

ATLANTIC — CENTRE —

POLICY BRIEF ISSUE 08 | FEBRUARY | 2021

Contributo do Espaço para um conhecimento situacional integrado O papel do *Space Surveillance and Tracking (SST)*

João Luís Reis Fidalgo Neves¹

INTRODUÇÃO

Não obstante a corrida ao Espaço ter tido o seu grande desenvolvimento em meados do século XX, o facto é que desde sempre tem fascinado o Homem e, na verdade, tem sido usado de forma persistente e consistente desde há séculos a esta parte.

A astronomia náutica teve os seus grandes desenvolvimentos nos séculos XIII, XIV e XV, muito motivada pelos marinheiros portugueses.² Esta ligação entre Espaço e Mar é, de facto, uma das ligações que mais se mantiveram ao longo do tempo e o Atlântico é o Oceano que mais os liga. A primeira travessia aérea do Atlântico Sul é disso um exemplo e, mais uma vez, o uso da navegação astronómica desempenhou um papel fundamental.

¹ FR EN-AE da Marinha Portuguesa, CINAV, Centro de Investigação Naval-Marinha.

² Souza, T. O. Marcondes, "A Astronomia Náutica na época dos Descobrimentos Marítimos - Ensaio crítico", In: Revista de História, Vol 20, Iss 41, Pp 41-63 (1960).

É neste contexto de uma histórica ligação ao Espaço, através de um vasto oceano Atlântico, que o Portugal contemporâneo necessita de continuar a olhar para o Espaço como uma oportunidade, mas, sobretudo, como uma necessidade, tanto em termos privados como nas funções mais basilares do Estado e da Defesa nacional e coletiva.

É já fora do domínio aeronáutico, onde a atmosfera escasseia ou nem existe, que se desenrolam operações e a partir de onde nos são fornecidos serviços tão mundanos que, em caso de falha (tanto em tempo como em precisão), mesmo que temporária, seria capaz de causar sérios e graves impactos na nossa sociedade atual.

Este paradigma tornou-se mais evidente com o fim da Guerra Fria, durante a qual apenas dois Estados detinham um largo espectro de capacidades espaciais eminentemente militares. Nos dias de hoje as tecnologias e as capacidades espaciais tornam-se acessíveis a Estados de pequena dimensão ou até a grandes empresas, como é o caso recente do lançamento de um foguetão por parte da empresa americana Space-X, e o desenvolvimento de tecnologia espacial de duplo-uso é recorrente (e não apenas para uso militar). Desta forma, o espaço tornou-se um ambiente onde uma grande e crescente comunidade de Estados, entidades coletivas e indivíduos dependem consideravelmente de ativos e serviços espaciais.

A par disso, o desenvolvimento de outras tecnologias, como mísseis superfície-superfície de longo alcance, que podem ser adaptados para armas antissatélite (ASAT) ou tecnologias (como é o caso dos foguetes europeus e japoneses de reabastecimento, usados para reabastecerem a Estação Espacial Internacional) que podem, pelo menos em teoria, funcionar como ASATs.

O Espaço é usado para uma enorme variedade de propósitos e muitos deles têm o potencial para produzir a perda de vidas em larga escala se uma capacidade espacial for perdida. É por isso que, assegurar uma monitorização e vigilância do

Espaço exterior, em conformidade com as leis e tratados internacionais, nomeadamente das Nações Unidas,³ não deverá ser apenas um desejo nacional, mas um desígnio.

O presente documento pretende abordar, de forma integrada, os aspetos gerais do Conhecimento Situacional e da sua aplicação ao Espaço e a relevância de dispor de uma capacidade autónoma de monitorização e vigilância enquadrado por um programa de *Space Surveillance and Tracking* (SST).

CONHECIMENTO SITUACIONAL

O conceito de Conhecimento Situacional (Situational Awareness - SA) foi identificado durante a primeira grande Guerra por Oswald Boelke que se apercebeu da importância de tomar consciência (*being aware*) do inimigo antes que ele tenha o mesmo nível de consciência do seu oponente, e definiu métodos para atingir este fim.⁴ A ideia da existência de duas realidades distintas: a percepção dos operadores sobre um sistema e o efetivo estado de um sistema, é a base da definição do conceito de SA.⁵ A ideia não recebeu muita atenção até à década de oitenta, mas desde então tem sido um tema central na investigação científica.

Não obstante as diversas teorias e abordagens, salientam-se para este ambiente duas teorias cuja aplicação se considera de especial interesse.

a) O Ciclo OODA

O ciclo OODA, de Boyd,⁶ foi apresentado pela primeira vez por volta de 1986 e é hoje em dia claramente o modelo dominante adotado em questões de C2, na área militar, e dificilmente se encontra um briefing recente nesta área sem uma

3 UNGA resolution n. 2222 (XXI). Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, RESOLUTION ADOPTED BY THE GENERAL ASSEMBLY at the 1499th plenary meeting, on 19th December 1966.

4 GILSON, R. D. (1995). Situation Awareness - Special Issue Preface. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 37(1), 3-4.
<https://doi.org/10.1518/001872095779049426>

5 WOODS, D. D. (1988). Coping with complexity: The psychology of human behaviour in complex systems. Tasks, Errors, and Mental Models, (JANUARY 1988), 128-148.

6 BOYD, J. (1995). The Essence of Winning and Losing, by John R. Boyd, (August). Retrieved from <http://www.danford.net/boyd/essence4.htm>

referência a este modelo. Este modelo integra a doutrina militar de diversos Ramos de diversas Forças Armadas, muito devido à influência de standardização da NATO. Tem-se revelado um modelo fácil de seguir, interiorizar e ter presente numa circunstância de crise. Poderia dizer-se que este é o modelo da decisão militar de militares para militares. As suas etapas são, de forma sintética as seguintes:

Observar - processo de adquirir informação sobre o ambiente ao interagir com este, através dos sentidos, ou recebendo mensagens sobre o mesmo. Recebendo *feedback* das outras três fases.

Orientar - definido pelo autor como “... *an interactive process of many-sided implicit cross-referencing projections, empathies, correlations, and rejections that is shaped by and shapes the interplay of genetic heritage, cultural tradition, previous experiences, and unfolding circumstances. ... Orientation is the schwerpunkt. It shapes the way ... we observe, the way we decide, the way we act*”

Decidir - entende-se como o processo de fazer uma escolha sobre a situação ambiental tendo em conta o resultado que poderá ter. A decisão é alinhada com as Orientações, produto da etapa anterior, e produz *feedback* para a primeira etapa, Observar.

Agir - é o processo de testar a decisão tomada interagindo com o ambiente. Esta etapa é conduzida com contributo da etapa Orientar e Decidir e produz *feedback* para a etapa Observar.

Na Figura 1 apresenta-se o esquema deste ciclo.

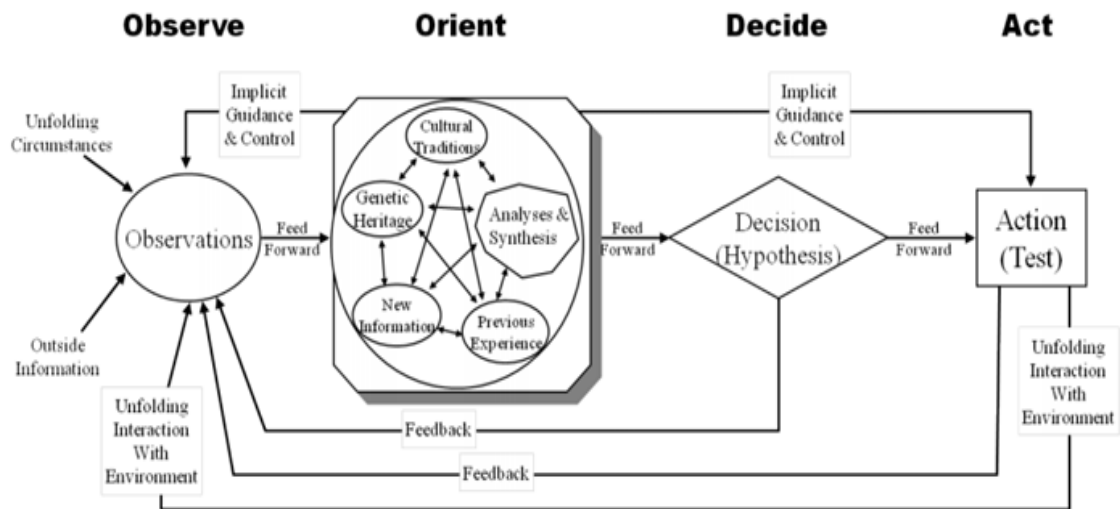


Figura 1 - Ciclo OODA, de Boyd.

Apesar da sua ampla utilização, este modelo apresenta algumas lacunas, nomeadamente por não conseguir abordar os problemas de uma forma multidimensional aparecendo como um processo sempre consequente dos anteriores e não um processo paralelo e por ser um modelo que não se adapta a dinâmicas de decisões de grupo ou conjuntas, não considerando processos como a distribuição da informação, desenvolvimento de SA partilhado, redistribuição de tarefas, autorização de decisões, delegação etc..⁷ De facto, este modelo extremamente lógico e sequencial, poderá ser incompleto para processos de decisão relacionados com o domínio do Espaço, que se cruza com os restantes domínios operacionais e com múltiplos fatores.

b) O modelo de Endsley

Endsley define sinteticamente Conhecimento Situacional (CS) como *“being aware of what is happening around you and understanding what that information means to you now and in the future.”*⁸ A conceção de “conhecimento” está fortemente ligada a que tipo de informação é relevante para determinada tarefa ou objetivo,

7 BOYD, J. (1995). The Essence of Winning and Losing, by John R. Boyd, (August). Retrieved from <http://www.danford.net/boyd/essence4.htm>

8 KEUS, H. E. (2002). A Framework for Analysis of Decision Processes in Teams. In Proceedings, CCRP Symposium, June 2002. Monterey, CA, USA.

é normalmente adotado para situações operacionais e é estudada a sua aplicabilidade em inúmeros campos.

Este conceito de CS desmonta-se em 3 níveis separados, como esquematiza a Figura 2, em que o nível seguinte depende do anterior, sendo que o primeiro nível se prende com a percepção dos elementos num determinado ambiente, o segundo está relacionado com a compreensão de situação corrente e o terceiro e último associado à projeção ou predição do panorama futuro.

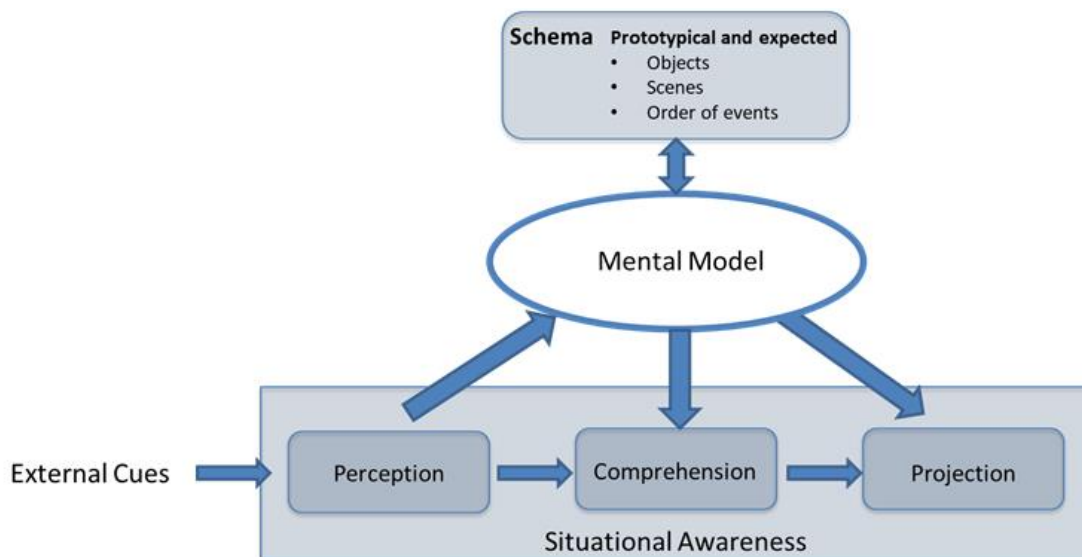


Figura 2 - Modelo Mental de Conhecimento Situacional (Adaptado de Boyd, 1995).

Um modelo mental é uma compreensão sistemática de como algo funciona e são desenvolvidos, quer para objetos físicos, como um motor, mas também para sistemas complexos como o ambiente espacial. Os modelos mentais estão assentes em conhecimento sistémico e conhecimento semântico. O conhecimento semântico é a competência de saber o quê, e, portanto, conhecer os nomes dos astros, ou os tipos de órbitas e as suas características. Mas mais relevante é o conhecimento sistémico, crítico para construir um modelo mental, que se prende com a capacidade de responder à questão Como?. Isto é, perceber como se dão as interações dentro de determinado sistema, conhecendo o seu funcionamento.

Um estudo levado a cabo em 1996⁹ mostra que é na falha de observação (nível 1) que existem mais erros no conhecimento situacional. A informação está lá, mas os indivíduos simplesmente não captam essa informação, por questões relacionadas com o afunilamento do foco ou sobrevalorização do sistema, por cor ou tamanho de outro elemento do ambiente ou o sobrevalorizar de um elemento. Conclui-se assim que grande parte dos erros podem reduzir-se investindo em melhores formas ou formas mais cuidadas de mostrar informação e, principalmente, treino em estratégias de aquisição de SA.

Ainda assim, este modelo não é isento de críticas onde, por exemplo, investigadores da área da atividade humana defendem que a abordagem de Endsley é logicamente inconsistente, na medida em que o conceito de SA é representado por uma etapa do diagrama sequencial do sistema de processamento de informação do ser-humano.

CONHECIMENTO SITUACIONAL DO ESPAÇO

Como é possível analisar do anterior capítulo, o conhecimento situacional exige uma compreensão vasta do ambiente, das interações que este tem com o que o rodeia e uma perceção da informação gerada para poder ser usada (ou reusada) da melhor forma possível.

Quando aplicado ao domínio do ambiente espacial (*space domain*), esta perceção, compreensão e atuação são encaradas de formas distintas, de acordo com o lado do Atlântico.

Do lado dos Estados Unidos (EUA), o Conhecimento Situacional do Espaço (*Space Situational Awareness – SSA*) é reconhecido como fundamental para conduzir todas funções de operações espaciais e é considerado especialmente crítico para uma condução efetiva de contraoperações espaciais.¹⁰

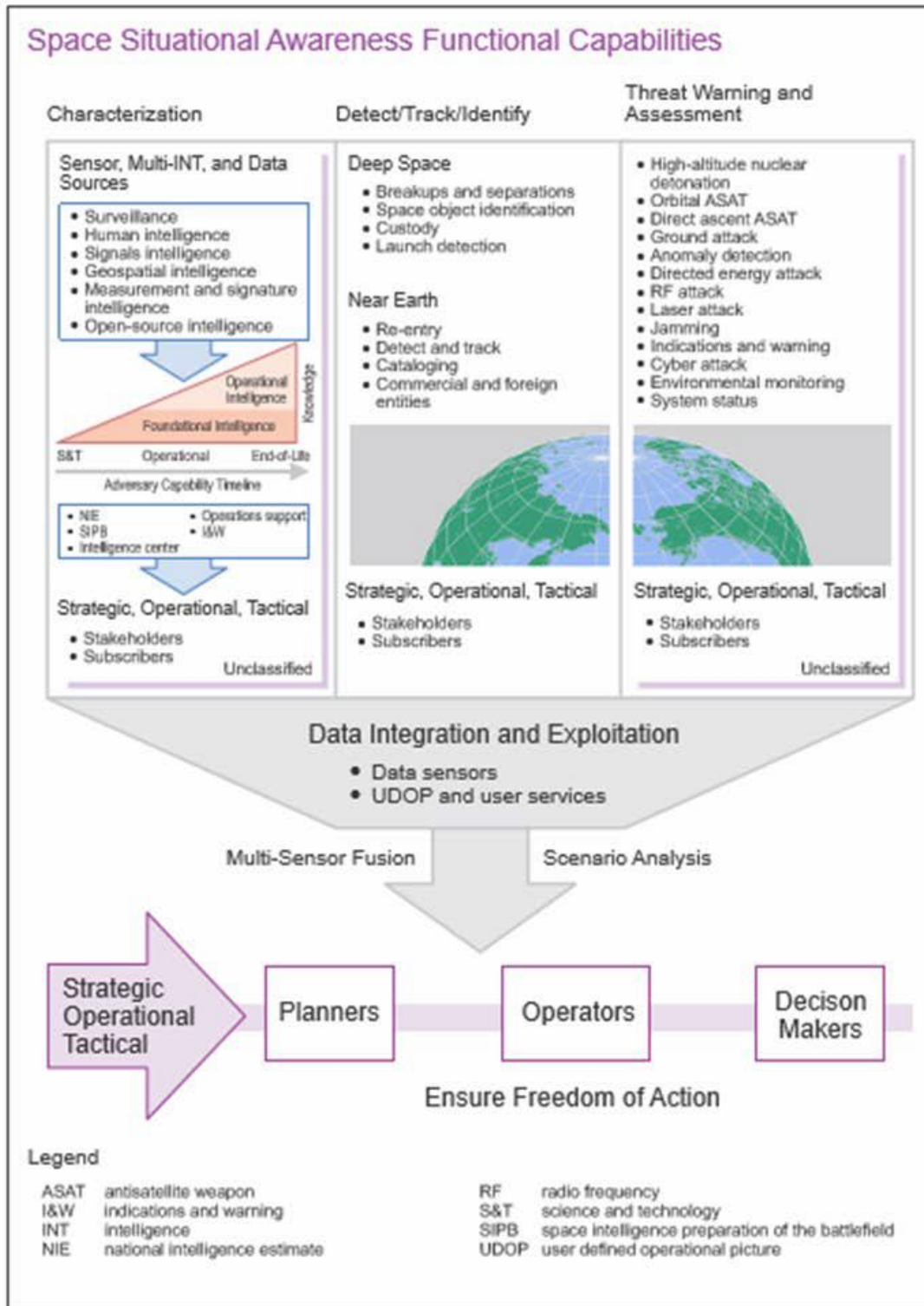
9 JONES, D. G., & ENDESLEY, M. R. (1996). Sources of situation awareness errors in aviation. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 67(6), 507–512.

10 U.S. Air Force Doctrine, Joint Publication Annex 3-14-Counterspace Operations, 27 August 2018.

O SSA é definido como um requisito fundamental para o conhecimento atual e preditivo, da caracterização de objetos espaciais e do ambiente operacional dos quais dependem as operações espaciais. Será ainda importante referir que o domínio espacial é considerado como a área acima de uma altitude em que os efeitos atmosféricos nos objetos voadores se tornam negligenciáveis. Nesta revisão doutrinária¹¹ os EUA passam a considerar as operações espaciais como conjuntas, abandonando uma abordagem clássica e descontextualizada das operações espaciais atribuídas a um Ramo único, face à necessidade de que o conhecimento situacional abranja todos os vetores de atuação. A divisão de SSA do lado dos EUA é feita em quatro capacidades funcionais, conforme se mostra na Figura 3.

11 U.S. Space Operations, Joint Publication 3-14, 10 April 2018.

Figura 3 - Capacidades funcionais do SSA nas Forças Armadas dos EUA.



De forma sucinta, estas capacidades funcionais são:

(1) Detetar, seguir e identificar, para manter um catálogo de objetos e eventos, distinguir os objetos e atribuí-los a determinados tipos ou missões. De uma forma geral, são os dados que permitem criar um panorama situacional;

(2) Aviso das ameaças e avaliação, que consiste na capacidade de diferenciar entre ataques efetivos ou potenciais, mas também a análise dos efeitos da meteorologia espacial (space weather), as anomalias dos sistemas espaciais ou o aviso atempado a forças amigas.

(3) Caracterização que é a capacidade de determinar estratégias, táticas, intenções e atividades, incluindo as características e os parâmetros operacionais de todas as capacidades espaciais (que incluem o segmento terrestre, espacial e as ligações entre eles)

(4) Integração de dados e Exploração, que se constitui como a capacidade de fundir, correlacionar e integrar os dados provenientes de diversas fontes, permitindo assim uma tomada de decisão para as operações espaciais.

Esta abordagem extremamente objetiva das operações e contraoperações espaciais não pode ser alheia ao facto de que os EUA, só por si, detêm cerca de metade dos satélites ativos em órbita.

No lado leste do Atlântico, ao nível europeu, a abordagem funcional relativamente ao SSA, tanto ao nível militar, como civil, é algo diferente. Neste caso, não pode ser alheio o facto de que o Continente Europeu se constitui como um conjunto alargado de países, de dimensão individual muito inferior aos EUA, de capacidades económicas distintas e de contextos geopolíticos diferenciados.

Assim, e não obstante as abordagens individuais adotadas pelos países com maior expressão no segmento espacial na Europa, nomeadamente França, Alemanha, Reino Unido, Itália e Espanha, torna-se relevante a referência coletiva adotada pela União Europeia que, na proposta para o Regulamento Europeu que estabelece

o programa para o Espaço¹² define o SSA como uma 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 Objects-NEO*). De realçar que as colisões, fragmentações e reentradas se enquadram numa subcomponente denominada de *Space Surveillance and Tracking* (SST), que tem como objetivos melhorar, operar e providenciar dados, informações e serviços relacionados com os objetos que orbitam a Terra. De facto, esta subcomponente do SSA é a mais relevante e a que, de uma forma generalista, se alinha mais com as capacidades funcionais dos EUA, nesta matéria.

De facto, tendo a União Europeia reconhecido a importância desta subcomponente, estabeleceu em 16 de abril de 2014 um quadro de trabalho para o apoio ao SST.¹³ Esta necessidade de criar um programa comunitário europeu deveu-se, sobretudo, ao facto de decorrerem elevados investimentos nos programas Galileo (programa de navegação por satélite para estabelecer uma referência de Posição, Navegação e Tempo autónoma na Europa, concorrendo com os sistemas GPS, dos EUA, Glonass da Rússia ou Beidou, da China) e Copernicus (programa de Observação da Terra, com uma constelação de satélites de observação da superfície com sensores óticos de radares de abertura sintética), sendo por isso fundamental assegurar e proteger esses investimentos.

Ainda do lado europeu, a atuação da Agência Espacial Europeia (ESA) em sido pioneira e orientadora das ações no setor do Espaço e, em particular, em matéria de SSA, anda que a sua regulamentação lhe proíba o desenvolvimento de tecnologias militares. De facto, a definição das subcomponentes do SSA na UE

12 Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the space programme of the Union and the European Union Agency for the Space Programme and repealing Regulations (EU) No 912/2010, (EU) No 1285/2013, (EU) No 377/2014 and 541/2014/EU, dated 13 March 2019.

13 DECISÃO N.º 541/2014/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 16 de abril de 2014 que estabelece um quadro de apoio à vigilância e ao rastreio de objetos no espaço.

(SST, *Space Weather* e NEO) têm como base a adoção dessas subcomponentes na ESA, sendo a sua aplicabilidade de duplo-uso.

Fazendo a ponte no Atlântico, a NATO veio em dezembro de 2019, finalmente, completar esta lacuna na abordagem ao Espaço, reconhecendo-o como um novo domínio operacional, dada a sua importância para a manutenção da segurança dos aliados e para o cumprimento das leis internacionais, juntamente com os restantes quatro domínios operacionais.

O facto de o Espaço passar a ter muitos mais atores, além dos que classicamente o usavam nos tempos da Guerra-Fria, o facto de que muitos desses novos atores passaram a representar uma ameaça séria à estabilidade, à segurança e à paz e o facto de que as missões de defesa coletiva dependem largamente de informações do Espaço ou através deste, foram pontos de viragem decisivos na abordagem da NATO.

SPACE SURVEILLANCE AND TRACKING (SST)

De uma forma geral, um programa de SST visa garantir uma capacidade de monitorização, caracterização e seguimento de objetos que, deslocando-se em órbitas próximas à Terra, podem constituir um perigo para as infraestruturas espaciais e para os cidadãos na superfície da Terra por via da reentrada e queda na superfície de objetos vindos do espaço, sejam eles fabricados pelo Homem ou naturais.

O SST, juntamente com o *Space Weather* e o NEO, contribuem para a obtenção de dados que, depois de integrados e tratados permitem atingir um nível de conhecimento situacional de elevado interesse para um Estado ou Defesa e Forças Armadas, pela sensibilidade que podem aportar.

De facto, não será fácil explicar porque é que um país sem ativos espaciais poderá ter um interesse elevado em SSA ou na sua subcomponente de SST. No entanto, será fácil de entender que a ação estratégica de um Estado se desenrola muito para

além das suas fronteiras físicas (incluindo as cibernéticas) e que a projeção das suas ações (sejam elas políticas, diplomáticas, militares ou económicas) dependem de uma adequada compreensão e perceção daquilo que ocorre em todos os domínios operacionais. A título de exemplo, imagine-se enviar uma força nacional destacada para uma zona de conflito sem que sejam garantidos os adequados canais de comando e controlo e a provisão de informações. Atualmente, tal terá sempre de passar pela utilização de serviços que recorrem a ativos espaciais, mas os próprios ativos espaciais necessitam de ser seguros para providenciarem esses serviços de forma eficaz e permanente.

Embora a zona gravitacional próxima da Terra tenha vindo a estar cada vez mais “poluída” com lixo espacial proveniente de satélites desativados, prevê-se que o lançamento de satélites continue a ser crescente e com a ascensão de novas potências mundiais no setor espacial, o desconhecimento de todos os objetos será, potencialmente, maior.

O objetivo específico de muitos satélites também continua a ser relativamente desconhecido sendo sabido que muitos servem para atividades de espionagem ao serviço de países e entidades. Os países “observados” do espaço por satélites (qualquer que seja o tipo de satélite e independentemente do tipo de órbita que usam) querem ser capazes de monitorizar as atividades e movimentos desses satélites e querem ser capazes de usar a informação recolhida para fins políticos e diplomáticos, de salvaguarda de soberania ou manutenção da defesa e integridade dos seus estados.

Partindo destes princípios e de uma efetiva ambição de manter o Espaço como uma oportunidade, também em Portugal tem vindo a ser desenvolvido um programa de SST que visa capacitar Portugal em áreas sensíveis e tecnologicamente diferenciadas, criar, sustentar e fixar competências e contribuir para uma maior segurança nacional e internacional no espaço, enquanto único ambiente capaz de assegurar uma vigilância permanente e compreensiva das

atividades humanas no mar em terra e no ar, bem como contribuir para o desenvolvimento de todas as regiões.

Em termos de Defesa, o SST permite a recolha e tratamento de dados sensíveis sobre a órbita, a classificação e a identificação de satélites, cujas atividades podem contribuir ou afetar as ações de forças militares ou de agências de inteligência, pelo que os dados recolhidos e tratados são sempre e em primeira instância, de elevada relevância militar, estratégica, diplomática e política.

A vantagem geoestratégica de Portugal, enaltecido pelas duas regiões ultraperiféricas nacionais confere uma posição de destaque no Atlântico, pois permite detetar e antecipar atividades que afetem toda esta região de elevado interesse estratégico e onde se desenrolam algumas das mais importantes atividades económicas do planeta.

Por outro lado, as ambições nacionais e europeias em termos de Espaço, que também passam pela democratização do seu acesso com a construção de portos de lançamento espacial ou o desenvolvimento de novos serviços (o denominado: *New Space*), exigem que em Portugal se detenham capacidades e competências autónomas de monitorização, vigilância e, talvez até, caracterização, dos objetos espaciais próximos da Terra, de modo a garantir que estes investimentos sejam rentabilizados e a sua operacionalidade assegurada por um período de tempo adequado.

De realçar ainda a estreita ligação do(s) programa(s) de SST (não apenas ao nível da UE) com os programas da NATO ou de outros programas de deteção precoce de ameaças provenientes de engenhos que usam a exosfera.

A Decisão que estabelece o quadro de apoio ao programa SST Europeu (EUSST)¹⁴ precedeu uma Decisão de Execução da Comissão sobre um plano de coordenação

14 DECISÃO N.º 541/2014/UE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 16 de abril de 2014 que estabelece um quadro de apoio à vigilância e ao rastreio de objetos no espaço.

para o quadro de apoio ao SST e ao procedimento de participação dos EM que deu origem a um consórcio europeu inicial de Estados-Membros, constituído por França, Alemanha, Itália, Espanha e Reino Unido.

Em 19 de dezembro de 2016, a Comissão Europeia (CE) estabeleceu a segunda decisão de execução, no sentido de alargar o número de EM e, após submeterem propostas de candidatura ao programa, Portugal, Polónia e Roménia integraram o consórcio inicial de EM Europeu em janeiro de 2019.

Este programa tem como participantes exclusivos entidades que atuam em nome do Estado-Membro (i.e., governamentais) e constitui-se como uma junção de capacidades já existentes (ou em desenvolvimento) em cada país e que são colocadas à disposição da União Europeia para servir os interesses estratégicos da Europa em matéria de segurança espacial, pelo que cada país terá, obrigatoriamente, de criar ou ter previamente uma capacidade nacional própria.

O programa não visa criar um centro europeu de coordenação de operações, mas antes interligar em rede os recursos europeus dispersos pelos Estados-Membros, criando uma rede europeia capaz de mapear, seguir e estimar trajetórias de objetos espaciais, sejam satélites ativos ou lixo espacial (normalmente designado por *space debris*), e que se movimentam nas várias órbitas da Terra.

CONCLUSÃO

É neste contexto efervescente de desenvolvimentos em matéria de Espaço que Portugal terá de se posicionar para continuar a acompanhar os países que tomaram a dianteira no uso e exploração espacial.

A geografia nacional, não só possibilita que Portugal ocupe um lugar, como exige que o faça para mitigar todas as lacunas que daí advêm. Nesse sentido, será fundamental assegurar uma capacidade adequada de monitorização e vigilância que permita recolher informação suficiente para que, conjuntamente com países amigos e aliados, tenha capacidade de compilar informação para um

Conhecimento Situacional do Espaço, em apoio e complemento aos restantes quatro domínios operacionais já existentes.