ação encontra-se em fase de implementação, onde estão estabelecidos Objetivos Estratégicos (OE), os Objetivos Operacionais (OOP) e Ações (A), conducentes à edificação, entre outros, de uma capacidade militar, a qual deverá apoiar as missões nacionais, tanto em território nacional como nas forças destacadas (DGRDN, 2020).

4.2.1 Enquadramento Nacional na integração de *Space Weather* nas FFAA

A implementação das Ações preconizadas no Plano de Ação são estruturadas pelo GDC-PRESDEF, como previsto na proposta de Estrutura de Governação (*vide* Figura 2). Dos trabalhos do GDC-PRESDEF, decorre a promoção e desenvolvimento de Ações conducentes à edificação de capacidades, de onde se releva a ampliação de capacidades (OE-3 do Plano de Ação)¹⁹, estruturados com os contributos das entidades patentes na Figura 7.

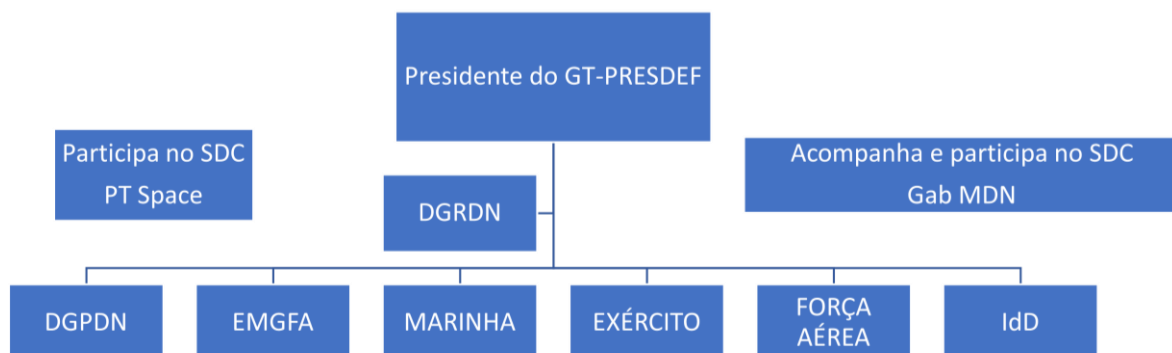


Figura 7 - Organograma do Grupo de Desenvolvimento de Capacidades do PRESDEF
Fonte: (DGRDN, 2020)

A cooperação internacional constitui um pilar estratégico na implementação da EDE, plasmada nos OE-4²⁰ e OE-5²¹ do Plano de Ação, o qual deve ser dinamizado com as demais

¹⁹ OE-3 – Ampliar capacidades.

²⁰ OE-4 – Cooperação internacional.

²¹ OE-5 – Alavancar sinergias.



organizações nas quais Portugal se insere (NATO, UE, ESA, Comunidade dos Países de Língua Portuguesa [CPLP]), promovendo o desenvolvimento de memorandos com os demais Ministérios de Defesa²².

Atendendo ao enquadramento estabelecido, impõe-se delimitar a análise do Plano de Ação considerando a implementação da valência de SWx. Constata-se que o desenvolvimento de capacidades neste âmbito se encontra enquadrado, de forma clara, nas Ações A3.4.5²³ e A.3.4.6²⁴ do Plano de Ação.

A A.3.4.5 preconiza a cooperação com a ESA e a UE, materializando-se com a integração “de centros de investigação militares e do Sistema Científico e Tecnológico Nacional [SCTN] (e.g. Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra [CITEUC]), com o objetivo de criar um Sistema de Monitorização e Alerta de *Space Weather*.” (DGRDN, 2020, p. 38). O A3.4.6 estabelece, embora de forma abrangente, a necessidade de “Desenvolver produtos e ferramentas de fusão de dados para uso operacional e regular de *Space Weather*.”, para a regular “difusão de informação às Forças Armadas” (*op. cit.*).

A análise dos vetores de desenvolvimento²⁵ permite alicerçar a caracterização das atuais condições e determinar o conjunto de elementos essenciais com vista à implementação integrada da valência de SWx (*vide* Apêndice F), avaliando eventuais lacunas na fase de incorporação das diversas valências. Com os presentes considerandos, a componente Doutrina é analisada separadamente, sendo ainda avaliados, de forma agrupada, os conceitos Organização e Liderança, Treino e Pessoal, e Interoperabilidade e Material. Para este estudo é adotado o acrónimo DOTI para definir capacidade (Silva, 2015), impondo-se o seu enquadramento no âmbito da integração do *Space Weather* numa CME.

4.2.1.1 Doutrina

Da avaliação dos centros de SWx congêneres foi possível identificar um normativo doutrinário de qualidade, onde se destaca a doutrina NATO, expressa no AJP 3.3(B), com o

²² Memorando de Entendimento entre o Ministério da Defesa Nacional da República Portuguesa e o Ministério da Defesa do Reino de Espanha, respeitante à cooperação quanto ao intercâmbio de informações, definição de requisitos, aquisição e suporte de serviços via satélite e ativos para as comunicações via satélite, obtenção de imagens da terra a partir do Espaço, sistema de acompanhamento automático via satélite (SATAIS), vigilância e acompanhamento Espacial (SST), sistemas de navegação global via satélite (GNSS) e cooperação operacional sobre serviços e tecnologias espaciais (Despacho n.º 2388/2018, de 8 de março, 2018, p. 7137).

²³ Assegurar a participação da Defesa nos programas de SSA da ESA e UE.

²⁴ Desenvolver produtos e ferramentas de *Space Weather*.

²⁵ DOTMLPPII (Doutrina, Organização, Treino, Material, desenvolvimento de Liderança, Pessoal, Infraestruturas e Interoperabilidade).



seu Capítulo 5º a relevar a valência de SWx na condução das operações espaciais. Este documento estabelece a base doutrinária da integração das capacidades espaciais nas operações militares Aliadas (NATO, 2016, p. 5-1).

O J.P 3-14 (2020), documento da *Joint Chiefs of Staff* dos EUA, constitui um normativo igualmente relevante, dedicado a doutrinar princípios e orientação no planeamento, execução e avaliação conjunta de operações espaciais (Joint Chiefs of Staff, 2020, p. i).

Na A.1.1.2²⁶ é claramente definida a doutrina a adotar, tendo por fim, o estabelecimento de Doutrina Operacional “na perspetiva da utilização do domínio operacional do Espaço no âmbito das operações conjuntas e combinadas.” (DGRDN, 2020, p. 9).

4.2.1.2 Organização e desenvolvimento de Liderança

A EDE advoga a edificação de uma “capacidade militar do segmento Espacial de forma integrada, garantindo o comando e controlo e a gestão operacional conjuntos” (Governo de Portugal, 2021, p. 4), definindo a sua estrutura organizacional e tirando “partido das sinergias, que as valências específicas dos Ramos das Forças Armadas conferem.” (Governo de Portugal, 2021, p. 17). A base organizacional deverá recorrer aos “domínios de cooperação, incluindo com a BTID [Base Tecnológica e Industrial de Defesa], para o desenvolvimento de capacidades” (Governo de Portugal, 2021, p. 22), competindo à Divisão da Defesa na PT *Space*, estabelecer “uma estrutura de Governação simplificada, eficaz e eficiente, que articule as estruturas da Defesa Nacional com a Agência Espacial Portuguesa e os demais órgãos interministeriais relevantes.” (Governo de Portugal, 2021, p. 16). A integração SWx nas FFAA estrutura-se com o Centro de Operações SST, conforme o A.3.4.6. É neste pressuposto que a estrutura organizacional edificada deverá considerar o estabelecimento de memorandos operacionais que permitam a sinergia entre entidades, com as competências técnicas adequadas, nos Ramos militares, para a difusão interna da informação processada pelo Centro de Operações SST.

Conforme o MC 0594/2, o suporte de informação METOC inclui os efeitos SWx, sendo da responsabilidade dos centros METOC, o acompanhamento e difusão dessa informação (*North Atlantic Military Committee*, 2018, p. 3). Considerando esta atribuição funcional e técnica, impõe-se dotar a estrutura organizacional, das capacidades que

²⁶ A.1.1.2 Desenvolver uma Diretiva Operacional no domínio do Espaço.



asseguem o fluxo de informação nos Ramos, através dos serviços orgânicos com as competências técnicas adequadas (Nogueira, 2021).

A A.6.1.6²⁷ estabelece as entidades que deverão promover a reflexão sobre as necessidades de recursos humanos (qualificações e quantitativos), afetos às estruturas orgânicas militares, que permitam apoiar o modelo de gestão consagrado (DGRDN, 2020, p. Anx A-3).

4.2.1.3 Treino e Pessoal

A formação de base, consolidada com a contínua, encontra-se vertida na A.4.2.2²⁸ do Plano de Ação, com a definição de áreas prioritárias (DGRDN, 2020, p. 42). Apesar do SWx não se estruturar nessas áreas, doutrinariamente considera-se uma disciplina transversal (NATO, 2016), que deve ser incluída na literacia Espacial básica, a qual deverá ser efetuada “através da inclusão curricular nas Academias/estudos superiores Militares.” (Governo de Portugal, 2021, p. 17).

A nível nacional, não foram identificados cursos de formação sobre SWx, com objetivos operacionais, enquadrados para uma audiência-alvo militar.

No âmbito do domínio Espacial, a NATO possui estruturas de formação, através da NATO *School Oberammergau* (NSO) (NATO School Oberammergau, 2020), disponibilizando os cursos:

1. N3-01, “*Introduction to Space Support to NATO Operations*” com objetivos latos, e não específicos na disciplina de SWx;
2. M3-05, “*NATO METOC Orientation Course*” inclui no seu currículo, um módulo na componente de SWx, numa abordagem generalista.

O MILSWx procedeu ao levantamento de cursos de formação disponíveis, com cariz mais específico (*vide* Anexo B). assim como à definição de três níveis de especialização de pessoal, no âmbito de operações espaciais:

- a) *Space Weather Expert* (especialista);
- b) *Space Weather Advisor* (orientador);
- c) *Space Weather Interpreter* (intérprete).

²⁷ A.6.1.6 - Definir o modelo de gestão, e estabelecer perfis, para apoiar a identificação dos Recursos Humanos necessários às estruturas orgânicas para o domínio do Espaço.

²⁸ Considerar a formação de especialistas associados ao domínio espacial, nas áreas das comunicações, informação geoespacial e sistemas de informação.



Os detalhes dos referidos níveis encontram-se no Anexo A, especificando a sua definição funcional, tarefas e competências genéricas, assim como os cursos frequentados para a atribuição do nível de especialização.

O *Ejército del Aire* desenvolveu o programa do curso “*Introduction to Space Operations*” (Spanish Air Force General Director PF Education, 2020), dedicado aos militares espanhóis, com o objetivo de prover formação teórica básica em:

1. Operações no domínio Espacial;
2. Leis e regulamentos enquadrantes;
3. Capacidades, organização e operações das Forças Armadas.

Destaca-se neste curso, a integração de SWx na componente de formação básica que é fornecida aos seus militares, numa perspetiva de os dotar de uma visão, embora abrangente, sobre a relevância desta valência na condução de operações militares.

Para a concretização do A.4.2.1.²⁹, a formação e níveis de especialização nacionais deverão estar alinhados com o supramencionado, permitindo elevados níveis de interoperabilidade.

4.2.1.4 Interoperabilidade e Material

No conjunto de ações desenvolvido pela NATO, destacam-se os trabalhos do MILSWx na uniformização e harmonização de procedimentos das diferentes nacionalidades, decorrendo ainda trabalhos, no sentido da definição de novos DPS. É nesta abordagem integrada que as ações dos diversos atores na edificação da CME nacional se deverão pautar. Estas deverão encontrar-se alinhadas com as diversas plataformas informáticas de C2 da NATO, promovendo a interoperacionalidade, constituindo-se como critério essencial para integração nas suas operações militares. Concorre igualmente para esse alinhamento, a participação em exercícios internacionais, com a integração do SWx, para a promoção da interoperacionalidade semântica e sintática³⁰.

No atinente a Material³¹, considera-se que Portugal possui um projeto ambicioso para a sua projeção no Espaço, destacando-se as diversas plataformas nos três segmentos espaciais, constituindo o conhecimento das condições de SWx, um fator determinante para a liberdade de ação nacional na utilização dessas plataformas. Destaca-se, ainda, a relevância

²⁹ A.4.2.1. Integrar militares nos Centros Espaciais de países UE e NATO.

³⁰ Com a interoperabilidade semântica, os DPS são trocados entre dois ou mais intervenientes, e igualmente compreendidos por cada um. A interoperabilidade sintática permite que dois ou mais intervenientes comuniquem e troquem DPS, pese embora, a interface e as linguagens sejam diferentes. (Jauregui, 2019)

³¹ “*The items used to equip, maintain and support military forces in their activities. Note: Materiel includes software, but excludes real estate, installations and utilities.*” (NSO, 2020, p. 81).



da Constelação Atlântica, a edificação do AIR *Centre*, a implantação do Porto Espacial de Santa Maria e o Centro de Operações SST como fundamentais para prover as capacidades militares, no território nacional, de sua responsabilidade, e nos territórios de operação das FND, em plataformas nos três segmentos, que assegurem suporte operacional às FFAA. As fontes de financiamento que sustentam tal desígnio foram identificadas pelo Presidente do GT-PRESDEF, considerando que o Plano de Recuperação e Resiliência, através da Agenda Mobilizadora do Espaço, poderá contribuir decisivamente para a projeção nesta área.

O normativo doutrinário NATO estrutura a disponibilização de DPS de SWx pelos órgãos METOC, devidamente enquadrados na doutrina, treino, táticas e procedimentos correspondente, devendo estes estar representados e alinhados nos diversos fora de coordenação.

4.2.2 Síntese conclusiva

A CME, preconizada no Plano de Ação, estrutura-se alinhada na doutrina NATO, em particular no AJP 3.3(B) (2016), no seu Capítulo 5º, podendo, supletivamente, recorrer ao J-P 3.14 (2020). A sua implementação sustenta-se nos trabalhos de coordenação da PT *Space* nos diversos vetores sociais, económicos, militares e académicos contribuintes, identificados e integrados no processo de planificação e execução do Plano de Ação. Impõem-se sinergias com diferentes entidades, incluindo o CITEUC, o NATO MGEOMETOC COE e os demais organismos internacionais descritos ao longo do subcapítulo 4.1, numa abordagem de curto prazo, com o objetivo de colaborar no processo de integração do SWx na CME, coordenado pela Divisão de Defesa na PT *Space*.

Foi efetuada a identificação dos meios, formas e fins da EDE, detalhada nos OE, OOP e Ações do Plano de Ação, permitindo reconhecer um conjunto de vetores que permitem considerar a inclusão do segmento SWx numa futura CME, de forma sustentada, não só com suporte de entidades internacionais, como também nas sinergias estabelecidas a nível nacional.

Após a análise dos vetores de desenvolvimento DOTI do SWx, enquanto capacidade concorrente para a edificação de uma CME nacional, destaca-se o fato de existir um conjunto de referências internacionais identificadas que permitem uma base de sustentação robusta nas atividades de recolha, não só de requisitos, como também de enquadramento doutrinário e técnicas. De acordo com o presidente do GT-PRESDEF (*vide* Apêndice A), “Está prevista a comissão de 5 militares dos Ramos na Divisão de Defesa na PT *Space*, após colocação no EGMFA (3) e na DGRDN (2), o que poderá contribuir para potenciar o desenvolvimento de



competências na Defesa, assim como o processo de implementação do Plano de Ação.”. De acordo com a análise de conteúdo (Apêndice C), o diretor do NATO MGEOMETOC COE destaca que “(...) enquanto Nação-Quadro, Portugal encontra-se em posição privilegiada para influenciar o Comité Diretivo com vista à participação do MGEOMETOC COE em atividades e projetos em *Space Weather* que possam contribuir para a edificação de uma capacidade militar Espacial.”.

4.3 Linhas orientadoras na edificação da capacidade de *Space Weather*

Atendendo aos pressupostos políticos, doutrinários, organizacionais e técnicos considerados ao longo da presente investigação, impõe-se a resposta à QC proposta, alinhado com as conclusões decorrentes das respostas obtidas da QD1 e QD2, , assim como da respetiva análise das entrevistas realizadas.

O contributo do SWx, enquanto disciplina transversal na edificação de uma CME, reveste-se de uma grande complexidade, especialmente técnica, impondo-se o ajuste às necessidades operacionais das audiências-alvo militares. Esta fase detém especial relevância, com o estabelecimento do conjunto de requisitos operacionais dos quais decorrerá a clarificação de DPS e de processos necessários, assim como permitirá estabelecer sinergias entre os diferentes intervenientes.

De acordo com Nogueira (2021), de uma forma geral, “Existe ainda um trabalho a desenvolver que passa por identificar, dentro de cada um dos Ramos, as áreas que ficarão com competências no que concerne ao uso e exploração do Espaço, devendo ser criados os respetivos modelos organizacionais e competências associadas.” (Nogueira, 2021, p. 31), incluindo-se o segmento SWx nesse processo. Impõe-se assim, a construção conceptual de um roteiro, com base numa visão holística, com a materialização de uma modalidade de ação, com a clarificação dos intervenientes, DPS e bases estatutárias de integração entre os *stakeholders*, assim como entendimentos orgânicos, com uma visão conjunta. A Divisão de Defesa deverá “Intensificar a cooperação nacional e internacional, através da participação em fóruns projetos ou programas espaciais, contribuindo de forma combinada, cooperativa e sinérgica para o acesso ao domínio do Espaço” (Governo de Portugal, 2021, p. 19), destacando-se o NATO MGEOMETOC COE, o Centro de Operações SST e os Ramos militares. Face a estes considerandos, deverá ser garantida a coerência e integração de entendimentos institucionais, congregados e acompanhados pelos GDC e CM do PRESDEF. Com estas entidades, e com as sinergias por eles estabelecidas, a nível nacional e internacional, considera-se pertinente, face ao exposto na presente investigação, a proposta



de Linhas Orientadoras (LO), assim como a sua extensão no tempo (propõe-se a extensão de dois anos), como patente na Figura 8.

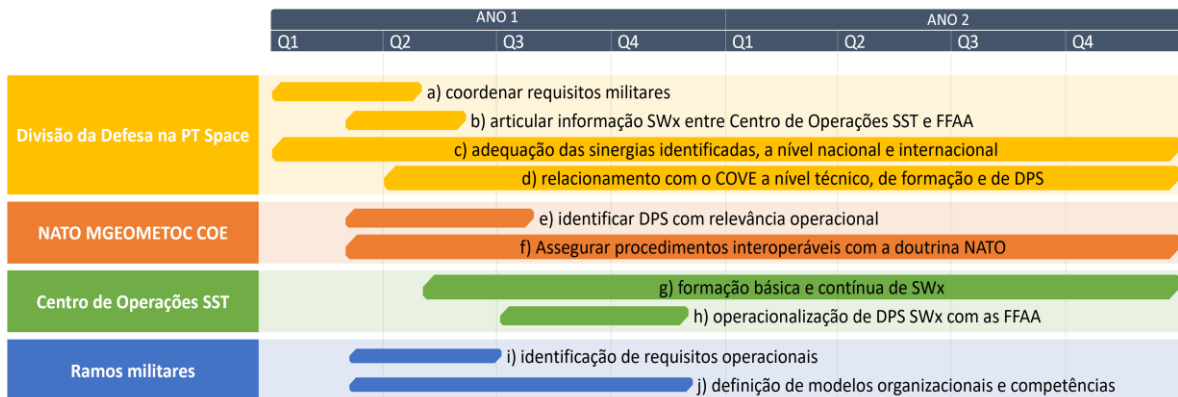


Figura 8 - Proposta de Linhas Orientadoras de ação na edificação da capacidade de SWx

Fonte: Autor (2022)

Impõe-se ainda detalhar, sucintamente, cada uma das LO propostas:

- Coordenar as necessidades dos Ramos no domínio Espacial, atendendo às plataformas atuais e a aquisição de novas, cuja ação tenha dependência das condições de SWx;
- Concorre as LO h) e j) para esta LO, impondo-se a clarificação dos meios técnicos e procedimentos, assim como a identificação de DPS, propostos na LO e);
- Estabelecer protocolos de entendimento com a ESA, NATO, COVE e CITEUC, de acordo com as necessidades de formação, de DPS e treino;
- Estabelecer memorando funcional e operacional com o COVE, por forma a detalhar a operacionalização do memorando de entendimento entre os dois MDN, aprovado pelo MDN através do Despacho n.º 2388/2018, de 8 de março;
- Apoiar, após solicitação, a clarificação de procedimentos e um catálogo de DPS, estruturados nas boas práticas congéneres e da NATO;
- Apoiar, após solicitação, um representante nacional no MILSWx, a nomear, para que sejam acompanhados os trabalhos desse painel técnico, promovendo a interoperabilidade com a Aliança;
- Avaliar a pertinência do conjunto de formação patente no Quadro 2 (*vide* Anexo B) e assegurar a formação aos níveis de especialização nos Ramos e no Centro de Operações SST;
- Estabelecer procedimentos para a eficiente divulgação de informação SWx;
- Identificar necessidades de informação SWx nas diversas plataformas;



- j) Apropriar o respetivo Ramo com o modelo organizacional de difusão SWx adequado às necessidades.



5. Conclusões

“Sendo os meios escassos, face às necessidades, é essencial que os desenvolvimentos de capacidades neste domínio sejam feitos da forma mais integrada, não só ao nível das FFAA, mas também de outras entidades envolvidas, dentro e fora do âmbito da Defesa, para que se sejam aproveitados todos os recursos disponíveis e se potenciem sinergias.”

Major-General Jorge Côrte-Real Andrade³², 7 de janeiro de 2022

Decorrente dos mais diversos compromissos assumidos no enquadramento de alianças e organismos nos quais Portugal participa de forma ativa, tanto em áreas de responsabilidade como de interesse, impõe-se o conhecimento e utilização com liberdade de ação no domínio Espacial, como fator fundamental para a condução das operações militares. Tal relevância materializa-se na disponibilização de capacidades no domínio Espacial, com equipamentos e sistemas tecnologicamente evoluídos com efeito multiplicador das suas capacidades, conforme, ~~em~~ superiormente, determinado no CEDN. Para este ~~tal~~ desiderato nacional, concorre a valência de *Space Weather*, encontrando-se enquadrada na Estratégia Defesa para o Espaço (numa Visão até 2030) e no respetivo do Plano de Ação. Esta valência encontra-se em avançada fase de integração em centros espaciais internacionais, dos quais se torna necessário considerar as boas práticas adquiridas, no âmbito de uma Capacidade Militar Espacial Nacional.

A metodologia orientadora desta investigação caracterizou-se pela utilização do raciocínio indutivo, sustentado numa abordagem qualitativa. Foi efetuada uma extensa pesquisa documental conjugada com os contributos de ilustres participantes, através de entrevistas, que permitiram a consolidação dos conceitos e sua integração. O seu tratamento foi efetuado com recurso à análise de conteúdo, o que permitiu cumprir, de forma mais abrangente, o OG da investigação e dar resposta à QC, onde foram integrados dois OE, concretizando-se em duas QD.

A análise dos processos e modelos operacionais internacionais, de fornecimento de informação de SWx, circunscreveu a resposta à QD1, “Que modelos de *Space Weather* de referência internacionais poderão contribuir nas modalidades de ação nacionais a analisar?”, permitindo alcançar o OE1, “Caracterizar as capacidades *Space Weather* e componentes associadas desenvolvidas internacionalmente”.

³² Subdiretor-Geral da Direção Geral de Recursos da Defesa Nacional e Presidente do GT-PRESDEF.



Considerando as entidades referidas na análise que sustentou a resposta à QD1, destaca-se um conjunto de entidades internacionais, com elevados graus de maturidade na conceptualização e operacionalização no âmbito do SWx, dos quais é recomendada a análise de boas práticas, as quais irão alicerçar a reflexão na edificação nacional de uma CME.

Identificaram-se um conjunto de organismos nacionais e multinacionais com abordagens diferenciadas ao domínio Espacial, selecionados, primariamente, de acordo com o nível de maturidade nesse domínio. Deste modo, foram analisados consórcios multinacionais de suporte de SWx a nível global e regional, a abordagem da NATO, a UE e a ESA e congéneres internacionais (EUA e Espanha).

Analisou-se a estrutura de disponibilização de serviços de SWx, por parte de parcerias multinacionais, a diferentes entidades, nomeadamente, à ICAO. Da sua investigação, decorreu que o seu nível elevado de interoperabilidade se destaca como referência incontornável, devendo ser considerados na realidade nacional.

A NATO estrutura a sua ação no domínio Espacial com a integração dos contributos das Nações Aliadas, tendo iniciado a sua operação recentemente, com a edificação do NATO *Space Centre*, dispondo ainda de diversas valências no seu pilar transformacional, cujas atividades se impõe acompanhar.

A UE e a ESA possuem estratégias e programas estabelecidos, harmonizando os esforços dos seus Estados-Membros para a sua prossecução. Portugal, como ativo participante nestas duas organizações, pauta a sua EDE e respetivo Plano de Ação, respeitando os desafios colocados, alinhando o seu ciclo de planeamento com ambas as instituições.

Identificou-se que os EUA possuem uma infraestrutura sedimentada nos três segmentos espaciais, constituindo uma referência técnica basilar a nível mundial. Por outro lado, possui um Ramo militar dedicado ao Espaço, a USSF, sendo suportado, na vertente de SWx, por uma entidade civil (NOAA/SPWC), em estreita cooperação com órgãos militares METOC que disponibilizam DPS SWx, assente em normativos doutrinários próprios, identificados e analisados ao longo da presente investigação.

Espanha possui uma projeção recente e de menor escala, tendo já constituído um centro de operações de vigilância espacial com o qual se recomenda estabelecer relacionamentos bilaterais, sustentado no memorando de entendimento entre os MDN nacional e espanhol, no âmbito do domínio Espacial.



Decorreu que, de acordo com os modelos analisados, se observa um ambiente conjunto do uso dos DPS de SWx, estando a sua difusão pelas entidades-alvo na responsabilidade de um Ramo militar. Por outro lado, a sua aquisição, processamento e difusão geral, é efetuada por entidades civis nacionais e internacionais criadas para o efeito. No âmbito NATO, a sua interpretação é efetuada por militares com diversos níveis de formação específica em SWx, estando e integrada na fase de planeamento e execução aos diversos níveis de tomada de decisão.

No cumprimento do OE2, “Analisar o modelo de desenvolvimento de capacidade de *Space Weather* nas FFAA”, procurou-se uma resposta estruturada à QD2: “De que forma poderá ser desenvolvida a capacidade de *Space Weather* nas FFAA?”, como definido na EDE, consubstanciando no Plano de Ação.

A resposta à QD2 assenta, em grande medida, no intenso trabalho desenvolvido pelo GT-PRESDEF e, pelo acompanhamento dos trabalhos pelo MC-PRESDEF na elaboração e acompanhamento da implementação, respetivamente, da EDE e o Plano de Ação.

A edificação da CME reveste-se de grande complexidade nos seus vetores de desenvolvimento, encontrando-se sustentada numa estrutura de Governação, embora complexa e ampla, que integra os diversos vetores do poder nacional, civis, militares, indústria e comunidade científica.

A EDE identifica a dependência das operações militares e da sociedade civil na tecnologia Espacial, cujo ambiente se encontra crescentemente congestionado, contestado e competitivo. Os aspetos estruturais e operacionais da EDE, induzidos nas interações com as FFAA, estão vinculados, essencialmente, nos documentos produzidos pelo GT-PRESDEF, e acompanhados, na sua implementação, pelo MC-PRESDEF. O GT-PRESDEF, como grupo interministerial e disciplinar, tem vindo a promover a consolidação e harmonização de uma visão integrada e estruturada para a utilização do domínio Espacial.

A estruturação nacional nos três segmentos de capacidade Espacial (Espaço, *Link* e Solo) permitirá contribuir, de forma decisiva, para a liberdade de ação e soberania nacional, no âmbito da utilização do Espaço, permitindo contribuir para os diversos segmentos das operações espaciais nos diversos fora Aliados e Multinacionais (EU, ESA, NATO).

Consubstanciado na perspetiva organizacional indicada no Plano de Ação, a QD2 surgiu alavancada e enquadrada através da integração do segmento SWx na edificação de uma futura CME, tal como preconizado nas A.3.4.5. e A.3.4.6. do respetivo documento.



Foram analisados os vetores da integração de SWx, numa CME nacional de forma agrupada, adotando o acrónimo DOTI, pelos conceitos de Doutrina, Organização e Liderança, Treino e Pessoal e, Interoperabilidade e Material. Decorreu desta análise que a integração da disciplina de SWx numa CME nacional estão sustentadas atualmente:

1. Conjunto de normativos doutrinários (NATO e EUA), tanto operacionais como técnicos, atualizados e em permanente revisão;
2. Organização e Liderança estruturadas internacionalmente, constituindo igualmente referências para a futura CME;
3. Conjunto de formações, tanto iniciais como contínuas, que apoiam os demais órgãos referidos ao longo do trabalho;
4. Exercícios com integração de SWx aos diversos níveis de decisão e nas diferentes fases;
5. Interoperabilidade estruturada na participação nos diversos fóruns internacionais (ESA, UE, NATO, CPLP);
6. Posicionamento, no médio termo, com capacidades Espaciais nos três segmentos (Espaço, *Link* e Solo), com a operação de:
 - a. Constelação Atlântica;
 - b. Centro de Operações SST; e
 - c. Porto Espacial de Santa Maria.

Posicionam-se, assim, um conjunto de entidades, cuja ação integrada contribuirá para a edificação do SWx enquanto capacidade militar nacional, onde se destaca o papel focal da Divisão de Defesa na PT *Space*, o Centro de Operações SST, os Ramos militares e o NATO MGEOMETOC COE. Foram identificadas as respetivas capacidades que concorrem, de forma harmoniosa e estruturada, para a integração do SWx na CME nacional, ~~estruturada~~ através de entendimentos institucionais, congregados e acompanhados pelos GDC e CM do PRESDEF. Propõe-se ~~Propõe-se~~, por fim, uma modalidade de ação composta pela integração de Linhas Orientadoras atribuídas a cada um dos atores identificados que poderão contribuir, de forma decisiva, coerente e integrada, para o ~~objetivo expresso no~~ OG, “Analisar a modalidade de ação para a integração de *Space Weather* como capacidade nas FFAA, sustentado na Estratégia da Defesa Nacional para o Espaço”.

A limitação principal desta investigação decorreu da contemporaneidade, no que diz respeito à ~~em~~ aprovação da EDE, que viria a ser promulgada ministerialmente, no final de



2021. O aporte de informação privilegiada, durante o desenrolar dos trabalhos, permitiu mitigar, em grande medida, detalhes essenciais numa visão mais esclarecida, para o estudo.

No atinente a futuros estudos, deverá proceder-se a uma análise aprofundada, que incida na promulgação de memorandos de entendimento com entidades internacionais na provisão de serviços de SWx. Supletivamente, propõe-se efetuar-se, no âmbito do Plano de Ação traçado, o estabelecimento de um modelo detalhado de provisão de informação SWx, configurando-se relevante a análise das necessidades operacionais, de cada um dos Ramos das FFAA, com a identificação de informação determinante. Torna-se, assim, de capital importância, que os Comandantes operacionais e táticos sejam enquadrados da importância do conhecimento dos efeitos da utilização do domínio Espacial, e em particular do SWx, no desenrolar das missões (NATO, 2016, p. 5-8). Constituindo uma nova área operacional nas FFAA, torna-se fundamental desenvolver um estudo aprofundado sobre modelos de formação e especialização na área Espacial, nos quadros de cooperação nacional e internacional, atendendo aos objetivos operacionais identificados.

Recomenda-se, no âmbito da implementação do Plano de Ação, com o propósito de promover uma visão ampla sobre o SWx, atendendo à sua relevância e necessidade, que o teor da análise efetuada no presente estudo, se integre nos trabalhos do:

- CM-PRESDEF, promovendo trabalhos sectoriais para a sua incorporação, considerando os diferentes contributos dos diversos agentes especializados elencados ao longo do presente trabalho;

- GDC – PRESDEF que seja definida a contribuição funcional e técnica do Centro de Operações SST, enquanto fornecedor de DPS de SWx;

- EMGFA, tendo em vista a edificação da doutrina operacional, designadamente, o conceito de emprego, para a operacionalização do Plano de Ação.

O presente trabalho sustenta ainda as seguintes recomendações à Divisão de Defesa na PT *Space*:

- Propor a nomeação de um representante nacional no MILSWx;

- Frequência por parte de um representante nacional para apoio na sustentação técnica, operacional e interoperacional, no conjunto de fora internacionais de SWx, indicados ao longo do presente TII;

- Analisar sinergias nacionais com vista à formação inicial, nas academias, e contínua, nos fora NATO e internacionais identificados;



- Implementar a valência de *Space Weather*, com suporte no NATO MGEOMETOC COE, através de pontes com a comunidades de interesse, com vista a apoiar esta Divisão, na implementação deste domínio numa CME nacional;

- Avaliar o currículo proposto no curso “*Introduction to Space Operations*” (Spanish Air Force General Director PF Education, 2020), considerando a sua pertinência na implementação do Plano de Ação.



Referências bibliográficas

- Abelho, S. (2016). O Espaço no sector da Defesa em Portugal. *Revista de Ciências Militares*, Vol. IV, N.º 1, pp. 223-249.
- Allied Command Transformation (ACT). (2021a). *Centres of Excellence*. Obtido em 2 de novembro de 2021, de <https://www.act.nato.int/centres-of-excellence>
- Allied Command Transformation (ACT). (2021b). NIMBUS RFI. Obtido de ACT.
- Andrade, J. C. (07 de janeiro de 2022). Visão do Presidente do GT-PRESDEF sobre o domínio Espacial nacional. (T. Frias, Entrevistador) Lisboa, Portugal.
- Asociación Española de Empresas Tecnológicas de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio (TEDAE). (2019). *El Ejército del Aire crea el COVE, un Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial*. Obtido em 14 de novembro de 2020, de TEDAE: <https://www.tedae.org/es/noticias/el-ejercito-del-aire-crea-el-cove-un-centro-de-operaciones-de-vigilancia-espacial>
- Camara, R. G. (26 de outubro de 2021). Questions regarding Space Weather within COVE. (T. Frias, Entrevistador)
- Chefe de Estado-Maior General das Forças Armadas [CEMGFA]. (2019). *Revolução digital: os desafios estratégicos das tecnologias disruptivas*. Obtido em 18 de outubro de 2021, de Expresso: <https://expresso.pt/opiniaio/2019-07-18Revolucao-digital-os-desafios-estrategicos-das-tecnologias-disruptivas>
- Committee on the Peaceful Uses of Outer Space. (2017). *General Assembly (resolution 71/90)*. Obtido em 15 de dezembro de 2021, de <https://undocs.org/A/RES/71/90>.
- Costa, P. (2015). *A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas: Presente e tendências*. Lisboa: IESM.
- Despacho n.º 1768/2021, de 29 de janeiro. (2021). Criação do Comité de Monitorização do Programa Espacial da Defesa. *Diário da República*, n.º 33, Série II, de 17 de fevereiro, pp. 27-28.
- Despacho n.º 2388/2018, de 8 de março. (2018). Aprovação do Memorando de entendimento no âmbito do espaço com Espanha. *Diário da República*, 2ª Série, N.º 48, p. 7137.
- Despacho n.º 3732/2020, de 26 de março. (2020). Aprova a Criação do grupo de trabalho do Programa Espacial da Defesa. *Diário da República*, 2ª série, N.º 61, Parte C, pp. 119-120.



- Despacho n.º 68/MDN/2020, de 18 de dezembro. (2020). *Aprova a Estratégia da Defesa para o Espaço*. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.
- Despacho n.º 3732/2020, de 11 de março. (2020). Criação do grupo de trabalho do Programa Espacial da Defesa. *Diário da República, 2ª série, n.º 61, parte C*, pp. 119-120.
- Direção Geral de Recursos da Defesa Nacional (DGRDN). (2020). Plano de Ação - Desenvolvimento da Estratégia de Defesa para o Espaço (2020-2030). *Plano de Ação*.
- European Space Agency (ESA). (2020). *SSA Programme*. Obtido em 15 de novembro de 2021, de ESA SSA: https://www.esa.int/Safety_Security/SSA_Programme_overview
- Fiott, D. (2020). *The European Space sector as an enabler of EU strategic autonomy*. Obtido de https://www.iss.europa.eu/sites/default/files/EUISSFiles/EXPO_IDA%282020%29
- Governo de Portugal. (2020). *Primeiro telescópio português dedicado a operações de vigilância espacial entrou em funcionamento na ilha Terceira*. Obtido em 12 de novembro de 2021, de Governo de Portugal: <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc22/comunicacao/noticia?i=primeiro-telescopio-portugues-dedicado-a-operacoes-de-vigilancia-espacial-entrou-em-funcionamento-na-ilha-terceira>
- Governo de Portugal. (2021). *Estratégia da Defesa Nacional para o Espaço 2020|2030*. Ministério da Defesa Nacional.
- Guerra, I. (2006). *Pesquisa Qualitativa e Análise de Conteúdo. Sentidos e formas de uso*. Estoril: Principa.
- Haukka, H. (2018). *PECASUS Global Space Weather Center for aviation started its 24/7 operations*. Obtido em 6 de dezembro de 2021, de PECASUS: <https://pecasus.eu/?p=730>
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2019). DOC 10100 - Manual on Space Weather Information in Support of International Air Navigation.
- Jauregui, F. (2019). *Syntactic and Semantic Interoperability*. Obtido em 12 de dezembro de 2021, de Electrosoft: <https://www.electrosoft-inc.com/resources/syntactic-and-semantic-interoperability>
- Joint Chiefs of Staff. (2020). Joint Publication 3-14. *Space Operations*. U.S Joint Force Development.



- Jornal Oficial da União Europeia. (2014). *Jornal Oficial da União Europeia*. Obtido em 15 de outubro de 2021, de DECISÃO N. o 541/2014/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014D0541&from=EN>
- Kauristie, K. (2019). PECASUS – Space Weather services for the International Aviation Organisation. *PECASUS panel session on new Space Weather Service Provision for Aviation* (pp. 1-20). Madrid: ICAO.
- Lazarou, E. (2021). *Strategic Compass: Towards adoption*. Obtido em 8 de janeiro de 2022, de European Parliamentary Research Service (EPRS): <https://epthinktank.eu/2021/11/26/strategic-compass-towards-adoption/>
- Lei Orgânica n.º 2/2021, de 9 de agosto. (2021). Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA). *Diário da República, 1.ª série, N.º 153*.
- Martin, A. S. (2021). Outer Space: A Warfighting Domain. JAPCC.
- Martins, M. F. R. (Coord.). (2019). *Novas Guerras: Da 5.ª Geração e do Outsourcing ao Espaço*. Coleção "ARES", 32. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- MILSWx. (2021). Space Weather Definitions. Bruxelas. Obtido em 3 de janeiro de 2022
- Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères. (2021). *Defence – Establishment of the NATO space centre of excellence in Toulouse – Communiqué issued by the Ministry for the Armed Forces*. Obtido em 10 de novembro de 2021, de Defence: <https://www.diplomatie.gouv.fr/en/french-foreign-policy/security-disarmament-and-non-proliferation/news/article/defence-establishment-of-the-nato-space-centre-of-excellence-in-toulouse>
- Ministério da Defesa Nacional. (2013). *Conceito Estratégico da Defesa Nacional (Aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2013, de 5 de abril)*. Lisboa: Assembleia da República.
- Ministério da Defesa Nacional. (2021). *Novo centro de Operações SST reforça a posição geoestratégica dos Açores*. Obtido em 18 de novembro de 2021, de Ministério da Defesa Nacional: <https://www.defesa.gov.pt/pt/comunicacao/noticias/Paginas/Novo-centro-de-Operacoes-SST-reforca-a-posicao-geoestrategica-dos-Acores.aspx>
- MITRE. (2014). *Systems Engineering Guide*. Bedford. EUA. Obtido em 06 de janeiro de 2022, de Systems Engineering Handbook.: <https://www.nasa.gov/seh/index.html>



- NATO. (2019). *London Declaration Press Release*. Obtido de https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_171584.htm
- NATO Maritime Geospatial Meteorological and Oceanographic Centre of Excellence (MGEOMETOC COE). (2021). *About us*. Obtido em 25 de setembro de 2021, de MGEOMETOC COE: <https://www.mgeometoc-coe.org/>
- NATO School Oberammergau. (2020). *N3-01 Introduction to Space Support to NATO Operations*. Obtido de NSO: <https://www.natoschool.nato.int/Academics/Resident-Courses/Course-Catalogue/Course-description?ID=2>
- NATO Science and Technology Organization (STO). (2018). *Space Environment Support to NATO- Space Situational Awareness (STO-TR-SCI-229)*. STO/NATO.
- NATO Standardisation Office (NSO). (2019). *AMETOCP-3.2(A) File Naming Convention for NATO METOC Data And Product Exchange*. Bruxelas, Bélgica: NSO.
- Neves, J. L. (2021). *Contributo do Espaço para um conhecimento situacional integrado, O papel do Space Surveillance and Tracking (SST)*. Obtido em 15 de novembro de 2021, de Defesa: https://www.defesa.gov.pt/pt/pdefesa/ac/pub/Documents/Atlantic-Centre_PB_08.pdf
- Nogueira, J. R. (2021). *Estratégia da Defesa para o Espaço*. Lisboa: IUM.
- North Atlantic Military Committee. (2018). MC 0594/2. *MC Policy On Meteorological and Oceanographic (METOC) Support to Allied Forces*. Bruxelas.
- North Atlantic Treaty Organization (NATO). (2016). *AJP-3.3(B) - Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations*. Bruxelas: NSO.
- North Atlantic Treaty Organization (NATO). (2021a). *NATO*. Obtido em 25 de outubro de 2021, de NATO and Luxembourg boost Alliance Space Situational Awareness: https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_185365.htm
- Nunes, P. F. (2015). *Sociedade em Rede, Ciberespaço e Guerra de Informação - contributos* (2ª ed.). Lisboa: Instituto da Defesa Nacional.
- Nunes, P. F. (2020a). A Edificação da Capacidade de Ciberdefesa Nacional: Contributos para a Definição de uma Estratégia Militar para o Ciberespaço. *Coleção "ARES"*. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Nunes, P. F. (2020b). A edificação da capacidade de ciberdefesa nacional. Instituto Militar Universitário.



- PT Space. (2020a). *Ecosistema de Inovação Espacial em Santa Maria*. Obtido em 2 de novembro de 2021, de PT Space: <https://ptspace.pt/pt/ecossistema-de-inovacao-espacial-em-santa-maria/>
- PT Space. (2020b). *Portugal Space define grandes desafios programáticos*. Obtido de Agência Espacial Portuguesa: <https://ptspace.pt/pt/portugal-space-define-grandes-desafios-programaticos/>
- Raymond, J. W. (2021). NATO Space - International Cooperation is Key to Spacepower. *Joint Air & Space Power Conference 2021*, 217-223. JAPCC.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 30/2018, de 12 de março. (2018). *Estratégia Portugal Espaço 2030. Diário da República 1.ª Série, 50, 1255-1261*.
- Santos, L. A., & Lima, J. M. (2019). *Orientações metodológicas para elaboração de trabalhos de investigação* (2.ª ed.). Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Solar-Terrestrial Centre of Excellence (STCE). (2016). *STCE, ABout Us*. Obtido em 28 de dezembro de 2021, de STCE: <https://www.stce.be/whatSTCE.php>
- Space Weather Prediction Center (SWPC). (2009). *About Us*. Obtido em 29 de dezembro de 2021, de SWPC: <https://www.swpc.noaa.gov/>
- Space Weather Working Team (SWWT). (2015). *Space Weather Working Team: Terms of Reference*. SWWT.
- Spanish Air Force General Director PF Education. (2020). *Curriculum of the Course Introduction to Space Operations*. Sevilha, Espanha: ESCUELA DE TÉCNICAS JEFATURA DE ESTUDIOS AERONAÚTICAS.
- Tablada Centenaria Aviación. (2021). *Las Capacidades del Ejército del Aire en la vigilancia espacial*. Obtido em 21 de novembro de 2021, de Tablada: <https://www.tabladacentenariaaviacion.es/las-capacidades-del-ejercito-del-aire-en-la-vigilancia-espacial/>
- United States Space Force (USSF). (2020a). *USSF about*. Obtido de USSF About: <https://www.spaceforce.mil/About-Us/About-Space-Force/>



Anexo A – Níveis de especialização em *Space Weather*

Quadro 1 - Níveis de especialização proposta pelo MILSWx, para suporte às operações espaciais na NATO

Space Weather Role	Space Weather Expert	Space Weather Advisor	Space Weather Interpreter
Definition	A space weather professional with considerable depth of knowledge and breadth of expertise of both space weather phenomena and associated impacts. Able to construct risk assessments and forecasts, deliver briefings and provide specific system performance advice. Able to work closely across the decision making and operational community to provide expert analysis and advice. (Subject Matter Expert)	A space weather professional with depth of knowledge of space weather phenomena and an ability to relate these to potential impacts. Able to construct risk assessments and forecasts, deliver briefings and provide broad system performance advice.	Personnel able to interpret and brief space weather information provided by AN for space weather or by a space weather operations centre. Broadly relate space weather risk forecast and events to possible defence system impacts. (Space weather operations centres - NOAA SWPC, 557th WW, MOSWOC, GSSAC).
Tasks	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conduct solar and space weather phenomena analysis. 2. Run, manipulate and interpret space weather model output. 3. Construct risk assessment products and forecasts. 4. Brief space weather information either self-generated or provided by a space weather operations centre. 5. Relate space weather risk forecast and events to possible defence system impacts. 6. Fuse space weather information with knowledge of effects to communications and PNT systems utilised by defence. 7. Work closely with senior officers to enable effective risk and mitigation decisions. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conduct solar and space weather phenomena analysis. 2. Run, manipulate and interpret space weather model output. 3. Construct risk assessment products and forecasts. 4. Brief space weather information either self-generated or provided by a space weather operations centre. 5. Broadly relate space weather risk forecast and events to possible defence system impacts. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Be familiar with the outputs of space weather operations centres and know how to access them. 2. Brief space weather information provided by AN for space weather or by a space weather operations centre. 3. Broadly relate space weather risk, forecast and events to possible defence system impacts.
Competencies	<ol style="list-style-type: none"> 1. Space weather professional training. 2. Operational centre space weather experience. 3. Appropriate IT and data manipulation skills. 4. Ability to input into and run appropriate space weather models. 5. Knowledge of Space weather impacts to defence systems. 6. Skilled briefer. 7. Skilled analysis. 8. Ability to align advice to aid decision making. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Space weather professional training. 2. Operational centre space weather experience. 3. Appropriate IT and data manipulation skills. 4. Ability to input into and run appropriate models. 5. Knowledge of Space weather impacts to defence systems. 6. Skilled briefer. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Space weather interpreter training. 2. Training on space weather impacts to defence systems
Recommended Education/Course	<ol style="list-style-type: none"> 1. Advanced degree in space environment or related field or 2. Intro to Space Weather (USA) and considerable depth of knowledge and breadth of expertise in space weather phenomena and associated impacts. 3. Any national space weather course deemed similar to AN-USA course and considerable depth of knowledge and breadth of expertise in space weather phenomena and associated impacts. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intro to Space Weather (USA) or 2. Any national space weather course deemed similar to AN-USA course 	(Any) <ol style="list-style-type: none"> 1. Intro to space support to NATO Ops (NATO) 2. NMTOC (NATO) 3. NMOC (NATO) 4. Any national space weather course
	Personnel should be from specific "Space Weather METOC" cadre.	Personnel should be from specific "Space Weather METOC" cadre.	Personnel could be from METOC or Space Ops cadres with additional Space Weather training.

Fonte: Atas de trabalho MILSWx (2021).



Anexo B – Cursos de *Space Weather* identificados pelo MILSWx

Quadro 2 - Lista de cursos de *Space Weather* em centros internacionais identificados pelo MILSWx

<u>Nation</u>	<u>Course Title</u>	<u>Course Description</u>	<u>Discipline</u>	<u>Area</u>	<u>Depth of knowledge Level</u>	<u>Course Duration</u>	<u>Space Weather Duration</u>	<u>Security Clearance</u>	<u>Training Audience</u>	<u>Training Location</u>	<u>NATO Course Certification</u>
NATO	Introduction to <i>Space</i> Support to NATO Operations	The aim of this course is to provide students with foundational knowledge of the capabilities, limitations and vulnerabilities of <i>Space</i> assets including the utilization of <i>Space</i> Services and Products by Nations and NATO in crisis and operational activities.	<i>Space</i> Support to Operations (SOP)	<i>Space</i> support to Operations (SP)	2. Understand	5 Days	?	NATO SECRET	NATO Nations Only	NATO - School Oberammergau (NSO), DEU	NATO Approved
NATO	NATO METOC Tactical Operators Course	The NATO METOC Tactical Operators Course NMTOC provides mission dedicated training for METOC forecasters and observers prior to deployments to NATO theatres of operations.	Meteorology and Oceanography (MOC)	Meteorology (ME)	3. Apply	5 Days	3 h	NATO UNCLASSIFIED	NATO Nations Only	Bundeswehr Geoinformation Centre, Training and Education Centre in Fürstenfeldbruck, DEU	NATO Selected
USA	Introduction to <i>Space</i> Weather	Solar activity can adversely impact defence operations both in <i>Space</i> and on the Earth. This course is to give the student a broad understanding of the <i>Space</i> environment. An overview of <i>Space</i> physics, Earth's upper atmosphere and geomagnetic field, Sun's structure and characteristics and the interaction between the two will be presented. In addition, terrestrial and <i>Space</i> sensors that measure the magnetic field and various particles will be discussed. Various indices and their meaning will be mentioned along with <i>Space</i> weather event impacts on satellites and technological systems.	Meteorology and Oceanography (MOC)	Meteorology (ME)	3. Apply	5 Days	5 Days	NATO UNCLASSIFIED	NATO Nations Only	Offutt Air Force Base, Neb. 68113, USA	Listed
AUS	SWS <i>Space</i> Weather Seminar	Free <i>Space</i> weather seminars are presented to general public to raise awareness about <i>Space</i> weather and to Government and private businesses to help them deal with any problems that they could face due to <i>Space</i> weather events				1hr Seminar		unclas		AUS	
AUS	SWS ASAPS Course	Customised course about how to use the software ASAPS				requested course		unclas		AUS	
BEL	<i>Space</i> Weather Introductory Course	The SWIC covers the Sun, solar storms, heliosphere, ionosphere, magnetosphere, instruments and methods to observe solar activity, reading and interpreting STCE <i>Space</i> weather forecasts. This vast amount of	Meteorology and Oceanography (MOC)	Meteorology (ME)	3. Apply	3 Days	3 Days	NATO UNCLASSIFIED	NATO Nations. Other countries determined	STCE, Avenue Circulaire 3, 1180 Uccle, BEL	



Desenvolvimento da Capacidade de *Space Weather* nas Forças Armadas Portuguesas

		information is conveyed to the participants by means of interactive sessions and comprehensive educational methods such as games and quizzes. It includes a visit to the regional warning centre, the <i>Space</i> weather service centre, and other key players in <i>Space</i> weather operations. The lecture material contains extensive notes and links to support the student after the SWIC. After an online evaluation, the participants receive an examination certificate							on a case by case basis.		
NDL	Post <i>Space</i> Weather Introductory Course	The post-SWIC is only open to military students from NATO countries and focuses on operational products that can be used for briefings. It discusses both stoplight charts for impact awareness as used by different NATO members as well as customized products. As the USA are an assisting nation w.r.t. <i>Space</i> weather, the products made available by the USAF 557th Weather Wing for NATO will be discussed too. The post-SWIC is given by a <i>Space</i> weather subject matter expert. Completion will be rewarded with a certificate.	Meteorology and Oceanography (MOC)	Meteorology (ME)	3. Apply	1 Day	1 Day	NATO UNCLASSIFIED	NATO Nations Only	Kooiweg 40, Hoogerheide, NDL	
CAN	Basic <i>Space</i> Operations Course	Basic <i>Space</i> Operations Course (BSOC) is a self-enrolling, computer based course hosted on the Distance Learning Network – the DLN. It provides the basics of <i>Space</i> history, concepts and terminology associated with a wide variety of <i>Space</i> systems. The BSOC is a 40-60 hour Distance Learning course presented in an interactive, HTML (Hyper-Text Markup Language) format. Students learn the fundamentals of <i>Space</i> and its application in operations via the course’s 19 modules	<i>Space</i> Support to Operations (SOP)	<i>Space</i> Operations	2. Understand	40-60 hours (over 90 days maximum)	1.5-3 hours				

Fonte: Atas de trabalho do MILSWx (2021)

**Apêndice A — Modelo de análise**

Tema	Desenvolvimento da capacidade de <i>Space Weather</i> nas Forças Armadas Portuguesas			
Objeto	Identificar um plano de edificação para desenvolvimento da capacidade de <i>Space Weather</i> nas FFAA			
Delimitação	Espacial: Congéneres Aliadas Temporal: Entre 2013, data atual do CEDN, e 2030, data do plano Estratégia Portugal Espaço 2030; Conteúdo: Perspetiva organizacional de congéneres NATO e adaptação à realidade das FFAA.			
Objetivo Geral	Analisar a modalidade de ação para a integração de <i>Space Weather</i> como capacidade nas FFAA, sustentado na Estratégia da Defesa Nacional para o Espaço.			
Objetivos Específicos	Questão Central	Qual a modalidade de ação para a edificação da capacidade de <i>Space Weather</i> nas FFAA, tendo por base a atual Estratégia da Defesa Nacional para o Espaço?		
	Questões Derivadas	Conceitos/Variáveis	Dimensões	Técnicas de recolha de dados
OE1 Caracterizar as capacidades <i>Space Weather</i> e componentes associadas desenvolvidas internacionalmente.	QD1 Que modelos de <i>Space Weather</i> de referência internacionais poderão contribuir nas modalidades de ação nacionais a analisar?	Capacidade	- Doutrina - Organização - Treino - Material - Liderança - Pessoal - Infraestruturas - Interoperabilidade	- Análise documental - Entrevistas não estruturadas
OE2 Analisar o modelo de desenvolvimento de capacidade de <i>Space Weather</i> nas FFAA.	QD2 De que forma poderá ser desenvolvida a capacidade de <i>Space Weather</i> nas FFAA?	Capacidade	- Doutrina - Organização - Treino - Material - Liderança - Pessoal - Infraestruturas - Interoperabilidade	- Análise documental - Entrevistas não estruturadas



Apêndice B — Entrevista ao Presidente de Grupo de Trabalho PRESDEF

Data: 07 de janeiro de 2022

Hora: 1500L

Suporte: *Presencial*

Posto: Major-General

Especialidade: Engenharia

Nome: Jorge Filipe Marques Moniz Côrte-Real Andrade

Função: Presidente do GT- PRESDEF

Pergunta 1- Considerando os documentos enquadrantes nacionais no âmbito Espacial, como percebe a integração dos Ramos no processo de implementação?

Resposta 1: A Defesa alcançou, com os contributos dos Ramos, um documento estratégico e de planeamento, onde todos se reviram. Os Ramos, apesar de possuírem capacidades orgânicas, alicerçaram o Plano de Ação com requisitos, devendo concorrer para uma capacidade conjunta, agregada no EMGFA, com vista à uniformidade e coerência da ação.

A alteração do quadro legislativo, em particular a LOBOFA e a revisão da LPM, irá contribuir para a clarificação de priorização das Ações vertidas no Plano de Ação. Sendo os meios escassos, face às necessidades, é essencial que os desenvolvimentos de capacidades neste domínio sejam feitos da forma mais integrada, não só ao nível das FFAA, mas também de outras entidades envolvidas, dentro e fora do âmbito da Defesa, para que se sejam aproveitados todos os recursos disponíveis e se potenciem sinergias. Está prevista a comissão de cinco militares dos Ramos na Divisão de Defesa na PT *Space*, após colocação no EGMFA (3) e na DGRDN (2), o que poderá contribuir para potenciar o desenvolvimento de competências na Defesa, assim como o processo de implementação do Plano de Ação. A definição da governação no processo de implementação da EDE prevê a separação clara, mas interligada, entre a parte civil e parte militar, também a observar na PT *Space*.



Pergunta 2- Atendendo ao desenrolar dos trabalhos, como interpreta a implementação do Plano de Ação atualmente e sua prospetiva?

Resposta 2: Para o desenvolvimento de capacidades, será agora necessário detalhar alguns pontos do Plano de Ação, em função, quer das verbas a disponibilizar (da LPM e de outras fontes de financiamento, nacionais e internacionais), quer das oportunidades que forem identificadas para a concretização dessas capacidades (*e.g.* através de projetos colaborativos). Neste sentido, as prioridades estabelecidas no Plano, deverão ajustar-se de acordo com a canalização de verbas necessárias para fazer face às necessidades. Para este ajustamento, o EMGFA, em ligação com os Ramos, irá continuar a ter um papel central, para o qual será essencial o seu alinhamento. Neste momento, não é possível concretizar mais o Plano de Ação, porque há que identificar e garantir financiamentos, quer na LPM, quer através de outras fontes, assim como as oportunidades de desenvolvimento de capacidades que poderão responder às necessidades e requisitos estabelecidos pelas Forças Armadas. A revisão da LPM irá dar um contributo importante para a concretização do Plano, pelo que este seja um momento-chave para potenciar a acomodação orçamental ao processo de implementação.

O CM-PRESDEF ainda não reuniu para acompanhar os trabalhos, mas antecipa-se que a sua atividade se inicie em breve.

O Plano de Ação, como qualquer plano, é adaptável durante a sua implementação. A Defesa tem bem presente esta possibilidade, para qual será sempre imprescindível a colaboração e integração alinhada dos contributos de todas as entidades envolvidas, nomeadamente na procura de fontes de financiamento e de oportunidades de desenvolvimento.

-

Pergunta 3- Qual a visão do GT-PRESDEF sobre cooperações e sinergias que se considerem pertinentes para a edificação de uma capacidade militar espacial em Portugal?

Resposta 3: Há capacidades que podem ser desenvolvidas a nível nacional, enquanto outras, em forma colaborativa, assente na Estratégia, necessitando de se precisar onde há ganho, procurando colaborações (através da PT *Space*, com projetos propostos, por exemplo, no âmbito do FED, entre outras fontes de financiamento).



Vamos construir sozinhos, ou com outros parceiros? Não é no Plano de Ação que deve ser tomada essa opção, mas antes na constante procura de oportunidades e na avaliação das suas vantagens e inconvenientes. Na estratégia sim, é dada uma orientação relativamente à cooperação internacional, que é considerada um desiderato estratégico, que necessita de ser alavancada entre a Defesa, a PT *Space*, e todos os que tiverem interligados.

Consideram-se pertinentes parecerias multinacionais³³ que permitam alavancar a implementação do Plano de Ação, recolhendo as boas práticas, ou cooperar para obter contributos para as capacidades ou para as desenvolver, aproveitando as vantagens económicas, de recursos, mais-valias, e de escala. Por exemplo, há já plataformas de ancoragem de comunicações por satélite em Portugal, com sinal obtido de satélites. Através de serviços contratualizados a outros países.

As sinergias continuam a surgir, através candidaturas ao FED, havendo diversas propostas apresentadas, tendo a iniciativa de partir das empresas, e a Defesa de promover, não só a gestão de oportunidades, mas também de apoiar aquelas que mais podem contribuir para responder às necessidades da Defesa Nacional

O documento “Bússola Estratégica para Segurança e Defesa”, que será aprovado em breve ao nível da EU, onde se encontra claramente explicitado o domínio Espacial como estruturante na Defesa do Espaço Europeu.³⁴, irá potenciar a implementação do Plano de Ação.

Por outro lado, a ligação à NATO é extremamente relevante, tal como consta na EDE e no Plano de Ação, tendo em consideração que esta organização já assumiu o Espaço como um domínio operacional. De entre as diversas referências que foram utilizadas para a construção da EDE, considero a estratégia francesa para o espaço como uma das melhores.

Finalmente, destaco as boas práticas que têm sido desenvolvidas em Espanha, particularmente onde é exemplar a forma coerente e interligada que alcançaram no domínio do Espaço, entre a componente política as entidades civis, públicas e privadas, e as entidades militares (no plano conjunto e no das componentes) .

³³ OE-4 – Cooperação internacional

³⁴ “(...)the compass focuses on boosting operational capacity while outlining strategic domains – such as outer space, maritime presence, and cyberspace – to enhance EU resilience, capabilities and ties with partners. It lists concrete deliverables for the short (2022) and medium terms (2025) across the compass’s four baskets (capabilities, crisis management, resilience, partnerships).” (Lazarou, 2021)



Apêndice C — Entrevista ao Diretor do NATO MGEOMETOC COE

Data: 14 de dezembro de 2021

Hora: 1804L

Suporte: *email*

Posto: Capitão-de-Mar-e-Guerra

Especialidade: Hidrografia

Nome: Fernando Freitas Artilheiro

Função: Diretor do NATO MGEOMETOC COE

Pergunta 1: Constituindo Portugal uma Nação-Quadro do NATO MGEOMETOC COE, como percebe o contributo do centro, no âmbito Espacial nacional?

Resposta 1: A NATO identificou o Espaço como um domínio operacional em 2019, nesse âmbito torna-se necessário um maior envolvimento e a abordagem coordenada com os outros domínios operacionais.

O MGEOMETOC COE é uma entidade vocacionada para a transformação da NATO na área ambiental no domínio marítimo (espaço imerso, superfície e espaço aéreo), nos pilares de desenvolvimento de conceitos e experimentação, doutrina e padronização, formação e treino, e análise e lições aprendidas.

As atividades e projetos do MGEOMETOC COE seguem as orientações do Comité Diretivo onde a Nação-Quadro e restantes Nações Patrocinadoras se encontram representadas.

Embora o COE seja acreditado pela NATO, não integra a estrutura da NATO. A sua autonomia e flexibilidade potencia o seu relacionamento com entidades não NATO como a indústria, centros de investigação e universidades, essenciais para a adoção de soluções inovadoras. Assim, identifica-se, em particular, a oportunidade de colaboração do MGEOMETOC COE com entidades da Nação-Quadro, nomeadamente no âmbito Espacial na especificidade e valências do COE, seguindo o enquadramento anteriormente referido.

Pergunta 2: Considerando que o NATO MGEOMETOC COE possui uma área de estudos no âmbito de *Space Weather*, qual a visão do COE sobre cooperações que se



considerem pertinentes para a edificação de uma capacidade militar Espacial em Portugal?

Resposta 2: O *Space Weather* constitui uma componente da física do Espaço, contemplando a variação das condições no sistema solar com o tempo, nomeadamente atividade solar e vento solar. Esta componente é relevante para a transformação da NATO quer no domínio do Espaço, quer nos outros domínios operacionais que são influenciados pela variação temporal das condições no sistema solar.

O MGEOMETOC COE oferece o desenvolvimento desta componente como contributo para a NATO e para as suas Nações Patrocinadoras (NP), onde se inclui também Portugal. Porém, enquanto Nação-Quadro, Portugal encontra-se em posição privilegiada para influenciar o Comité Diretivo com vista à participação do MGEOMETOC COE em atividades e projetos em *Space Weather* que possam contribuir para a edificação de uma capacidade militar Espacial, com interesse para as NP e para a NATO. O COE atua de acordo com o programa de trabalho aprovado pelas NP, sendo obviamente prioritária a cooperação com as NP, com uma visão abrangente para a geração de benefícios mútuos.



Apêndice D — Entrevista ao Diretor do *Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial*

Data: 26 de outubro de 2021

Hora: 1201L

Suporte: *e-mail*

Posto: Major

Especialidade: Não disponível

Nome: Rafael Gonzalez Camara

Função: Comandante do Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial

Pergunta 1: How was *Space Weather* considered in the IOC?

Resposta 1: Capability for issuing *Space Weather* Reports (forecasts) was one of the requirements to declare IOC.

Pergunta 2: Do you have personnel with specific formation in *Space Weather*? If yes, what does their formation consists of?

Resposta 2: Not yet (because of COVID). We were invited to take part in a SpWX course in USA (Offut AFB) and waiting for a similar invitation in the Netherlands. Both were cancelled. In the national side, we've participated in some seminars on SpWX organized by University of Alcalá de Henares (SMEs for SpWX within the Spanish scientific community).

Pergunta 3: What set of providers of *Space Weather* products and services are in use in the center?

Resposta 3: NOAA, UK METOC Agency and EU SWE portal.

Pergunta 4: Do you have a *Space Weather* department or is it a matter to be considered in the future?

Resposta 4: We have not a “dedicated” department; SpWX tasks are part of the *Space OPS* Section of COVE.



Apêndice E — Entrevista ao STCE

Data: 09 de novembro de 2021

Hora: 0707L

Suporte: E-mail

Posto: Técnica Superior

Especialidade: *Space Weather*

Nome: Petra Vanlommel

Função: Operacional e instrutora de *Space Weather*

Pergunta 1: Does STCE support the military community? If yes, in which vectors (products and services) does it do?

Resposta 1: The courses offered in the frame of the *Space Weather* Education Center (SWEC) of the STCE are accessible for all: civilians and military.

The STCE *Space Weather* Services and bulletins listed in <http://www.sidc.be> are freely accessible. Registration is free and for all.

The information on the STCE website (<https://www.stce.be>) is also freely accessible for all.

Pergunta 2: Which steps do you foresee on SWx scope regarding the military, in the next 5-10 years?

Resposta 2: NATO countries can participate in our SWx courses of SWEC. We collaborate strongly with mil.be and mil.nl. This collaboration can be extended subject to mutual benefit.

Pergunta 3: Does STCE provides SWx courses to military community? If yes, does it have some particularities?

Resposta 3: See question 2. Particular content of the courses can be requested.

Pergunta 4: Which major steps do you foresee in SWx general scope in next 5-10 years?

- a. Products and services;
- b. Satellite launch;
- c. ICAO and aviation needs;
- d. Emerging regional centers.



Resposta 4:

- a) We continuously work on extending and improving our products or services. This is research and community driven.
- b) We offer SWx services for satellite launches, on request.
- c) The ICAO services provided through PECASUS will be evaluated at the end of the period of 3 years which ends in November 2022.

The STCE/SWEC will offer dedicated courses on SWx impact on aviation with a focus on GNSS, HF com and radiation at flight level.

- d) Operators or employees of new regional centers are welcome to follow training at SWEC.

It is not within the scope of the STCE to take decisions about emerging regional centers.



Apêndice F — Desenvolvimento da Capacidade Militar Espacial nacional

A estrutura PRESDEF compreende:

1. Estruturas Temporárias:
 - 1.1 Comité de Monitorização da implementação do PRESDEF (CM-PRESDEF);
 - 1.2 Grupo de Desenvolvimento de Capacidades do PRESDEF.
2. DGRDN;
3. EMGFA e Ramos;
4. Divisão da Defesa (DD), na Agência Espacial Portuguesa.

As estruturas temporárias (CM-PRESDEF e GDC-PRESDEF) são responsáveis pela execução, avaliação e controlo do Plano de Ação, promovendo a sua atualização periódica de acordo com as diretivas superiormente definidas, nomeadamente a CME.

Assim, os vetores de desenvolvimento de uma capacidade³⁵ consistem num conjunto de elementos e componentes, atendendo ao “espaço para a criação de planos sectoriais/específicos (...) que concorrem para a implementação da capacidade que se pretende edificar.” (Nunes, 2020b, p. 38). A edificação de capacidade resulta no culminar de um processo holístico, com a identificação das interligações e dependências (horizontais) e influências (verticais) (Nunes, 2020a). A análise horizontal permite “preencher/compensar uma lacuna, atuando apenas no mesmo domínio ou, em alternativa, numa ou mais áreas associadas a outros vetores de desenvolvimento de capacidade.” (Nunes, 2020a, p. 46). A visão matricial (Figura 9), mostra o impacto vertical (de influência) das alterações de lacunas identificadas, permitindo uma “gestão agregada de forma mais eficiente e eficaz” (Nunes, 2020a, p. 46)

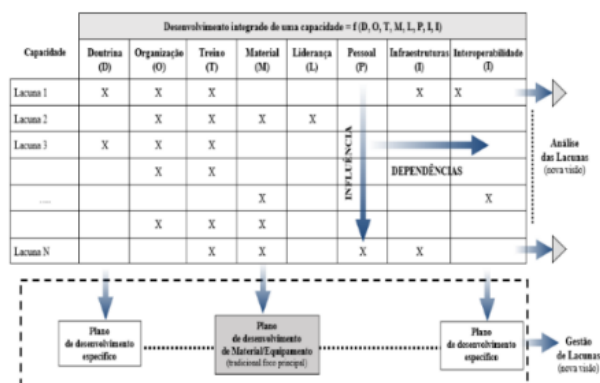


Figura 9 - Desenvolvimento integrado de uma capacidade

Fonte: (Nunes, 2015)

³⁵ “aptidão de criar um efeito por meio do emprego de um conjunto integrado de aspetos categorizados como doutrina, organização, treino, material, desenvolvimento de liderança, pessoal, instalações e interoperabilidade” (NSO, 2016, p. 23)