

Novas Fronteiras da Especialização:

Aeronáutica, Espaço e Oceano Profundo

João Ramos Ricardo



FUNDAÇÃO
CALOUSTE GULBENKIAN

ÍNDICE

1. Introdução e metodologia	3
2. Agradecimentos	4
3. Acrónimos	5
4. Sumário	7
5. Horizonte 2020-2030: Grandes tendências	8
5.1. Uma década de convergência tecnológica	8
5.2. Aeronáutica: a revolução dos “drones”	9
5.3. Espaço: actividades consolidadas, Aeronáutica e Oceano Profundo	12
5.3.1. Emergência do paradigma “New Space”	12
5.3.2. Uma “Internet of Things” para o sector primário	13
5.3.3. Espaço e Oceano Profundo	14
5.3.4. A militarização do Espaço e do Ciberespaço	15
5.4. Oceano Profundo: Aquacultura, Energia e Recursos Minerais	16
5.4.1. Portugal e o Oceano Profundo em 2020	16
5.4.2. O eólico “offshore”	17
5.4.3. Energia das Ondas	17
5.4.4. Aquacultura “offshore”	19
5.4.5. Sinergias: Aquacultura, Eólico “Offshore” e Hidrogénio	20
5.5. Portugal como um ecossistema de ensaios, qualificação e certificação	21
5.5.1. Os “campos de ensaio”: mais um modo de entrada na globalização	21
5.5.2. Os Açores: uma porta de entrada para o Espaço	22
5.5.3. O Interior	23
5.5.4. O Oceano Profundo	26
5.5.5. Um ecossistema de qualificação e certificação	28
5.6. Portugal: uma placa giratória de conhecimento e do “saber fazer”	29
5.6.1. A qualidade de vida como trunfo	29
5.6.2. Aprender com o modelo “ATEC”	30
5.6.3. Gerir competências, mais do que gerir pessoas	30
6. Mapa de sinergias	32
7. Bibliografia	33

1. INTRODUÇÃO E METODOLOGIA

Este documento propõe um conjunto de pistas ou sinergias que os decisores políticos e agentes económicos em Portugal poderão explorar na década de 2020-2030 por forma a tirar o máximo partido das oportunidades nos domínios do Espaço, Aeronáutica e Oceano Profundo (AEOP). Este levantamento é apresentado numa perspectiva integrada. Embora se apresente uma visão particular para cada um desses domínios, procuramos realçar igualmente as várias sobreposições, interações cruzadas e sinergias entre esses vários domínios. Na Secção 6 é apresentado um mapeamento global das sinergias propostas.

Como suporte a este trabalho, e para além da pesquisa efectuada junto de fontes bibliográficas (incluídas as partilhadas junto da equipa do projecto), realizámos um conjunto de entrevistas guionadas a vários intervenientes nos domínios AEOP por forma a ganhar uma perspectiva mais informada da visão dos intervenientes destes sectores, bem como verificar e validar algumas das pistas propostas. As entrevistas realizadas, que presencialmente quer por videoconferência foram as seguintes, e encontram-se igualmente referenciadas na bibliografia:

- João Gomes-Mota, Voga da Direcção da APANT (Associação Portuguesa de Aeronaves Não Tripuladas);
- Carlos Maio, Director Executivo da QSR – Talent Driven Culture;
- Carlos Cerqueira, Director da Space Solutions Portugal e Director de Inovação do Instituto Pedro Nunes de Coimbra;
- Rui Azevedo, Secretário-Geral da Fórum Oceano – Associação da economia do Mar;
- Guilherme Vaz, Chief Strategy Officer (CSO) na WavEC – Offshore Renewables;
- Ricardo Conde, Membro da Direcção da Portugal Space – Agência Espacial Portuguesa.

2. AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Dr. José Manuel Félix Ribeiro pela confiança manifestada ao endereçar-me o convite para contribuir para o projecto “Foresight Portugal 2030”, bem como pelo apoio bibliográfico e simpatia manifestada no decurso do meu trabalho até à data. Agradeço também igualmente à Dr^a Joana Chorincas e à restante equipa do projecto na Fundação pelo apoio e simpatia manifestados durante o meu trabalho, bem como à restante equipa de consultores do projecto pelos seus contributos, pelo apoio e pela troca de ideias.

Não poderia deixar de agradecer a todos aqueles que contribuíram com o seu conhecimento, entusiasmo e disponibilidade manifestados ao aceitarem que os entrevistasse: João Gomes Mota, da Associação Portuguesa de Aeronaves Não Tripuladas (APANT), Carlos Maio da QSR Consulting, Carlos Cerqueira da Space Solutions Portugal, Rui Azevedo da Fórum Oceano, Guilherme Vaz da WavEC e finalmente Ricardo Conde da Portugal Space.

Pela ajuda pontual, agradeço ao Prof. António Sarmento pela ajuda e receptividade aquando do meu primeiro contacto junto da WavEC, bem como ao José Sousa Freitas pelos inputs relacionados com a taxonomia relacionada com Observação da Terra (OT).

3. ACRÓNIMOS

3D	Tri-Dimensional
AEOP	Aeronáutica, Espaço e Oceano Profundo
AIR Center	Atlantic International Research Center
AISL	Azores International Satellite Launch Programme
ANAC	Autoridade Nacional da Aviação Civil
APANT	Associação Portuguesa de Aeronaves Não-Tripuladas
ATEC	Academia de Formação
Azores ISLP	Azores International Satellite Launch Programme
BEI	Banco Europeu de Investimento
CAPEX	Capital expenditures
CE	Comissão Europeia
CEIIA	Centro de Excelência para a Inovação da Indústria Automóvel
CTA	Controlo de Tráfego Aéreo
CNQ	Catálogo Nacional de Qualificações
EEA	European Economic Area
EMEPC	Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental
ESA	European Space Agency
ESA BIC	ESA Business Incubation Center
ESPAS	European Strategy and Policy Analysis System
EUA	Estados Unidos da América
Euro NCAP	European New Car Assessment Programme
DCIST	Distributive and Collaborative Intelligent Systems and Technology
DEFIS	Defence, Industry and Space (EC department)
FA	Forças Armadas
FAA	Federal Aviation Administration
FCUL	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
H ₂	Hidrogénio
IDE	Investimento Directo Estrangeiro
IEFP	Instituto do Emprego e Formação Profissional
IoT	Internet of Things (“Internet das coisas”)
ISQ	Instituto de Soldadura e Qualidade
LEO	Low Earth Orbit
LTE	Longe Term Evolution (protocolo de comunicações móveis 4G)
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NIR	Near Infrared
NOTAM	Notice to Airmen
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OPEX	Operational expenditures
OT	Observação da Terra

O&G	Oil and Gas
QSR	Quasar Human Consulting
UA	Universidade de Aveiro
UAS	Unmanned Air Systems
UAV	Unmanned Air Vehicle
UE	União Europeia
WFH	Work from home

4. SUMÁRIO

No início da terceira década do século XXI, colocamos a questão de como a economia Portuguesa poderá tomar partido das actividades ligadas à Aeronáutica, Espaço e Oceano Profundo (AEOP) por forma a retomar uma senda de crescimento não apenas sustentado (isto é, que não comprometa as gerações futuras e a sua capacidade de fazer escolhas), mas também de “catching-up” (ou seja, a uma taxa de crescimento superior à mediana dos restantes parceiros da União Europeia).

Até ao início do século XX o domínio dos mares (isto é, o domínio das tecnologias marítimas e o domínio militar das rotas marítimas) era uma capacidade crítica para a sobrevivência e prosperidade da generalidade das pequenas nações ribeirinhas (por exemplo, Portugal e Holanda). No caso particular de Portugal, nação relativamente pequena, na posição periférica do seu espaço de relações preferenciais (a Europa) e sem capacidade de projecção continental, a opção pela expansão marítima iniciada no início do século XIV e catalisada pela conquista de Ceuta em 1415 revelou-se decisiva para assegurar a sua existência e viabilidade. Portugal tornou-se não apenas uma nação pluricontinental mas um entreposto em alguns das rotas mais importantes do comércio internacional durante vários séculos. E apesar da posterior emergência e supremacia de outros impérios marítimos, **o lastro de Portugal como nação marítima com presença pluricontinental foi** um penhor decisivo para a sua **independência e relativa relevância** até à actualidade.

O advento da aeronáutica no início do século XX e da exploração espacial a partir de meados do século XX vieram adicionar ao domínio dos fluxos marítimo **duas novas dimensões à capacidade das nações se inserirem na globalização**: o domínio do **espaço aéreo** (tecnologias e rotas aéreas) e o domínio do **espaço exterior** (tecnologias e acesso). No início do século XXI podemos já considerar também **o ciberespaço como uma quarta dimensão**, e para a qual a economia mundial se encontra em migração maciça, um processo catalisado ainda mais pelas consequências da pandemia de Covid-19.

Em 2020, cada um dos sectores AEOP encontram-se em estágios distintos de desenvolvimento. No entanto, **Portugal dispõe dos instrumentos e do raio de acção suficiente para tomar um papel que, não sendo realisticamente de liderança** em nenhum deles, **pode ser proactivo** por forma a incorporar conhecimento e experiência prática em cada um deles e para que a sua economia possa tirar o máximo partido dos novos fluxos emergentes do comércio internacional.

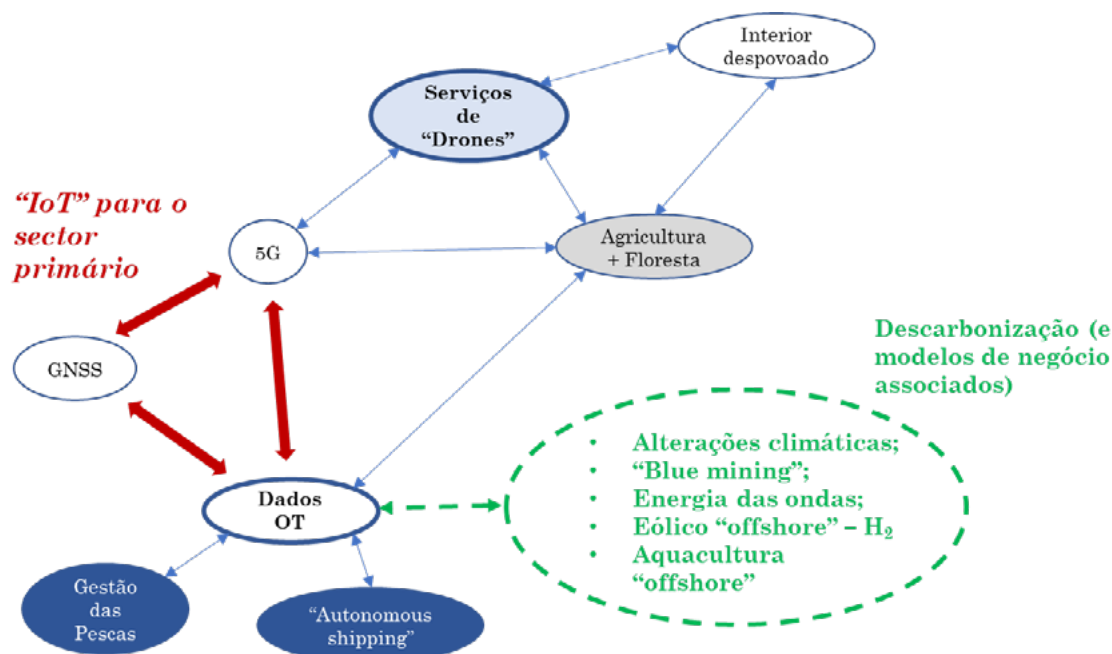
5. HORIZONTE 2020-2030: GRANDES TENDÊNCIAS

5.1. Uma década de convergência tecnológica

A década de 2020 irá ser marcada por uma acelerada convergência tecnológica entre várias tecnologias que, muito embora já estivessem anunciadas ou viessem a fazer o seu caminho, irão ver um número de sinergias entre elas emergir de forma inequívoca. Estamos a falar da tecnologia 5G nas comunicações, dos “drones” na aviação, da democratização no acesso ao Espaço e em particular aos dados de Observação da Terra, das megaconstelações de satélites em “Low Earth Orbit” (LEO), bem como da geolocalização e navegação GNSS (estas tecnologias já existentes). Uma vez plenamente operacionais os vértices do **triângulo 5G – GNSS – Dados de OT** emergirá uma **“Internet das coisas” (IoT) para o sector primário**. Alguns dos vértices deste triângulo poderão ancorar com o sector primário (via 5G e “drones”) **bem como com actividades relacionadas com o Oceano Profundo e a Descarbonização** (via GNSS e dados OT). A *Figura 1* sintetiza esta perspectiva.

Figura 1

Diagrama com as sinergias tecnológicas emergentes na década de 2020-2030 com impacto nos sectores AEOP, a complementaridade entre a utilização de “drones” e de dados OT, a IoT para o sector primário como “pivot” e a relação com os modelos de negócio emergentes relacionados com a Descarbonização.



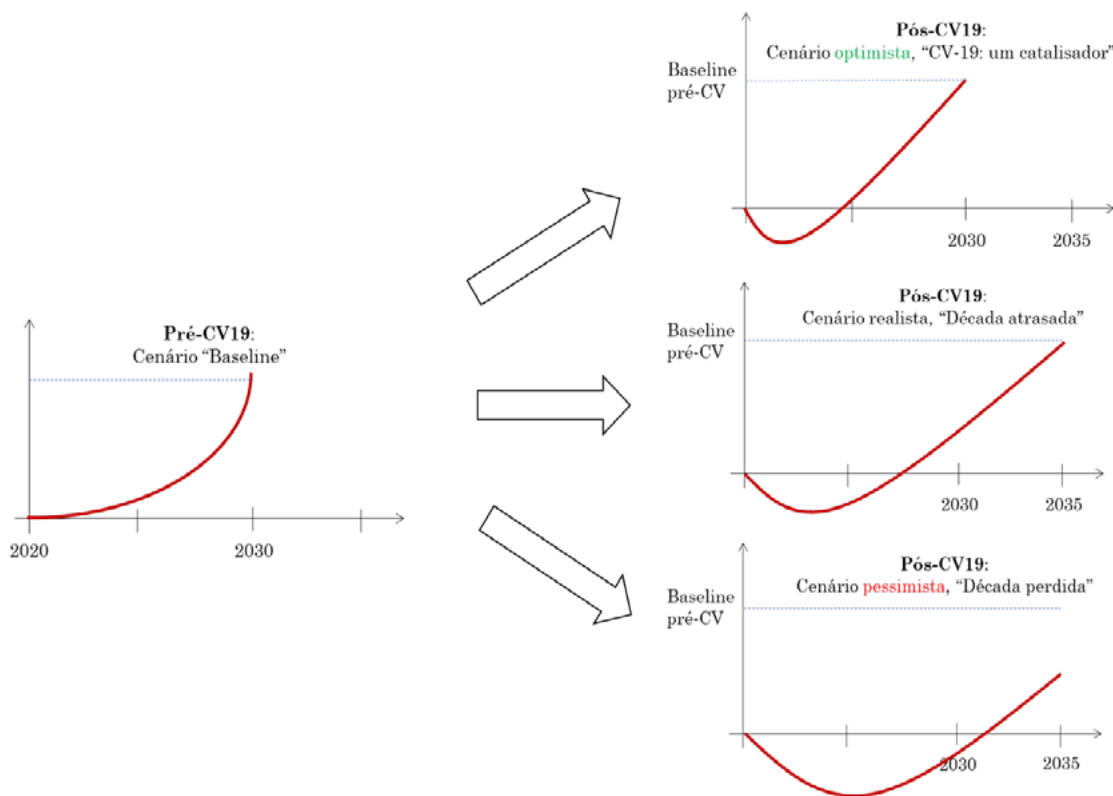
À data de elaboração deste documento não é ainda de todo claro qual o impacto a médio e longo prazo das pesadas consequências económicas dos confinamentos resultantes da resposta global pandemia da Covid-19 nos primeiros meses de 2020. Alguns exercícios de cenarização nos últimos meses propõem diferentes cenários de recuperação consoante a severidade dos impactos da pandemia, como o realizado pelo banco ING (1), pela Allianz Research (2) ou pelo banco BlackRock (3). Independentemente destes cenários, o que parece ser mais consensual é haver uma travagem imediata na economia devido às pesadas restrições nas viagens internacionais, bem como devido à turbulência nos mercados de capitais, com as consequentes reduções de liquidez e

pondo em causa negócios tecnológicos altamente alavancados em capital de risco (4). O mesmo banco ING elencou de uma forma detalhada um conjunto mais alargado de consequências no curto e médio-prazo (5).

Os diagramas abaixo na Figura 2 ilustram vários cenários em questão. Se bem que seja plausível que a médio prazo a Covid-19 possa servir como um catalisador que leve a acelerar esta “mega-trend” e a um rápido “catching-up” (**cenário otimista**), por outro lado poderemos assistir a danos prolongados que possam levar a uma “década perdida” (**cenário pessimista**). Um cenário de compromisso entre estes dois poderia ser um no qual haja um impacto inicial, mas que leve a um atraso de poucos anos na convergência entre estas tecnologias, levando a um cenário de “2025-2035” (**cenário de compromisso “baseline”**). Este cenário parece-nos tanto mais realista quanto mais não seja pela perspectiva de vários governos assumirem uma postura mais proactiva, dirigista e “supply-driven” (5), por exemplo através de políticas de re-industrialização, reconstituindo e repatriando “supply chains”.

Figura 2

Possíveis cenários para a trajectoria de convergência tecnológica na década 2020-2030 em função da capacidade de recuperação face aos impactos da pandemia da Covid-19.



5.2. Aeronáutica: a revolução dos “drones”

Os sistemas UAS, constituídos por um “drone” e por algum tipo de dispositivo ou estação de controlo no solo são parte da revolução actualmente a ser operada no sector agrícola global. Em 2020 estes sistemas já são capazes de realizar um conjunto interessante de tarefas e são uma solução que começa a ser implementada para **monitorização de vastas áreas de culturas ou de floresta** e optimizando ou mesmo substituindo **actividades de vigilância e observação** dependentes de trabalho humano (especialmente quando a extensão ou as condições dos terrenos tornam estas actividades **muito demoradas e morosas**). Este conjunto de actividades

é mais genericamente caracterizado na indústria como o **triângulo “dirty, dull, and dangerous”**. Por outro lado, a percepção dos operadores dessa indústria (6) é a de que os riscos socialmente percebidos actualmente associados aos “drones” (por exemplo colisões ou quedas) tenderão a ser suplantados durante a década de 2020-2030 pelo potencial de redução de riscos humanos potenciado por esta mesma tecnologia (6), numa **lógica de complementaridade e não de substituição**.

Ainda assim, neste início da década de 2020 subsistem alguns desafios quanto à plena comercialização destes serviços. **De entre os maiores desafios (e que uma vez vencidos actuarão como verdadeiros catalisadores) podemos destacar dois: o quadro regulatório e o 5G.**

No que toca ao quadro regulatório, e de uma forma geral, este requer não só que o “drone” seja controlado por um operador que tenha contacto visual com o mesmo – o que constitui em si mesmo um enorme obstáculo à operação remota e logo à escalabilidade – mas também que o operador tenha passado um exame que o qualifique como piloto de “drones”. No entanto, perspectiva-se que num futuro próximo a tecnologia possa atingir um grau de maturidade que permita às autoridades regulatórias a nível internacional terem confiança suficiente nos processos para que os “drones” possam ser pilotados por um operador remoto, o qual estará em princípio num centro de controlo da própria empresa, possivelmente a vários milhares de quilómetros de distância, trazendo flexibilidade, redução de custos e uma clara capacidade de escalar operações. Em Dezembro de 2017 a Federal Aviation Administration (FAA) dos EUA já tinha levantado esta restrição à empresa Green Sight Agronomics (7). A mesma FAA, de acordo com uma publicação do Deutsche Bank (8 Kunal #74) pretende que até 2030 as operações com “drones” estejam completamente integradas no seu quadro regulatório. Por outro lado, a multinacional de logística DHL identifica os UAVs como uma “Technology trend” chave para para a década 2020-2030 (9), embora ressalve obstáculos regulatórios importantes a vencer. O foco na vertente regulatória prende-se ainda com o facto de que **em grande medida este é ainda um mercado, à semelhança do 5G, com uma “oferta” ainda em busca de uma “procura”** (não obstante os exemplos interessantes de modelos de negócio que vão surgindo), sendo que no contexto europeu a **Comissão Europeia (CE)** está actualmente a actuar de forma bastante proactiva e “puxando” pelo mercado, desde já ao ter uniformizado ao nível europeu as diferentes legislações nacionais a partir de 2020, sobretudo ao nível da rastreabilidade (10, 11) mas também ao **propor-se ser o primeiro bloco mundial a ter legislação a enquadrar serviços de “drones” mais complexos e automatizados** (10) (como por exemplo o “first mile” e o “last mile” na logística) bem como ao propor-se a ter aprovada regulamentação para os táxis aéreos em 2035 (6). Ao mesmo tempo a Airbus propõe-se ter oferta nesta área já para 2025 (12), um objectivo que nos parece algo optimista.

Um desses modelos de negócio a emergir precisamente nesta área nos últimos anos é o de **“drone-in-a-box”**(13), o qual permite a **comercialização destes sistemas como um serviço, nos quais o cliente paga por obter exclusivamente os dados da observação ou resultados do voo sem se preocupar com as dificuldades da sua operacionalização**.

Na **agricultura e florestas**, as seguintes actividades já podem ser executadas com a assistência de “drones”: monitorização e controlo da qualidade dos solos, monitorização do estado de evolução das culturas ou detecção de ataques por fungos (através de câmaras no espectro infravermelho) ou aplicação de precisão de herbicidas e fertilizantes, sem necessidade de aplicar estes produtos indiscriminadamente. Tratam-se de actividades nas quais existem inclusivamente “start-ups” internacionais a operar e a fornecer serviços, tais como a DroneSeed (EUA) que fornece suporte serviços de plantação florestal por meio de “drones” que transportam e administram até 57 kg de “payload” de sementes, água, herbicidas e fertilizantes; a Precision Hawk (EUA), a qual se foca sobretudo em fornecer serviços de mapeamento de terrenos agrícolas e monitorização de culturas, nomeadamente a recolha e processamento de grandes quantidades de dados de observação(14); ou a Drone Arezzo (Itália) que utiliza a fotografia aérea na banda do Near Infrared (NIR) para monitorizar a evolução das culturas, monitorizando variáveis como a velocidade de crescimento das vinhas (pela intensidade de absorção

de azoto), stress hídrico na cultura do milho (pela temperatura da parte superior da planta) ou a aplicação de tratamentos biológicos contra escaravelhos, também no milho (15). Um dos exemplos interessantes fornecidos pela APANT é o da Real Companhia Velha, a qual já utiliza “drones” para fazer o levantamento de zonas de seca e excesso de água relativos, fiada a fiada. Alguns produtores de vinho no Alentejo também já o fazem, por exemplo a detecção de cursos de água subterrâneos, para determinar quais as vinhas que podem produzir vinhos de menos e melhor qualidade (eventualmente desviar esses cursos de água subterrâneos). No Ribatejo, esta técnica é aplicada na indústria do tomate (6).

Na floresta, os “drones” começam a desempenhar tarefas de suporte ao combate (alerta e despistagem de pequenos focos de incêndio) e prevenção de incêndios. Estes são complementares às torres de vigia, que indicam que numa determinada direcção e determinada distância existe um foco de incêndio, sendo que depois o “drone” vai lá verificar (6). Outra vertente de ainda maior potencial é a da monitorização das florestas, sendo que os “drones” podem controlar faixas de gestão de combustível, zonas de crescimento de sub-bosque (limpezas têm de ser feitas cirurgicamente para proteger as espécies). Esta gestão com drones já é feita na actualidade e não enfrenta barreiras regulatórias de maior.

No que toca à **pecuária e pastorícia**, os “drones” equipados com câmaras multi-espectrais da gama do visível e infravermelho podem efectuar vigilância a manadas de gado, monitorizando a sua localização, número de elementos, existência de elementos da manada que estejam feridos ou a parir, detectar animais ocultos debaixo de vegetação muito densa ou alertar para a proximidade de predadores. Um exemplo interessante é o da “startup” Sunbirds (França/Austrália) que desenvolve drones especializados para a gestão de tarefas agrícolas direccionadas a explorações ou territórios muito vastos, incluindo gestão de reservatórios de água para gado, mas também agricultura e gestão de activos florestais (16).

Dentro das actividades consolidadas encontram-se igualmente as **pescas**. Os “drones” podem ter um benefício de “safety” enorme para os pescadores, os quais se sentem ainda bastante desapoitados (6), e que podem ser localizados por “drones” em caso de afogamento, antes da saída de uma lancha. Este cenário está num horizonte muito próximo, de 1 a 2 anos.

Finalmente, e no decorrer da década de 2020 assistiremos ainda à progressiva sofisticação das tecnologias de controlo de “drones”, as quais irão elevar o potencial desta tecnologia a novos patamares. Uma das organizações que actualmente realiza investigação nessa área é o Distributive and Collaborative Intelligent Systems and Technology (DCIST) do US Army Laboratory que se propõe colocar os vários “drones” a comunicar entre si e a determinar a sua posição relativa de uma forma autónoma, permitindo **a operacionalização plena dos chamados “enxames” (ou “swarms”) autónomos de “drones”,** capazes de gerir e otimizar autonomamente o seu percurso, por exemplo dividindo-se e reagrupando-se conforme necessário (17). De facto, no que se refere à tecnologia de controlo deste tipo de “enxames” na actualidade, estes apenas podem ser implementados com recurso a um operador controlando os vários elementos do enxame, e a um “ground based sensor” que determina a posição de todos esses mesmo elementos. **Os “swarms” são inclusivamente uma área cujos desenvolvimentos nesta próxima década mais irão testar o quadro regulatório** (6). Actualmente estes são utilizados apenas em eventos de demonstração e em ambientes fechados, sendo que em campo aberto apenas o fazem com “waivers” das autoridades nacionais. Apesar de tudo e ainda segundo a APANT, o conceito de “swarm” mais realista para a década 2020-2030 é de uma “mother-ship” (por exemplo um C-295 da Força Aérea Portuguesa) a fazer o “deployment” de vários “drones” em operações de busca e salvamento (por exemplo na sequência de naufrágios ou de sismos) ou em “covert operations”. **Até 2030 é assim expectável que haja um acomodamento da regulação para algumas destas missões de “swarms” de âmbito de interesse público.** Já quanto a aplicações comerciais como por exemplo a dispersão de fertilizantes por meio de “swarms” não é expectável que haja desenvolvimento nesta década, uma vez que o “value for money” está ainda muito longe de suplantar os riscos envolvidos bem como as restrições regulatórias.

Finalmente, **o exemplo de Singapura**, que está actualmente a regular o tráfego aéreo de veículos não tripulados como o de tripulados, mas à escala, por exemplo na separação de corredores(6). **É uma abordagem diferente da CE, sendo que será interessante observar qual dos modelos regulatórios prevalece.** Esta abordagem de Singapura será feita por um CTA centralizado com “Unmanned Traffic Management”, o qual não está longe: o programa CESAR da CE prevê um “deployment” para 2028, o qual prevê que a etiquetagem dos drones seja electrónica. Idealmente que fossem rastreáveis via wi-fi num simples telemóvel. De referir que a própria NASA se encontra actualmente envolvida no desenvolvimento de sistemas de gestão de tráfego aéreo dedicados a operações com “drones” (8 Kunal #74).

5.3. Espaço: actividades consolidadas, Aeronáutica e Oceano Profundo

5.3.1. Emergência do paradigma “New Space”

A adesão de Portugal à Agência Espacial Europeia (ESA) no ano 2000 permitiu à comunidade científica e empresarial nacional iniciar uma inserção mais sistematizada e entrosada com a indústria espacial europeia, depois daquela que foi a experiência pontual e algo inconsequente do PoSAT em 1993. A adesão à ESA trouxe consigo compromissos de contribuição obrigatória para os programas de ciência (missões científicas), bem como compromissos de contribuição opcional para os programas de observação da Terra (OT), programa Galileu, exploração planetária, Space Situational Awareness, etc. As empresas portuguesas podem assim obter um retorno em termos de contratos industriais tendencialmente na mesma proporção da contribuição de Portugal para o orçamento da ESA. Este retorno geográfico tem permitido que o sector empresarial tenha vindo a adquirir uma crescente maturidade, quer nos serviços e produtos relacionados com o desenvolvimento e lançamento de “hardware” para o Espaço (“upstream”) quer nos serviços e produtos baseados em tecnologias espaciais ou no uso de sistemas ou dados espaciais (“downstream”).

No início da década de 2020, e de acordo com o banco Morgan Stanley (18) o **sector do Espaço a nível global** representa uma indústria de cerca **450 biliões de dólares**, cerca de **600 biliões de dólares em 2030**, e acelerando para **1 trilião de dólares em 2040**.

Este sector encontra-se numa fase de profunda mudança, com a emergência e aceleração de várias tendências, entre as quais:

- Consolidação de operadores privados nos sectores dos lançamentos espaciais (e.g. Space X, Blue Origin, Rocket Lab). De notar que alguns destes actores, apesar de privados, gozam de forte apoio institucional e têm os estados como “end user”, como é o caso da Space X (19).
- Maturidade das arquitecturas “cubesat”, assentes em componentes modulares e produzidos em série, as quais permitem o “scaling” de mega-constelações de várias centenas ou mesmo milhares de micro, nano ou mini-satélites na baixa órbita terrestre (LEO, abaixo de 2,000 km), desenvolvidas e operadas por operadores privados (e.g. Planet Labs, sistema “Starlink” da Space X, OneWeb).
- Emergência das mega-constelações LEO como infraestrutura-chave do ciberespaço, com destaque para a Starlink (propriedade da Space X).
- Democratização do acesso ao espaço, não apenas no campo dos lançamentos (18), mas também por via do volume maciço de dados de OT no campo das aplicações. No caso Europeu este acesso está ligado às infraestruturas do Galileu (GNSS), mas também do Copernicus, o maior programa global de dados de domínio público de observação da Terra, mas também a operadores privados como a Planet Labs (megaconstelação de mais de 150 “cubesats”) ou a Capella Space (menos satélites mas de maior dimensão, equipados com antenas SAR).

- Desafios de transdisciplinaridade, como resultado do acesso livre ao volume maciço de dados OT, conjugados com a geo-localização GNSS e a internet de banda larga (4G e 5G), originando modelos de negócio em sectores onde até há bem pouco tempo não imaginávamos associados ao Espaço (20), como ilustrado na Figura 1 da secção 5.1.

À entrada da década de 2020 a indústria de satélites de comunicação e de observação da Terra está a afastar-se de uma lógica “old space” até agora dominante, caracterizada por um número relativamente reduzido de satélites (algumas dezenas) de grandes dimensões situados na órbita geo-estacionária (cerca de 36,000 km de altitude). Esta lógica “old space” era marcada por uma atitude extremamente adversa ao risco, condicionada por custos elevadíssimos de lançamento, e por um enorme investimento “upfront” em projecto detalhado e em controlo de qualidade (pela manifesta impossibilidade de os satélites serem reparados em órbita), custos “upfront” estes que levam a períodos típicos de 10 anos para o retorno do investimento. Ao mesmo tempo a indústria **está a aproximar-se de uma lógica “new space”, caracterizada por uma abordagem “small objects, large numbers”,** marcada pelo “deployment” maciço em órbita de grandes constelações de pequenos satélites fabricados em série, numa lógica de **sistemas distribuídos, facilmente escaláveis, com os seus nós a comunicar em rede e com custos unitários muito mais baixos** (21). Estes custos levam a uma atitude diametralmente oposta em relação ao risco, na qual se assume que alguns dos satélites poderão falhar e que isso não terá um impacto crítico na performance do sistema, uma vez que as capacidades estão distribuídas por todos os nós da rede e que esses mesmos satélites poderão ser rapidamente substituídos por outros, com um ciclo temporal de melhoria relativamente curto. É no momento em que emergem esta lógica “new space” e o novo ecossistema empresarial com ela relacionado que Portugal deverá olhar para o horizonte 2030.

5.3.2. Uma “Internet of Things” para o sector primário

Entre as potencialidades mais interessantes em termos de impacto disseminado nas actividades consolidadas encontram-se os **modelos de negócio baseados na utilização de dados de OT** cuja disponibilidade não só já era em grande medida do domínio público (por exemplo via programa Copernicus na Europa), mas cujo volume e flexibilidade da oferta aumentaram exponencialmente com a entrada em jogo de “start-ups” como a Planet Labs (EUA), BlackSky (EUA), Spire (EUA), Capella Space (EUA), ICEYE (Finlândia) ou a HawkEye 360 (EUA), que processam e comercializam imagens e dados de OT numa lógica “on demand”. De referir que **nos modelos de negócio baseados nos dados de OT, por não serem um sector capital intensivo, as barreiras de entrada desapareceram em grande medida.** Este aspecto de **escalabilidade** é algo que veio mudar as regras do jogo e é muito interessante para as empresas Portuguesas, que partem de um mercado muito pequeno. Neste cenário **o que diferenciara os vários “players” no mercado será o talento e conhecimento incorporado nos vários modelos de negócio bem como a capacidade de escalar no ciberespaço em modo plataforma.** Finalmente, muita da capacidade de geração e gestão de dados de observação da Terra é suportada pelas crescentes capacidades de Inteligência Artificial (AI), “machine learning” e de armazenamento na “cloud”.

Quando hoje olhamos para a **agricultura de precisão** já não é possível pensá-la sem estes, cujo uso hoje já é “mainstream” e não apenas uma tecnologia de adopção nos seus primeiros passos. Estes dados de são por sua vez combinados com dados de sensores “in situ” ou dados de UAVs ou de satélites de OT. E se bem que ferramentas como os “smartphones” e os computadores já sejam amplamente utilizadas no sector primário, assim que estas ferramentas (que já permitem as **comunicações e a localização**), **potenciadas pelo 5G, se ligarem aos dados de OT,** será criado um **triângulo “IoT” para o sector primário,** com todos os modelos de negócio que daí poderão advir (22). De facto, tal como a década de 2010 foi marcada pelos modelos de negócio sustentados no 4G (por exemplo, a Uber), a década de 2020 (ou talvez 2025-2035) será marcada pelos modelos de negócio baseados no triângulo anteriormente ilustrado na Figura 1.

Em 2020 este triângulo ainda não existe na sua plenitude, ainda que este pudesse ser potenciado via 4.5G: o posicionamento é talvez o vértice mais adiantado neste momento através dos serviços GPS e Galileo. Quanto

aos dados de OT será necessária por um lado resolução espacial na ordem dos 30 cm (além dos 10 m actualmente consensual) e por outro lado a resolução temporal, com várias revisitações diárias de um mesmo local, permitindo actualizações praticamente ao minuto de mapas de risco, vigilância marítima, mapas de poluição marítima, por exemplo (uma vantagem óbvia em relação aos “drones”). E esta frequência de revisitação por sua vez só será possível ou com a nova geração do Copernicus ou com a operacionalidade de megaconstelações de OT em LEO. Em linha com o que havíamos referido na Secção 5.1, será uma convergência tecnológica entre essas tecnologias a potenciar esta sinergia, mas tal não é de esperar antes do **horizonte 2025-2035** (22).

Nas actividades consolidadas ligadas ao sector primário existem empresas ligadas à **floresta**, e que olham para ela não apenas como um activo a ser protegido, mas também como um activo económico que tem de ser rentabilizado e para o qual têm de ser encontradas novas soluções de mercado. De notar que estas observações de satélite **ainda não são interessantes como forma de alarme (alarmística)**, dado o **“trade-off” desfavorável entre tempos de revisitação vs. intervalos de reacção**, estando reservada **sobretudo para observações de prevenção**.

Como exemplos concretos de “start-ups” incubadas no ESA BIC Portugal temos a Bold Robotics, focada nos fogos florestais, **combinando dados de OT com GNSS**, permitindo a tractores autónomos que façam a **limpeza da floresta nos pontos críticos** (23), embora ainda apenas e, fase demonstração(24); a Tesselo, que fornece serviços baseados em dados de observação de Terra do programa Copernicus(25) e que já trabalha com a Navigator Company(24). A nível global, e no caso concreto da **prospecção de lítio** encontra-se actualmente em estudo por parte do centro de interface Catapult (Reino Unido) a análise de eventuais depósitos na região da Cornualha, com base em dados de satélites já em órbita, nomeadamente **observações de radar e de imagens no espectro do infravermelho e do visível são propostas para detectar afloramentos de água contendo sais de lítio, fontes quentes, ou vegetação que denuncie a presença deste mineral**. De salientar que a Cornualha é aqui vista como um “campo de ensaios”, uma vez que o sucesso nesta região pode ser trampolim para a mesma técnica ser utilizada na Bolívia, que se julga ter os maiores depósitos subterrâneos de lítio do mundo (26).

5.3.3. Espaço e Oceano Profundo

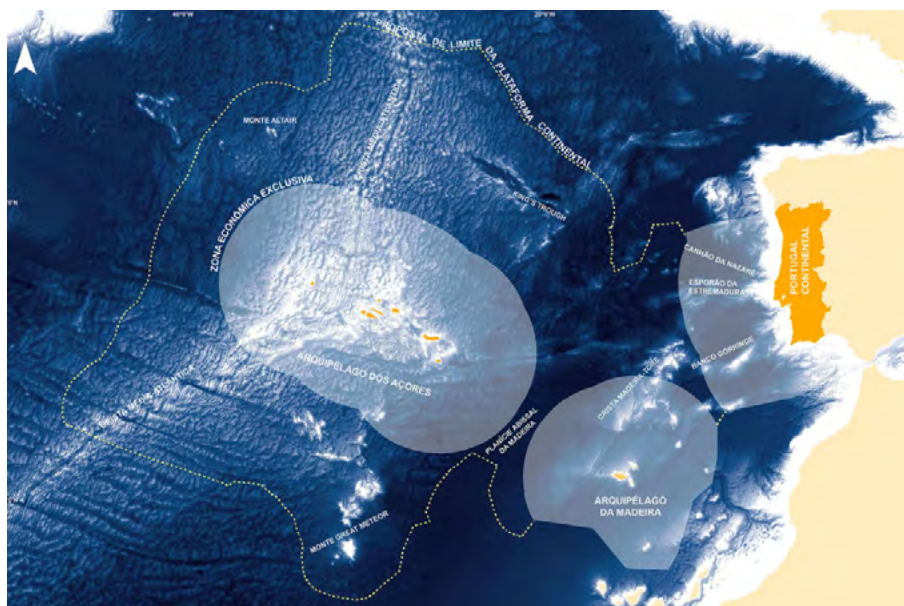
Quanto ao Oceano Profundo e a Economia Azul são áreas onde existe um **enorme potencial de sinergias com os dados de OT**. Aliás, essa é uma das linhas fundamentais da estratégia Portugal Espaço 2030 (27) e da agência Portugal Space, sendo que o desafio para a década 2020-2030 será o de ver como é que estas linhas estratégicas se transformarão em negócio. Um exemplo interessante de uma “start-up” portuguesa no programa ESA Business Applications e que tem usado de forma intensiva os dados de observação da Terra nas pescas é a Undersee (28), que combina **dados de OT** com dados recolhidos por sensores em barcos **para a monitorização da qualidade da água na aquicultura**. A empresa encontra-se actualmente em fase de aceleração na Noruega (29), um mercado líder mundial na aquicultura e onde já têm clientes (24). Outro exemplo interessante a nível global é o da já mencionada Capella Space (EUA), que utiliza ondas de rádio para analisar a superfície terrestre, permitindo por exemplo a **deteção de submarinos, ou a determinação do volume de carregamento de petroleiros em tempo real** (30). Outro exemplo é o projecto SAGRES conduzido pelo ISQ em parceria com a FCUL e a Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental (EMEPC) e iniciado em 2017, que estudou uma conjugação de dados de OT e de “Big Data” para tecnologia de tomada de decisão em “Deep Sea Mining” (31).

Também no que respeita aos Açores **a extensão da ZEE/PC pode constituir para Portugal um nexó vital entre o Espaço e o Oceano Profundo**. Estamos a falar de uma ZEE actualmente com 1.7 milhões km², e que muito em breve – dependendo do processo em avaliação junto da Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) das Nações Unidas, com decisão prevista para 2021 (32) – poderá praticamente duplicar para 3.9 milhões km²,

a 10º do Mundo e um território aproximadamente do tamanho da Índia (ver Figura 3). É importante sobretudo reter que o **território de Portugal será pouco menos de 3% desta nova área de jurisdição**. Trata-se de uma área com um potencial até agora insondável, e que só agora nesta década de 2020-2030 se tornará manifesto com a plena maturidade da aquacultura “offshore” e uma maior maturidade (ainda não plena) do “blue mining”.

Figura 3

Área actual da ZEE de Portugal e área futura tal como consta do actual processo de candidatura ao alargamento da PC.



Em face disto parece-nos irrealista pensar que Portugal terá **capacidade de monitorizar este potencial bem como os riscos associados a toda esta área** com os meios actuais (e mesmo com os novos 6 navios patrulha previstos na nova Lei de Programação Militar (33) e que se vêm juntar aos 4 já existentes), nomeadamente riscos como **“oil spills”, pesca ou mineração ilegal, tráfico de droga ou migrações ilegais**. E é aqui que o Espaço e os **dados de OT** terão um papel decisivo, ao permitir a revisitação diária, ou várias vezes ao dia, algo que os **“drones”** não permitem (**modos complementares e não concorrentes**, ver Figura 1). De notar que à data da elaboração deste documento existe já um diálogo estruturado entre a Portugal Space e as FA, o que sinaliza um crescente “awareness” destas últimas em relação às potencialidades que o Espaço pode trazer, entre outros, para a vigilância da ZEE (22)

5.3.4. A militarização do Espaço e do Ciberespaço

Uma área para a qual recomendamos uma vigilância activa é a de “space safety”, relacionada não só com o crescente “space debree”, mas também com a crescente militarização do espaço, no qual as mega-constelações LEO se afirmam como uma infra-estrutura do ciber-espaço, o qual está em vias de se consolidar nesta década como mais um possível teatro de guerra (34, 35). Como exemplo das ameaças relacionadas podemos referir com actores que possa “hackear” um satélite ou constelações de satélites, ou até satélites que possam ser um veículo de armas de paralisação eletromagnética, no contexto da crescente electrificação da Guerra (35).

5.4. Oceano Profundo: Aquacultura, Energia e Recursos Minerais

Nesta secção elencamos um conjunto de oportunidades relacionadas com o Oceano Profundo. Tratam-se de oportunidades em vias de consolidação, podendo atingir maturidade na década de 2020-2030 com um elevado grau de probabilidade. No que respeita a **oportunidades com uma maturidade apenas no horizonte pós-2030 ou talvez pós-2040**, e sobre as quais apresentamos uma visão mais prospectiva, apresentamo-las na **Secção 5.5.4**, no contexto das potencialidades do Oceano Profundo como “campo de ensaios”.

5.4.1. Portugal e o Oceano Profundo em 2020

Portugal Continental detém uma costa de cerca de 832 km, exposta frontalmente ao Atlântico quase na sua totalidade. Apesar de se tratar de uma exposição relativamente significativa se considerarmos a relação entre comprimento de costa e superfície do país, trata-se de uma **costa com poucos pontos de abrigo frente a um mar bastante energético**. Um exemplo do impacto negativo desta exposição é o da **aquacultura tradicional**, para a qual a costa Portuguesa é relativamente pouco atractiva por comparação à costa da Galiza, cujas vastas e recortadas rias, abrigadas da ondulação atlântica 365 dias por ano, são desde há várias décadas um dos polos internacionais de excelência desta indústria. Por outro lado, o país tem um **litoral bastante povoado** (que gera conflitos de interesse com as comunidades turísticas e piscatórias) e um **perfil de temperaturas de transição que dificulta a especialização em termos de produção**. Ainda assim, Portugal pode utilizar esta exposição frontal ao Atlântico com um trunfo para se posicionar na globalização económica em **áreas emergentes** mas já com algum grau de maturidade, em particular:

- o eólico “offshore”;
- a energia das ondas;
- a aquacultura de águas profundas.

À entrada da década de 2020 a indústria do “**Oil&Gas**” encontra-se numa fase de **declínio secular**, afectada simultaneamente pela maturidade dos veículos eléctricos, pela perda continuada de investimento com a baixa do preço do petróleo, pela crescente preocupação global com as alterações climáticas (36) e a descarbonização da economia, aliada a uma crescente descredibilização da indústria perante a opinião pública mundial (37). Um exemplo particularmente eloquente desta tendência é o caso de várias petrolíferas terem feito um “pivot” para as energias renováveis, como o caso da Statoil (Noruega), que mudou o nome para Equinor (37). De referir a grande similaridade entre a “supply chain” e disciplinas entre O&G e eólico “offshore” (38). Na verdade, e em linha com as tendências referidas no início desta secção, está a decorrer uma **migração em larga escala** de muitos **quadros especializados da indústria de “offshore” do O&G para o eólico “offshore”** e para a **aquacultura de alto mar** (39) e para o **hidrogénio** (40).

Outra tendência relevante que emerge nas indústrias ligadas ao “offshore” é a maturidade e democratização dos “clusters” de computação e com os modelos “open source”, os quais por sua vez trouxeram a “Data Science” para esta indústria. Se já desde há alguns anos as empresas do “offshore” geram um **grande volume de dados**, com a **democratização dos “clusters” de computação** estas empresas encontraram uma forma de monetizar este volume de dados (“Big Data”), e ao qual se vêm juntar a **democratização dos dados de OT** (20, 41). De facto, se durante quase todo o século XX e até há poucos anos imperavam os “equation models”, emergem agora em força os “database models”, os quais por sua vez abrirão caminho aos **“gémeos digitais”**. Temos assim o “triângulo” da “Quarta Revolução Industrial” a entrar em plena sinergia, sustentado nos vértices “High Performance Computing”, “Big Data” e “Data Science” (37).

5.4.2. O eólico “offshore”

Das três tendências acima identificadas, a mais promissora é o do eólico “offshore”, um **mercado em início de uma curva de crescimento acelerado** e para o qual se estima que constitua um terço de todo o investimento em “offshore” em 2025 (38). Portugal tem-se posicionado de forma interessante neste mercado por via do **projecto WindFloat Atlantic** (42) o qual permitiu a prova de conceito e validação do projecto de torres eólicas flutuantes patenteado pela **Principle Power (EUA)**. Portugal soube posicionar-se nesta tecnologia, através da EDP que formou uma parceria com a Principle Power bem como com a Engie (França) e a Repsol (Espanha), assumindo uma boa parte dos riscos do projecto, e **jogando como trunfo o facto de Portugal ser uma localização mais apetecível do que a Escócia** (meteorologia menos agressiva) e uma muito **maior proximidade à rede eléctrica**, para debitar a energia produzida (37).

A primeira fase consistiu no projecto-piloto Windfloat 1, com a instalação em 2011 de uma torre eólica de 2 MW ao largo da Aguçadoura (Póvoa de Varzim). Alavancando no sucesso deste piloto, o consórcio avançou para o projecto de 3 torres de 8 MW cada, ancoradas numa zona de ensaios 20 km ao largo de Viana do Castelo (43), a uma profundidade de 100 m. Em Dezembro de 2019 a primeira das três eólicas havia já sido rebocada para este local, estando já a debitar energia para a rede, comprovando assim, não apenas o baixo risco do estado da arte da tecnologia, mas também a **viabilidade comercial deste conceito, pronto para ser reproduzido noutra geografias**, e respondendo a um **interesse global cada vez maior pelo eólico “offshore”** (37). Em finais de 2019 a Principle Power afirmava dispor de um **“pipeline” de 100 MW em projectos até 2021** (44) em zonas como o Mar do Norte, Bretanha, Irlanda, Noruega, Coreia, Japão e costa ocidental dos EUA (38).

Portugal pode aprofundar este papel de maneira consequente e existem planos para um **“Atlantic Test Center”** ao largo de **Viana do Castelo**, ancorado no Windfloat Atlantic, projectado para **testar, qualificar e certificar tecnologias de inspeção, manutenção e reparação em eólico “offshore”, e utilização de robótica em condições extremas**. É essencial que haja uma integração de empresas e de “know-how” português nesta cadeia de valor para que possam tirar partido do conhecimento criado e para que Portugal possa posicionar-se como um **nó relevante das cadeias de valor globais** nesta tecnologia emergente.

Finalmente, uma vantagem do eólico “offshore” flutuante é o facto de, devido à sua elevada distância da costa, não impactar a paisagem, mitigando o efeito “Not in my background” (NIMBY) que o eólico “offshore” tradicional e o eólico terrestre têm causado nas últimas décadas, sendo interessantes num país como Portugal, fortemente dependente do turismo e do seu património paisagístico (45).

5.4.3. Energia das Ondas

Outro exemplo interessante do potencial do Oceano Profundo de Portugal na década de 2020-2030, embora numa tecnologia com um **grau de maturidade inferior ao do eólico “offshore”** (37, 45), está no “deployment” de protótipos de tecnologia de **conversão da energia das ondas em energia eléctrica no “near-shore”** (a uma distância da costa entre 0.3 km e 2 km, a profundidades entre os 8 m e os 20 m). Esta tecnologia, baseada em equipamentos de desenvolvimento extremamente complexo e muito sujeitos a esforços das ondas, teve um “boom” por volta do ano 2000, quando muitos promotores avançaram para protótipos de forma algo precipitada e foram à falência. No final da década de 2010, alguns promotores estão a **regressar a esta tecnologia** de uma forma mais calculada e regrada, com **maior maturidade tecnológica e aproveitando as potencialidades da costa Portuguesa**.

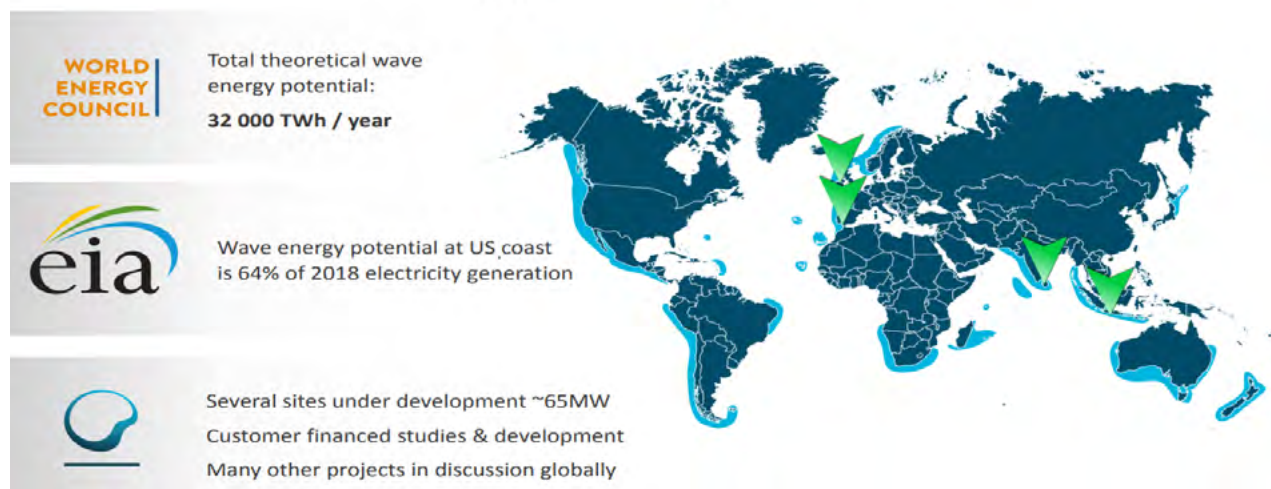
Um destes projectos é o **WaveRoller**, patenteado e desenvolvido pela **AW-Energy (Finlândia)** e projectado para ser instalado ao largo de Peniche. Cada unidade do WaveRoller será capaz de produzir entre 0.3 MW

e 1 MW de potência. Esta instalação tirará partido não apenas da forte ondulação endógena a esse local da costa portuguesa, como também à proximidade aos estaleiros de Peniche e ao seu porto. Em Maio de 2019 o projecto havia passado um importante “milestone”, ao receber o certificado de fabrico pela Lloyds Register (46), sendo que o seu “deployment” e comissionamento se iniciou em Novembro desse mesmo ano (47). Trata-se de um projecto com um **grande foco na qualificação e certificação “third-party”** para uma **quantificação do risco** que é **crítica para uma lógica de “efficient insurance” / “efficient financing”, replicabilidade e industrialização**.

De notar também que este projecto actualmente em curso, o SURGE2, vem a sequência do projecto SURGE (programa FP7, 2009-2013(48)), onde um precursor de menores dimensões (3 unidades de 0.1 MW cada) também da AW-Energy já havia sido instalado no mesmo local, também debitando para a rede eléctrica(46). O projecto WaveRoller deu origem até hoje a um total de 79 patentes, das quais 58 se encontram aprovadas e 21 se encontram pendentes (49). Finalmente, a AW-Energy perspectiva esta instalação em **Peniche como um ensaio para a produção comercial de energia eléctrica a nível global**, almejando um potencial energético de 32,000 TWh/ano, nas regiões assinaladas no mapa abaixo (49).

Figura 5

Mapa e estimativas do potencial de energia das ondas a nível global, apresentado pela AW-Energy (Finlândia) no Wavec Annual Seminar em 2019 (49).



Estimativas semelhantes (embora apontado para apenas 500 GW ou 4,380 TWh/ano) foram apresentadas em 2019 pela CorPower (Suécia) para aproveitamento da energia das ondas pelas sua tecnologia proprietária (testada laboratorialmente em Portugal numa fase de validação de conceito em 2012-2013, e mais recentemente no mar, na Escócia) e para a qual a CorPower perspectiva a fachada atlântica da Europa, como uma das zonas privilegiadas para produção de energia eléctrica por esta tecnologia (50). De notar que a CorPower planeia para 2022-2023 a instalação de uma instalação piloto conducentes à certificação que torne esta tecnologia “bankable” ou seja, com um nível de risco que permita o financiamento pela banca (50). Finalmente para 2024-2025 a CorPower planeia a instalação de parques pré-comerciais com capacidades de 10-30 MW, nos quais Portugal teria todo o interesse na sua instalação, criando um efeito “âncora” e dinamizando uma cadeia de fornecedores nacionais, tanto “start-ups” como empresas maduras (51). Tal como no caso do eólico “offshore”, é essencial **ancorar conhecimento em Portugal, com Peniche como polo de atracção** e ambição de ser um **centro de excelência**, promovendo o **interface com actividades consolidadas como a construção metálica e naval, reparação naval e oceânica**, ou com “protoclusters” emergentes como os **dados de OT, “digital twins”, TICE e robótica**.

Figura 6

Mapa e estimativas do potencial de energia das ondas a nível global, apresentado pela CorPower (Suécia) no Wavec Annual Seminar em 2019 (50) e no qual a localização privilegiada de Portugal é evidenciada.



Entre as vantagens competitivas da energia das ondas para produção eléctrica em relação a outras fontes renováveis contam-se por exemplo a sua menor volatilidade e maior previsibilidade por comparação à eólica, e por outro lado a sua natureza anti-cíclica a nível anual por comparação ao eólico “offshore”, relativamente à energia solar (49, 50). Em Dezembro de 2019 o Director-Geral de Política do Mar avançava com um cenário a prazo no qual **25% da energia consumida em Portugal poderá vir de produção marítima** (eólica e ondas) (45).

5.4.4. Aquacultura “offshore”

Quanto à **aquacultura tradicional**, e pelas razões expostas no início desta secção, **Portugal** tem sido até à data um **“player” quase irrelevante à escala global** no que toca a **volume de produção** (somos apenas o 77º produtor mundial com 9,872 toneladas, por comparação a Espanha, o 22º produtor mundial, com 283,831 toneladas (52)). No entanto, a emergência nos últimos da década de 2010 de instalações de **aquacultura de alto mar** comercialmente viáveis para cultura de peixe e produção de algas (e a provável maturidade destas para a década de 2020) **pode ajudar Portugal a posicionar-se numa posição competitiva mais favorável**, acedendo a economias de escala mas também a diferentes perfis de temperatura, águas abertas (com menos doenças/parasitas) e a uma vasta ZEE que, embora não detendo na actualidade reservas muito grandes de peixe, apresenta uma biodiversidade muito interessante(51), bem como também águas muito profundas relativamente perto da costa. E se bem que algumas instalações de aquacultura em mar aberto já estejam **actualmente em operação**, nomeadamente aquelas operadas pela **Seaculture** (uma subsidiária do grupo Jerónimo Martins(53)) **em Sines e na Ilha da Madeira** (aqui com forte resistência das comunidades piscatórias locais (37)), estas são instalações que distam poucas centenas de metros da costa. Actualmente, e a nível global, são empresas como a SalMar (Noruega) e a InnovaSea (EUA) a liderar o desenvolvimento de estruturas mais ambiciosas que são instaladas a vários quilómetros da costa e **permitem a cultura do salmão a muito maiores profundidades, em águas mais frias e abertas, com melhor capacidade de refrescamento das águas** (37) e logo com melhor protecção contra a pulga-do-mar. Estas estruturas estão a ser testadas pela SalMar em locais como a Noruega, o Hawaii e o Panamá. Entre nós, é a **Seaculture** quem está a liderar as instalações piloto deste tipo, em particular com aquela que está a ser montada desde finais de 2019 a **15 quilómetros a sudoeste de Aveiro**, em parceria com a **norueguesa NORD**, a **Universidade de Aveiro (UA)** e o **CEIIA(54)**, para cultura de salmão em mar alto, e com resultados interessantes até ao

momento (54, 55). A instalação desta estrutura-piloto deveu-se à geomorfologia costeira, ao porto e barra de Aveiro, a presença de via-férrea e autoestrada, assim como o “know-how” no processamento de peixe e de toda a fileira da pesca (54).

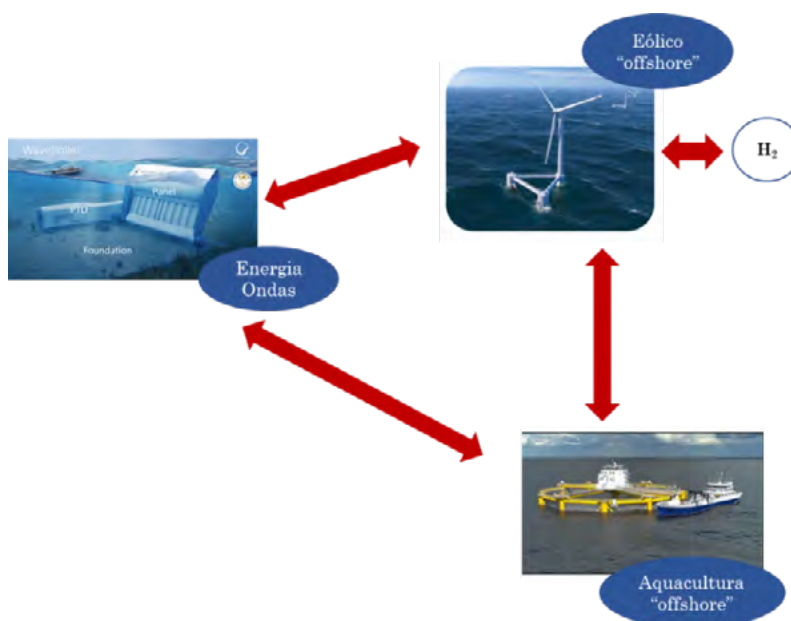
Portugal deve portanto aproveitar esta fase de demonstração pré-comercial para incorporar o máximo de “know-how” de engenharia possível dos parceiros Noruegueses nesta tecnologia emergente, um esforço no qual a WavEC tem tentado fazer, a par com o CEIIA (37).

5.4.5. Sinergias: Aquacultura, Eólico “Offshore” e Hidrogénio

De notar que a Seaculture antecipa **sinergias entre a aquacultura “offshore e o eólico “offshore”**, não apenas devido às semelhanças nos requisitos de projecto, mas também porque estes parques “offshore” podem **fornecer energia a estas instalações de aquacultura “offshore”** (56). Por outro lado, a visão da NORD para 2030 é ambiciosa, com uma produção de 100,000 toneladas/ano (39), o que quase poderia **multiplicar por 10 a actual produção anual de Portugal em aquacultura tradicional**. Neste sentido a Technip já está a cooperar com a OCEANTech para aquacultura de mar alto (40). Por seu turno, as **eólicas “offshore”** podem ser **integradas com a produção de Hidrogénio**, o qual é perspectivado pela WavEC como sendo o **combustível do futuro na rotas navais**, sobretudo as de longa distância, enquanto a **propulsão eléctrica estará reservada para distâncias mais curtas** (37). Resulta daqui a emergência de um **triângulo Energia das Ondas – Aquacultura – Eólico “offshore”** (ver Figura 7) com o eólico “offshore” como pivot para o H₂ “verde”. Esta sinergia está aliás alinhada com a visão do Ministro do Mar, expressa no WavEC Annual Seminar em 2019 (57), sobre a necessidade de olhar para estes projectos numa óptica de **zonas de uso múltiplo** (por ex. aquacultura e eólico “offshore”). Esta visão é complementar com aquela expressa pelo Director-Geral de Política do Mar, expressa no mesmo evento, sobre a necessidade de **diversificar “revenue streams” numa mesma localização** (45). Igualmente crítico para o Ministro do Mar é que o planeamento espacial deste tipo de empreendimentos seja feito por forma a harmonizar os interesses dos vários “stakeholders”, como por exemplo as comunidades piscatórias.

Figura7

Sinergias prováveis entre os negócios emergentes do Oceano Profundo.



5.5. Portugal como um ecossistema de ensaios, qualificação e certificação

5.5.1. Os “campos de ensaio”: mais um modo de entrada na globalização

Nesta secção desenvolvemos a ideia de como Portugal pode explorar de uma forma sistemática **um modo adicional de participação nas cadeias de valor globais dos sectores AEOP, alavancando nos seus territórios de baixa densidade populacional, na sua ZEE e nos Açores**. De facto, para alguns serviços e produtos pode ser interessante captar IDE explorando uma alternativa adicional ao desenvolvimento de produto – há muitas “rodas” a serem inventadas fora de Portugal – e à simples integração final (**modelo Autoeuropa, que pode não ser repetível nesta nova fase da globalização em que as “supply chains” se retraem**, sobretudo no pós-Cóvid19). Este posicionamento está resumido na Figura 8.

Figura 8

Os vários modos de participação das empresas portuguesas na globalização tecnológica, e como o modo “campo de ensaios” se insere nesta lógica.



Em última análise, as **empresas e “start-ups” nacionais** têm de estar envolvidas em redes internacionais para **estarem em contacto com “end-users” com presença global**. Já referimos os exemplos dos projectos Windfloat Atlantic ou da Waveroller, mas podemos mencionar também os exemplos possíveis da CorPower, da Airbus ou da Wartsilä (a qual já manifestou interesse junto da ESA BIC Portugal em testar soluções de “autonomous shipping” em águas portuguesas(24)).

Para se chegar a estes “end-users” é necessário ter um piloto. E **Portugal tem de se tornar um país “pilot friendly”**. Não apenas para que os de cá possam desenvolver os seus, mas para que as empresas multinacionais os venham cá testar, **incorporando conhecimento e “know-how” no ecossistema nacional**.

Trata-se em resumo de uma forma de apanhar “boleia” de modelos de negócio inovadores sabendo vender Portugal como um parceiro que pode partilhar algum risco numa fase de validação ou pré-comercial, tirando partido de:

- População bem qualificada nas engenharias, com sólida formação teórica;
- População técnica com um bom nível de inglês;
- Clima ameno e com elevado número de horas de sol/ano;
- País seguro e numa posição periférica na UE;

- Interior com grande variedade geográfica e em progressivo despovoamento;
- ZEE vasta e potencialmente em vias de duplicação.

Seguidamente desenvolvemos um pouco melhor de que forma Portugal pode potenciar o seu território como um ecossistema de ensaios, qualificação e certificação nos domínios AEOP.

5.5.2. Os Açores: uma porta de entrada para o Espaço

Portugal tem estado a jogar um importante trunfo para a sua inserção no novo contexto do “New Space”: os Açores. De facto, como preconizado na agenda “Portugal Espaço 2030”, o país deve fazer valer a sua **posição geoestratégica no Atlântico** como um **trunfo de diferenciação** (27), em particular para atrair a **instalação e operação de infraestruturas críticas para o lançamento, operação e seguimento de satélites**. De notar que os Açores albergam desde 2008 uma estação ESA de seguimento de lançamentos do Ariane 5 e de missões de OT na ilha de Santa Maria(58). O dado novo é o processo iniciado em 2018 pelo Governo de Portugal e pelo Governo Regional dos Açores, com o apoio técnico da agência Portugal Space e da ESA para a **instalação de uma infraestrutura de lançamento** de veículos espaciais dirigida ao mercado emergente de **lançadores para nano, mini e micro-satélites também em Malbusca (Santa Maria)**. Este processo iniciou-se com a abertura de um concurso internacional aberto a várias entidades e empresas internacionais (59) levando à pré-selecção de cinco consórcios (60).

Figura 8

Localização do Malbusca (Santa Maria) como ponto privilegiado para lançamentos em segurança no sentido Norte-Sul, para órbitas polares ou “sun-synchronous”.



De referir que a localização em Malbusca havia já sido validada por estudos preliminares (61) encomendados quer à Universidade do Texas em Austin (62) quer ao consórcio entre a Deimos Engenharia e a Orbex (Reino Unido) (63), a qual se encontra a desenvolver o veículo de lançamento Prime, dirigido ao segmento de satélites abaixo dos 200 kg (64). Esta localização em Malbusca tiraria partido do facto de não haver **nenhuma presença humana na direcção sul-sudeste (apenas mar)**, maximizando a **segurança dos lançamentos nesta direcção**, especialmente adequados a **órbitas polares e órbitas sincronizadas com o sol** (especialmente adequadas para observação da Terra com revisitações bi-diárias do mesmo local), por oposição a localizações concorrentes na Europa como a Escócia, Suécia e Noruega, nas quais é sempre inevitável que pelo menos algumas áreas habitadas sejam sobrevoadas. Por outro lado, Santa Maria oferece vantagens logísticas únicas como uma **pista aérea e porto de mar de grandes dimensões**, os quais facilitariam a chegada dos componentes e combustíveis dos foguetões, bem como dos “payloads” (satélites já integrados). Finalmente, esta localização tiraria partido da sua posição geoestratégica, situada entre a Europa e os EUA e localizada no

Espaço Schengen, embora **apenas a 1500 km da Europa continental** (por oposição aos quase 7000 km para Kourou, na Guiana Francesa).

As mais recentes informações oficiais, datadas de Dezembro de 2019 davam conta de que estaria em curso a elaboração do caderno de encargos final, com vista à posterior selecção de entre três consórcios (65).

É importante referir que a actual posição da Portugal Space é a de que muito embora os lançamentos a partir dos Açores possam ser uma oportunidade importante, parece haver um esforço de gestão de expectativas no sentido de que pode ser contraproducente avançar para este empreendimento de uma forma precipitada sem haver um “business case” sólido, sendo que o **ambiente competitivo** neste contexto é **bastante fluido** e com **concorrência significativa no Atlântico Norte** (Escócia, Islândia, Wallops Island) bem como nas **latitudes médias do Hemisfério Sul** (Rocket Lab, a partir da Nova Zelândia, a 39° S). Assim, e para a Portugal Space, mais prioritário do que o Spaceport (cujo impacto será sempre relativamente local) será a atração de multinacionais do sector de espaço para se fixarem em Portugal, ou a promoção de uma constelação de satélites de OT para o Atlântico, ou ainda um cabal aproveitamento das oportunidades de financiamento por via da EU, da DEFIS ou resultantes da subscrição dos programas ESA (19).

Ainda durante o ano de 2019 foi tornado igualmente público pela ESA(66) em documentos oficiais a hipótese de o aeroporto de **Santa Maria** servir de **possível local de aterragem do Space Rider**, o futuro vaivém espacial europeu não-tripulado, tirando partido da **latitude Santa Maria coincidir com a inclinação expectável da sua órbita, minimizando a complexidade das manobras de reentrada atmosférica** (67). No entanto, e à data de Março de 2020, o próprio Governo Regional dos Açores reconhecia a existência da concorrência de vários países no espaço europeu pelo acolhimento deste local de aterragem(68) Rádio e Televisão de Portugal - RTP Açores</author></authors></contributors><added-date format=“utc”>1584979985</added-date><ref-type name=“Web Page”>12</ref-type><dates><year>2020</year></dates><rec-number>39</rec-number><publisher>RTP Açores</publisher><last-updated-date format=“utc”>1584979985</last-updated-date></record></Cite></EndNote>.

Outro papel no qual os Açores poderão assumir um protagonismo no acesso de Portugal ao Espaço é através do Atlantic International Research (AIR) Centre, em actividade desde 2018: **um observatório e um “pivot” (placa giratória) internacional no que toca às interações entre os dados de OT e várias temáticas** como as alterações climáticas, o papel dos oceanos como “sumidouro” de CO₂, a protecção costeira, vigilância e gestão dos recursos marinhos e aquacultura.

Finalmente, uma outra tendência que irá surgir nos próximos anos será a de poder **utilizar a costa portuguesa ou os arquipélagos atlânticos como locais de ensaio e de demonstração de “autonomous shipping”** (24), numa década em que por exemplo a WavEC perspectiva a **emergência e maturidade do “UAV submarinos” ou “Unmanned Underwater Vehicles” (UUV)** (37), os quais poderão desempenhar um papel relevante no mapeamento do fundo da ZEE e dos seus recursos minerais. Quanto à possibilidade do “autonomous shipping”, esta deverá ser **explorada em parceria com gigantes internacionais, nórdicas por exemplo, como o caso de Wartsilla (Finlândia)**, que já manifestou interesse nisso, lançando esse desafio através da rede de parcerias da ESA(24).

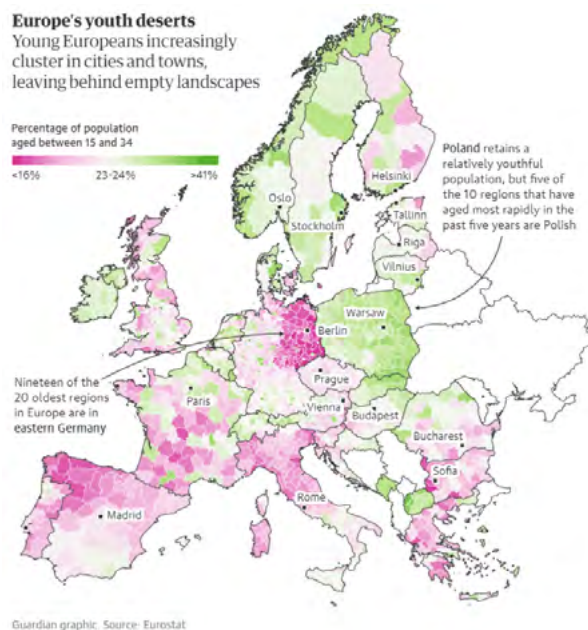
5.5.3. O Interior

Portugal é em 2020, e no contexto europeu, um país cujo interior está **largamente envelhecido e despovoamento acelerado** (ver Figura 9). Esta é uma situação resultante não apenas de níveis de natalidade historicamente baixos, mas também de uma incapacidade manifesta de, numa Europa com liberdade de movimento

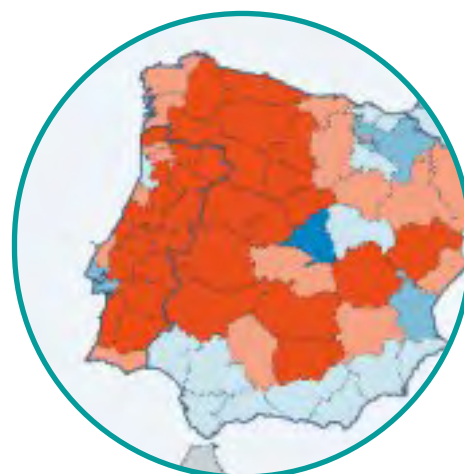
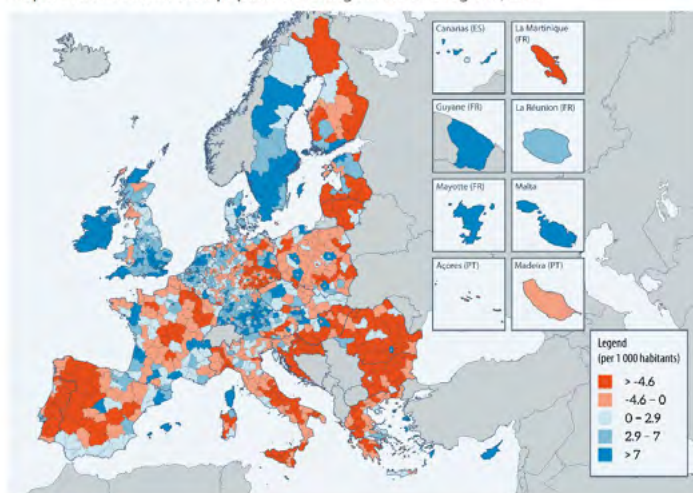
de pessoas, promover incentivos aos seus cidadãos de manterem raízes na maior parte do seu território, e de aí criarem riqueza. Em Espanha esta mesma situação gerou o debate em torno da chamada “Espanña vaciada”(69), um termo cunhado para denominar vastas regiões do país em avançado estado de envelhecimento e de esvaziamento populacional, com destaque para a Galiza, Astúrias, Cantábria e Castilla-Leon (curiosamente, toda a zona raiana com a metade Norte de Portugal).

Figura 9

Percentagem de população jovem e taxas de variações populacional na Europa (fonte: jornal The Guardian).



Map 2 – Crude rate of total population change in NUTS 3 regions, 2018



Portugal tem de “virar a mesa” na sua relação com o seu Interior progressivamente envelhecido e despovoado. Este **tem de passar a ser visto como um activo em vez de um passivo**, à semelhança daquela que foi a alteração de paradigma do Governo da República em relação aos Açores a partir de 2015, ano no qual a Base das Lajes foi alvo de um “downgrade” significativo por parte dos EUA (70), levando a um violento corte no número de militares americanos aí colocados e no número de funcionários portugueses (de 650 para 165 e de 900 para 400, respectivamente) (71). Olhar para os Açores novamente como um activo foi o catalisador

para o actual processo de instalação do Azores Spaceport, bem como do AIR Center. Por outro lado, importa mudar o quadro de expectativas que se tem em relação ao seu povoamento. **Mais realista e consequente do que querer “fixar” populações nestas regiões o desafio deve ser o de tornar estas regiões viáveis**, tornando-as capazes de albergar actividades económicas rentáveis e criadoras de valor, e que acrescentem diferenciação no posicionamento de Portugal na globalização.

O Interior de Portugal pode **beneficiar tremendamente da convergência tecnológica do triângulo “IoT do sector primário**, bem como das **sinergias entre “drones” e as actuais possibilidades de automação**, que hoje em dia são enormes. E perante um cenário de redução de mão-de-obra disponível, podemos escolher proactivamente responder com **maior incorporação de valor**: aumento de eficiência, “phasing-out” de actividades mão-de-obra intensiva, **libertar operadores humanos para tarefas de maior valor**, e novas actividades antes não possíveis, levando a uma maior diferenciação de serviços.

Assim, e voltando ao exemplo da revolução dos “drones”, **Portugal não está condenado a ser um consumidor passivo desta tecnologia**. De facto, o país pode tornar-se um nó relevante a nível internacional como **um ecossistema privilegiado de ensaios, qualificação e certificação**. Um exemplo interessante do que pode ser feito no interior de Portugal é a **proposta da APANT para um centro de excelência para aeronaves não tripuladas em Portugal**, aberto à comunidade, centro este que, apesar de sediado em Ponte de Sôr não será centralizado numa localização, mas distribuído em rede por vários nós, num arco de cerca de 250 km de extensão cobrindo uma zona de baixa densidade populacional que se estende de Tróia, pelo Alentejo, contornado a Serra da Estrela até Bragança (ver Figura 10). Esta zona oferece algo que muito poucos países na Europa podem oferecer numa zona com esta extensão com uma variedade de relevos tão grande, juntando mar, floresta e planícies (por exemplo, a maior zona de ensaios disponível em França tem cerca de 50 km). Inclusivamente, e devido ao baixo risco envolvido, a APANT propõe este centro como uma fonte interessante de “lessons learned” para os reguladores (ANAC, no caso dos “drones”).

Figura 10

Rede proposta pela APANT, com 1 – Pinheiro da Cruz (Célula de experimentação de “drones” da Marinha), 2 – Montemor-o-Novo (Aeródromo da Amendoeira), 3 – Ponte de Sôr (Aeródromo), 4 – Proença-a-Nova (Aeródromo), 5 – Castelo Branco (Aeródromo, ISQ), 6 – Covilhã (Aeródromo, UBI), 7 – Sabugal (Aeródromo), 8 – Mogadouro (Aeródromo), 9 – Bragança (Aeródromo, IPB).



A APANT está a promover e liderar esta iniciativa ao ter notado que entre Marinha, Força Aérea e Bombeiros todos manifestavam a necessidade de ter acesso a uma infraestrutura deste tipo. Cada uma das localizações acima indicadas é um local onde já existem pessoas e organizações a trabalhar com “drones” (aeroclubes de aviões tripulados de “general aviation”, universidades e centros de experimentação das FA), entrando nesta rede com um ou mais activos em particular, e em torno dos quais pode ser estabelecido uma zona de “Notice to Airmen” (NOTAM) na qual actividades experimentais ou de formação relacionados com “drones” possam ser desenvolvidas em segurança e sem colidir com restrições de tráfego aéreo. De notar que estes NOTAM não serão contíguos, mas antes coordenados entre si, o que permitirá uma circulação entre vários pontos como uma zona contígua consoante as necessidades pontuais; por exemplo, para realizar operações de saídas de asas fixas de Ponte de Sôr até ao mar em períodos temporalmente determinados. Este tipo de operações seria útil por exemplo **para fabricantes como a Tekever fazerem qualificações das suas aeronaves** (a Tekever já o faz na zona da Atouguia da Baleia, uma zona geograficamente mais povoada e geograficamente muito mais restrita).

Portugal será não só um cliente óbvio de serviços de “drones”, mas também pode desempenhar um papel interessante no **desenvolvimento e co-criação de novos produtos e serviços relacionados, e direccionados a regiões com as suas características endógenas**. Este aproveitamento que pode ser análogo aquele que feito pela Manna(72), uma “startup” irlandesa na área de “drones” para entregas “last mile”, a qual desenvolveu soluções para a entrega por gancho em condições de terrenos enlameados resultantes de chuva abundante e persistente(6), uma evolução relativamente ao modelo da Amazon em que o “drone” pousa no chão, mas em que uma nova descolagem fica impossibilitada pelo facto de o “drone” ficar preso na lama.

Mais do que “campo de ensaios” a APANT propõe aqui um **centro de excelência aberto** que permita a **realização de teses** de mestrado e doutoramento (e com capacidade de “follow-up” que permita a esse alunos não ter de emigrar), **provas de conceito** (e.g. novos motores, biocombustíveis) para multinacionais em regime de “nearshore” e até no limite **albergar quadros residentes, sem depender criticamente dos centros de investigação das universidades**. Em última análise, pretende-se que este centro seja uma **plataforma possa haver intercâmbios, contactos e “cross-pollinations” entre vários tipos de utilizadores diferentes**, mitigando as lacunas de comunicação e as redundâncias por exemplo entre os sectores de “drones” e de “general aviation”, e potenciando a capacidade endógena.

5.5.4. O Oceano Profundo

Nesta secção elencamos oportunidades do Oceano Profundo em Portugal, mas as quais não esperamos que atinjam a maturidade na década de 2020-2030.

5.5.4.1. Zonas de ensaio e de usos múltiplos para o Oceano

Como vimos na Secção 5.4, **Portugal foi um exemplo de um verdadeiro “campo de ensaios” para as energias renováveis marítimas durante as décadas de 2000-2020**, quer no eólico “offshore”, quer na energia das ondas com os projectos Pelamis (73) e Pico Plant (74). De facto, a própria WavEC refere que deve haver **poucos lugares no Mundo com tantos projectos-piloto na energia das ondas como Portugal** (37). Podemos indicar as seguintes **zonas-piloto**, que poderão e **deverão ser promovidas numa lógica de rede**, aproveitando o trabalho de infra-estruturação já realizado (por exemplo, ligação à rede eléctrica e licenciamento) procurando combinar em cada uma tanto quanto possível diversas actividades por forma a fomentar sinergias.

- 3 zonas para experimentação de eólico “offshore” e de energia das ondas em Viana do Castelo, Aguçadoura e Peniche, aproveitando as ligações à rede eléctrica entretanto aí criadas, bem como a

proximidade a portos e a actividades metalomecânicas. De notar que estas são zonas com diferentes profundidades, e logo aptas para servir projectos-piloto com distintos TRL.

- Os Açores como “âncora” para a exploração dos recursos minerais no Oceano Profundo da ZEE de Portugal.
- Aveiro como “âncora” para a exploração da aquacultura de profundidade.
- Sines como “âncora” para uma sinergia entre o H2 (fora do âmbito deste documento) e o eólico “offshore”.

Na opinião da WavEC a viabilidade potencial destas zonas, nomeadamente Viana do Castelo é atestada pelo interesse manifestado junto desta por várias empresas do Norte da Europa que aí querem efectuar testes. No entanto, a **concorrência por parte de outras zonas-piloto na Europa é intensa**, como os casos de França, Reino Unido e Espanha (Bilbao e Plataforma Oceânica da Canárias) (37).

Finalmente, e **num país depauperado de capital e previsivelmente mais endividado no pós Covid-19** será essencial **manter e reforçar a parceria com países da área alargada da EEA e Escandinávia**, por forma a manter a ligação da economia portuguesa aos novos fluxos da globalização. Nesta relação Portugal ganharia **acesso a capital tecnológico e financeiro**, contribuindo por sua vez com capital humano com boas qualificações e os trunfos da sua localização geográfica.

Finalmente, convém reter a observação da WavEC (37) segundo a qual nas indústrias ligadas ao Oceanos e às energias renováveis marítimas, não há grandes monopólios, visto que há muitas empresas e **um ecossistema de grande diversidade**, por haver inerentemente muitos dispositivos e modelos diferentes de navios e equipamentos. Não existe em resumo uma Google ou uma Microsoft dos Oceanos. O modelo deverá ser **atrair startups emergentes** como foi com a Principle Power. Será sempre mais fácil e mais seguro (até numa lógica de diversificação do risco) seguir esse modelo do que procurar atrair apenas multinacionais de referência.

5.5.4.2. Recursos minerais

Desde há vários anos a esta parte que existe uma certa expectativa em torno do “blue mining” e do **potencial económico dos fundos marinhos na ZEE de Portugal**, nomeadamente nas águas dos Açores, onde várias expedições revelaram nos últimos anos sulfuretos maciços polimetálicos associados a campos hidrotermais e crostas de ferromanganês com terras raras, recursos que podem ser um **“pivot” para a economia dos veículos eléctricos e da descarbonização**. Este processo esteve associado no entanto a expectativas algo exageradas que por vezes têm surgido quanto ao potencial destes recursos (sobretudo quando foi necessário mobilizar a sociedade portuguesa no apoio à expansão da ZEE de Portugal). Todavia, o **relativo fracasso a nível global das primeiras instalações piloto** nos últimos anos da década de 2010 veio em grande medida refrear estes ânimos a nível global, e podemos referir por exemplo o caso da Nautilus Minerals (Canadá) cuja instalação para exploração de ouro, prata e cobre na Papua Nova-Guiné (PNG) enfrentou enormes resistências das comunidades locais, levando à falência da própria Nautilus no final de 2019 (75). Ainda assim, muitos outros empreendimentos prosseguiram o seu caminho: projectos de exploração pré-comercial estavam a ser conduzidos em geografias como a Ilha de Clipperton (pela belga DEME), onde aliás empresas da Rússia, China e outros 20 países detêm concessões para explorar o mar nesta zona a partir de 2019/2020, o Mar Vermelho (pela Manafai, da Arábia Saudita), a costa da Namíbia (onde a De Beers planeia minerar diamantes), o Mar do Japão (crostas de manganês) e a Nova Zelândia (“iron sands”). E este é um interesse que vai para além de actores privados: em 2018, Japão, Coreia e China detinham projectos de Estado para exploração de mineração submarina. Mas apesar de tudo, as **localizações extremamente remotas** de alguns destes locais de extracção, **em ambientes inóspitos**, por vezes a profundidades de milhares de metros, tornam toda a cadeia de valor num **desafio colossal de engenharia, de ordem semelhante ao da exploração espacial** (19). Os desafios a vencer para que estas operações se possam tornar comercialmente viáveis são ainda bem complexos do que aquilo que se previa há alguns anos, nomeadamente em termos de dificuldades de engenharia, impactos ambientais, e resistência das

comunidades locais (51). Em suma, estamos ainda em plena fase de conhecimento e desenvolvimento tecnológico (nomeadamente na robótica submarina), e **ainda distantes da fase de exploração comercial**. Por outro lado, o volume dos investimentos em jogo é uma forte barreira à entrada.

Por conseguinte, e ainda que seja desejável que Portugal se posicione nestes projectos de exploração dos fundos submarinos na sua ZEE, e que atraia para si multinacionais líderes mundiais, **não nos parece muito plausível que na década de 2020 venhamos a assistir à exploração comercial dos fundos submarinos em águas portuguesas**. Ainda assim, é expectável que durante esta década Portugal possa ser abordado por uma ou mais multinacionais estrangeiras que queiram efectuar trabalho de prospecção na nossa ZEE (37) e plataforma continental extendida. Por outro lado, Portugal tem desafios adicionais para explorar estes recursos: um CAPEX elevadíssimo, saber muito especializado, e um território terrestre que é apenas 2.4% desta área de jurisdição. Assim, pode ser interessante considerar um **cenário de monetização da Plataforma Continental Portuguesa**, mediante a qual o Estado Português concessionaria internacionalmente por períodos de 25 a 99 anos lotes deste território, mediante transferência de tecnologia e formação de quadros e uma renda anual para o Estado Português, seja um fundo soberano ou para abater dívida pública, a qual é um fardo brutal à viabilidade da economia portuguesa e do bem-estar dos cidadãos. Neste sentido seria também desejável que antes de tal acontecer, as instituições públicas dispusessem nesse momento de instrumentos de monitorização da ZEE e de auditoria desta exploração económica com a resolução espacial e temporal adequada (via Espaço, em linha com o discutido em 5.3.2).

5.5.5. Um ecossistema de qualificação e certificação

Já fizemos aqui uma referência ao posicionamento de Portugal como um “campo de ensaios”, e esse é de facto um modo alternativo à integração de Portugal nas cadeias de valor da globalização. Mas embora isso seja um cenário interessante, será sempre redutor se não for visto na sua plenitude.

Mais do que “um campo de ensaios”, **Portugal tem de ser um ecossistema de qualificação e certificação onde empresas portuguesas e estrangeiras possam fazer a “last mile” de certificação “third party”** que lhe permita passar do estado de protótipo pré-comercial para algo que, por ser certificado, é passível de ser “Insurable” e por isso “Bankable”, ou passível de ser produzido em série para os mercados globais.

Mais concretamente, **Portugal só terá indústrias sólidas e robustas de AEOP na medida em que possuir um ecossistema de qualificação e certificação**. Isto é tanto mais válido em áreas emergentes como os “drones” ou a robótica submarina, nas quais muito do que é desenvolvido entre nós é experimental e para funcionar uma única vez como demonstrador, documentado em teses académicas, e tendo como destino final “uma gaveta ou armazém” (6). Se Portugal quiser transformar esta energia numa indústria terá de desenvolver sistemas capazes de voar, nadar ou mergulhar com fiabilidade e robustez por períodos de meses ou anos, e isso implica qualificações e certificações. Por outro lado, sem esta a componente de certificação, não há tecnologia com risco quantificado e logo não é possível o acesso a seguros nem a financiamento, nomeadamente no que toca às indústrias do “offshore” (76), mas aplicável a outras tecnologias emergentes nos sectores AEOP. Estas necessidades são em grande medida transversais e passam por exemplo por laboratórios de ensaios (de pressão, flexibilidade, corrosão), pelo controlo de qualidade ou pela definição de normas de certificação e qualificação que permitam a todos os actores da cadeia de valor terem uma linguagem comum para avaliar a qualidade de maneira objectiva, à semelhança daquilo que as normas Euro NCAP são para a indústria automóvel. **A não existência deste ecossistema de certificação constitui uma barreira à exportação e inserção nos mercados globais**.

Um **exemplo interessante** fornecido pela APANT é o da Embraer, que quando escolheu Portugal fazer desenvolvimento de engenharia, foi para o laboratório do **ISQ em Castelo Branco** (um ponto natural de encontro

potencial destas actividades) fazer ensaios de resistência nas asas dos seus aviões (6). Só assim foi possível certificar estes componentes e integrá-los em produtos e sistemas de exportação à escala global. Ora, **nada disso existe neste momento para os “drones” em Portugal** (por exemplo, túneis de vento) segundo a APANT, sendo que os principais fabricantes nacionais como a Tekever e a UAVision apenas vão conseguindo vender muito graças às suas relações privilegiadas com as Forças Armadas, que muitas vezes dispensam esse tipo de qualificações.

Finalmente, podemos fazer uma breve referência ao exemplo da Virgin Hyperloop, que em Outubro de 2020 seleccionou a Virgínia Ocidental, um dos estados menos desenvolvidos e relativamente despovoados dos Estados Unidos como localização do seu centro de certificação (77). Esta decisão irá ancorar neste estado milhares de postos de trabalho em construção, fabrico, operações e alta tecnologia bem como ancorar uma larga rede de fornecedores nas cadeias de fornecimento desta indústria disruptiva emergente,

5.6. Portugal: uma placa giratória de conhecimento e do “saber fazer”

5.6.1. A qualidade de vida como trunfo

Portugal só tirará verdadeiramente partido dos novos fluxos da globalização nos sectores AEOP na medida em que souber colocar ao serviço destas áreas o conhecimento e saber-fazer disponível no seu território, bem como em sentido inverso, trazer de fora conhecimento prático de engenharia e desenvolvimento. Por outras palavras, **o país tem de ser um actor competitivo na competição global pelo capital humano qualificado, um recurso escasso**. De facto, os sectores AEOP são sectores de conhecimento intensivo, ou seja, são sectores nos quais a formação tecnológica e de “saber fazer” são decisivas. Nesse sentido, mais do que uma disputa por recursos físicos ou por capital, a liderança nestes sectores passa também por uma disputa por **seduzir e enraizar capital humano qualificado**, incluindo Portugueses que foram para fora e estejam dispostos a voltar(78).

Uma das vias para competir neste domínio é através do “nearshoring”, uma área na qual Portugal tem jogado vários trunfos:

- País emissor de mão-de-obra qualificada bem reputada nos sectores AEOP;
- Cultura mais acolhedora, na qual o “feedback” de investidores estrangeiros (60) é de que é fácil pôr pessoas de várias etnias e origens a trabalhar em conjunto (vantagem competitiva em relação aos países da Europa Central e de Leste);
- Clima, segurança, qualidade de vida e custo de vida relativamente baixo.

Outra via ainda não tão explorada quanto o “nearshoring”, será a de **atrair quadros especializados globais**, muitos deles em trabalho remoto (WFH) ou “nómadas digitais”, tomando como exemplo histórico a Holanda, que tradicionalmente não é nem nunca foi uma nação marcadamente industrial, e que sempre encontrou no comércio marítimo, no papel de placa-giratória e na incorporação de conhecimento, valor acrescentado e consultadoria especializadas um modo de vida que lhe garantiu perenidade e sobretudo prosperidade. De facto, esta é uma hipótese alinhada com a visão da WavEC (37) que refere também que o posicionamento de Portugal no Norte da Europa não é o de uma nação industrial, mas sim como o de um destino turístico de referência, com uma população tecnicamente bem qualificada (37).

Seria por isso realista almejar a que Portugal pudesse ser um local onde quadros qualificados e operários especializados da Índia, Brasil, Norte da Europa pudessem trabalhar juntos, num país com condições endógenas de qualidade de vida especialmente atractivas para gerações mais jovens.

5.6.2. Aprender com o modelo “ATEC”

Uma hipótese possível de disseminar conhecimento prático nos sectores AEOP seria a de aprender com a experiência de sucesso da academia de formação ATEC criada em 2003 com base no investimento industrial Alemão em Portugal (via Autoeuropa), cumprindo a missão de **formar quadros intermédios e de saber prático altamente especializado em áreas relacionadas com fabrico e manutenção**, partindo das seguintes premissas(79):

- Expandir a formação orientada para a prática;
- Formação de acordo com “standards” Alemães (Sistema Dual);
- Transferência e partilha de conhecimento;
- Qualificar para o mercado, nomeadamente para a indústria em geral;
- Fortalecer a indústria, especialmente os “clusters” automóvel e eletrónico.

Assim, poderíamos considerar os seguintes possíveis empreendimentos como “âncoras” para este processo:

- Uma academia de formação para a Aeronáutica ligada à Embraer em Évora, ou a outras multinacionais de aeronáutica que se instalem entre nós;
- Uma academia de formação para “drones” e serviços relacionados, ancorada no centro de excelência em rede proposto pela APANT para as zonas de baixa densidade populacional do Interior de Portugal;
- Uma academia de formação para o Espaço ligada ao Espaço, ancorada no “Azores Spaceport”; ou também ancorada no AIR Center, relacionado com as interações entre o Espaço, os Oceanos e eventualmente a ZEE de Portugal;
- Uma academia de formação para o Mar em rede, a exemplo do projecto europeu “Coast Academy”, o qual se propõe a formação de técnicos qualificados no sector envolvendo a QSR, a Universidade de Coimbra (UC), a Incubadora de Empresas da Figueira da Foz (IEFF), a Galiza e a Irlanda(78).

Como notou a QSR na entrevista guionada (80), existe uma necessidade imperiosa criar **mais “ATECs” orientadas à formação dual e à reconversão de profissionais**, mas **em vez de serem necessariamente ancoradas numa grande multinacional** (como foi o caso da Autoeuropa, no sector automóvel), **poderão ser projectos sectoriais e em rede dos “clusters”** (78). Finalmente, convém ter em conta que no caso do Oceano Profundo é caracterizada por um conjunto de actores muito díspares entre si e com necessidades muito diferentes, como as pescas e a construção naval, para citar apenas dois exemplos mais conhecidos. Por todas estas razões, no caso do Oceano Profundo, uma academia em rede poderá fazer mais sentido(51). Estas futuras academias dos sectores AEOP poderão até articular-se com iniciativas como o Catálogo Nacional de Qualificações (CNQ) ou, a uma menor escala, escalando os protocolos entre as empresas e o Instituto do Emprego e Formação Profissional (IEFP) ou envolvendo câmaras de comércio ou multinacionais que se venham a instalar em Portugal.

5.6.3. Gerir competências, mais do que gerir pessoas

Na década de 2020 iremos assistir a um acelerar da revolução digital iniciada nos anos 90 do século XX pelo aparecimento da internet. Com a disseminação do 4G (banda larga) e a ubiquidade das plataformas móveis (na década de 2010) deu-se a **emergência dos modelos de negócio altamente escaláveis ancorados no ciberespaço**, sendo que os mercados de trabalho estão hoje também estes profundamente ancorados no universo digital, facilitando a produtividade de **equipas colaborativas distribuídas**. O surto global de Covid-19 irá provavelmente ser recordado dentro de poucos anos como um **catalisador extraordinário na aceleração desta tendência social** (5), bem como a uma **explosão do trabalho remoto ou WFH** (5, 81, 82) e do fenó-

meno dos chamados “nómadas digitais”, o qual está a ser uma experiência para muitas empresas, e após a qual uma parte significativa desse trabalho remoto virá para ficar. É de esperar por isso que os **mercados de trabalho** se venham a tornar **ainda mais globais**, em contra-corrente com um aparente “recuo” da globalização económica (37).

Outra tendência a observar nesta década, e relacionada com esta revolução digital, é uma **muito maior fluidez da relações laborais**, com a Organização Internacional do Trabalho (OIT) a prever que quem entre no mercado de trabalho neste momento irá **mudar em média 13 vezes de carreira ao longo da sua vida activa** (78). O acelerar das potencialidades desta revolução digital irá criar uma variedade de profissões, as quais poderão em grande medida absorver pessoas de sectores que, entretanto, desaparecerem, no pressuposto de que exista um “re-skilling” adequado, como aliás é a visão da Fórum Oceano para suprir as necessidades de capital humano especializado para a indústria do Mar (51).

Por outro lado, ao estarmos a avançar para um modelo de economia circular, intrinsecamente multidisciplinar, não podemos ter uma formação estática ou compartimentada. O **ensino dual** surge aqui novamente como **um meio de providenciar essa transversalidade**.

Em face destas tendências, as empresas irão cada vez mais gerir competências e não pessoas, o que por sua vez irá colocar uma urgência e necessidade cada vez maior numa formação que vai mais além da tradicional para ser o chamado “competency based training”. Esta percepção é partilhada não apenas por especialistas de capital humano como a QSR (78) mas também por algumas associações empresariais como a APANT (6), segundo a qual os modelos de negócio emergentes durante a década 2020-2030 irão exigir um reforço da chamada “competency based training”, por oposição a uma formação académica clássica de pendor mais teórica. Este tipo de formação focada em competências (e com especial ênfase em gestão de risco, gestão do “stress” e atitudes) estava até agora tipicamente reservada a controladores de tráfego aéreo ou a pilotos, mas irá ser cada vez mais necessária para todos os operadores humanos envolvidos na cadeia de valor de produção e operação de “drones”, por exemplo. De notar que na opinião da APANT esta mesma transformação na oferta de formação será provavelmente aplicável aos sectores do Espaço e do Oceano Profundo.

6. MAPA DE SINERGIAS

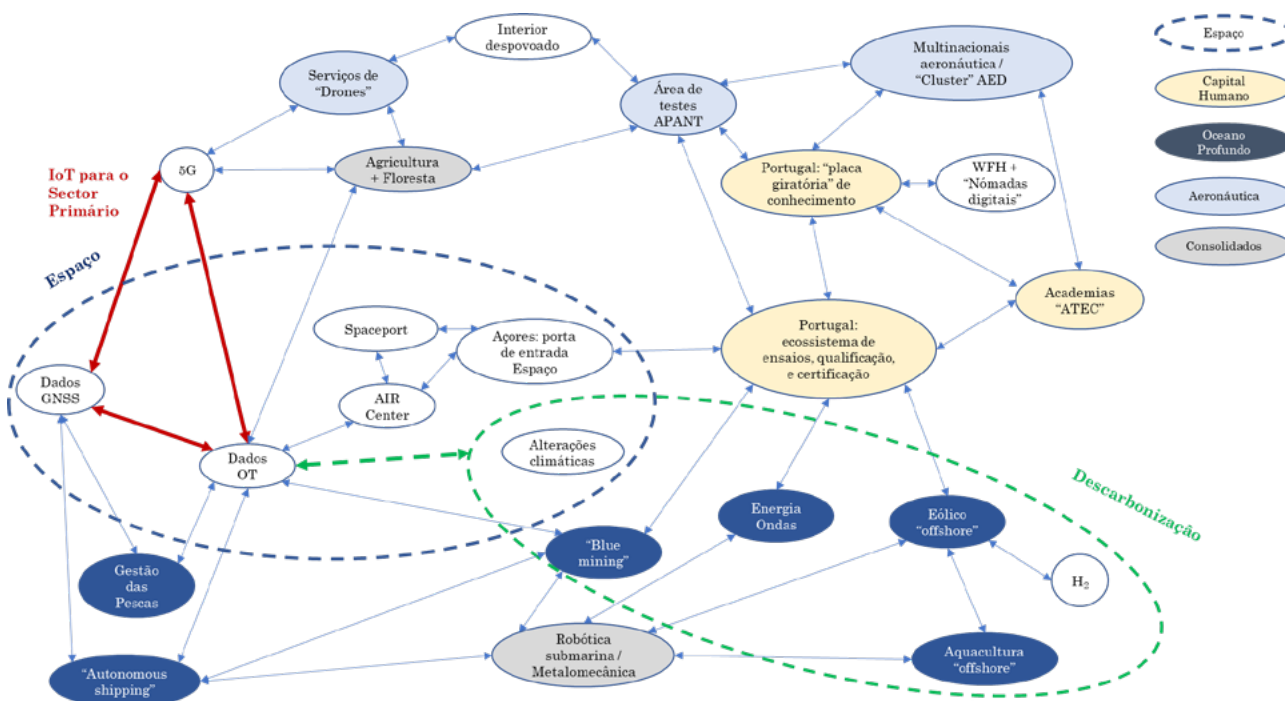
Nesta secção apresentamos um mapa de sinergias (ver Figura 11) que procura sintetizar várias das ideias expostas neste documento, bem como as possíveis relações entre estas que poderão ser exploradas na década de 2020-2030.

Entre as principais sinergias podemos indicar:

- Convergência tecnológica prevista para a década 2020-2030;
- Emergência de um triângulo “IoT para o sector primário”;
- O papel central de Portugal como um ecossistema de ensaios, qualificação e certificação;
- Modelos de negócio emergentes do Espaço e Oceano Profundo e como estes estão relacionados com a convergência tecnológica emergente;
- Relação entre vários modelos de negócio emergentes do Espaço e Oceano Profundo e a descarbonização da economia.

Figura 11

Mapa de sinergias sintetizando as ideias propostas neste documento.



7. BIBLIOGRAFIA

1. Covid-19: The scenarios, the lockdown, the reaction, the recovery. Monthly Economic Update [Internet]. 2020 [cited 2020 02/06/2020]:[46 p.]. Available from: www.ing.com/think.
2. Subran L, Barthalon E, Boata A, Lemerle M, Dib G, Huang F, et al. COVID-19: Quarantined Economics2020 [cited 2020 05/06/2020].
3. Bartsch E, Boivin J, Hildebrand P. How large is the coronavirus macro shock? Putting the near-term record-breaking shock in the longterm context. Macro and market perspectives [Internet]. 2020 [cited 2020 05/06/2020].
4. Sheetz M. Rocket Lab CEO: The space industry is entering at least “a year and a half slog” due to coronavirus. CNBC. 2020.
5. Cliffe M. Pandemics, How Covid-19 could change the world. THINK Economic and Financial Analysis [Internet]. 2020:[16 p.]. Available from: www.ing.com/think.
6. Gomes Mota J. Entrevista presencial ao vogal da Direcção da APANT. In: Ricardo J, editor. 2020.
7. Ready for take-off. The Economist. 2018 January 20th 2018.
8. Research DB. Imagine 2030, The decade ahead. Konzept [Internet]. Walmsley, Lloyd Madhukar, Kunal 03/06/2020 [cited 2020 03/06/2020]; (28-29).
9. Chung G, Gesing B, Chaturvedi K, Bodenbenner P. Logistics Trend Radar04/06/2020 [cited 2020 04/06/2020]; (Version 2018/2019).
10. Commission TE. European Commission adopts rules on operating drones2019.
11. EASA EUASA. EU wide rules on drones published2019 19/07/2020 [cited 2020 19/07/2020]. Available from: <https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/eu-wide-rules-drones-published>.
12. Félix Ribeiro J. A aeronáutica no IV sistema técnico económico, 2000-2020. 2020.
13. Ready for take-off. The Economist. January 20th 2018.
14. DJI drones adopted for precision ranching: DJI Enterprise; [Available from: <https://enterprise.dji.com/news/detail/dji-drones-adopted-for-precision-ranching>].
15. Precision Livestock Farming - Drone Arezzo: Drone Arezzo; [Available from: <https://www.dronearezzo.com/en/precision-livestock-farming/>].

16. Sunbird - Fixed Wing Drones for Aerial Mapping, Survey, Precision Agriculture and Surveillance 2020 [March 1st 2020]. Available from: <https://sunbirds.aero/>.
17. Bot flies. The Economist. 2017 December 16th 2017.
18. Space: Investing in the Final Frontier 2019 19/04/2019 [cited 2020 01/06/2020]:[5 p.]. Available from: <https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>.
19. Conde R. Entrevista a Ricardo Conde, membro da direcção da Portugal Space, Agência Espacial Portuguesa. In: Ricardo J, editor. 2020.
20. Does Earth's Future Depend on Space? 2019 19/04/2020 [cited 2020 01/06/2020]:[5 p.]. Available from: <https://www.morganstanley.com/ideas/space-earth-sustainability>.
21. Staff UJCo. Joint Operating Environment 2035, The Joint Force in a Contested and Disorderly World 2016 03/06/2020 [cited 2020 03/06/2020]:[17 p.].
22. Cerqueira C. Entrevista ao director do ESA Space Solutions Portugal. In: Ricardo J, editor. 2020.
23. BoldRobotics | ENGINEERED TO THRIVE 2020 [Available from: <https://boldrobotics.pt/>].
24. Cerqueira C. Entrevista presencial ao director do ESA Space Solutions Portugal. In: Ricardo J, editor. 2020.
25. Tesselo: Tesselo; 2020 [Available from: <https://tesselo.com/>].
26. There's lithium in them hills. The Economist. 2018 10/02/2018.
27. Estratégia Portugal Espaço 2030, Uma estratégia de investigação, inovação e crescimento para Portugal. Aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros, nº30/2018; 2018.
28. Undersee. We need more ocean: The next generation of water monitoring: Undersee; 2020 [Available from: www.undersee.io].
29. @dinheiro_vivo. Startup portuguesa Undersee escolhida para aceleração na Noruega. 2019.
30. Orbital ecosystem. The Economist. 2019 15/06/2019.
31. ISQ. SAGRES – Serviços digitalizados com base em informação de satélites de Observação da Terra - Grupo ISQ: ISQ; 2017 [updated 2017-03-07/16/03/2020]. Available from: <https://www.isq.pt/sagres-servicos-digitalizados-base-informacao-satelites-observacao-da-terra/>.
32. Rifer M. Extensão da plataforma continental vai estar fechada até 2021. Jornal Económico [Internet]. 2018 07/06/2020 [cited 2020 07/06/2020]. Available from: <https://jornaleconomico.sapo.pt/noticias/extensao-da-plataforma-continental-vai-estar-fechada-ate-2021-345332>.

33. Cabrita-Mendes A. Marinha vai ganhar seis novos navios patrulha oceânicos no valor de 352 milhões. *Jornal Económico* [Internet]. 2020 30/10/2020 [cited 2020 30/10/2020]. Available from: <https://jornaleconomico.sapo.pt/noticias/marinha-vai-ganhar-seis-novos-navios-patrulha-oceanicos-no-valor-de-352-milhoes-600465>.
34. Corporation R. Peering Into The Crystal Ball: Holistically Assessing the Future of Warfare. *The Future of Warfare* [Internet]. 2020. Available from: www.rand.org/t/RB10073.
35. Goldman DP. The Digital Age Produces Binary Outcomes, Defense R&D and Innovation. *American Affairs* [Internet]. 2017 04/06/2020 [cited 2020 04/06/2020]; Volume I(Number 1 (Spring 2017)): [97-112 pp.].
36. Bond K. The A-Z of the Energy Transition: Knowns and Unknowns 2020 04/06/2020 [cited 2020 04/06/2020].
37. Vaz G. Entrevista ao Chief Strategy Officer da WavEC - Offshore Renewables. In: Ricardo J, editor. 2020.
38. Steen KE, editor Floating wind - A booming opportunity. *Wavec Annual Seminar; 2019; Lisbon: Wavec - Offshore Renewables - Eventos*.
39. Strømsem KC, editor Open Ocean Salmon farming in Portugal, vision, perspectives for Portuguese industries and threats. *Wavec Annual Seminar; 2019; Lisbon: Wavec - Offshore Renewables - Eventos; 2019*.
40. Hansen HB, editor Ocean Ventures in TechnipFMC. *WavEC Annual Seminar; 2019; Lisbon: WavEC - Offshore Renewables - Eventos; 2019*.
41. Helfstein S. Down-to-Earth Investing in the Space Economy 2019 19/04/2020 [cited 2020 01/06/2020]: [5 p.].
42. EDP. WindFloat Atlantic project | edp.com: EDP; 2020 [Available from: <https://www.edp.com/en/windfloat>].
43. Durakovic A. First WindFloat Atlantic Turbine Sets Sail | Offshore Wind. *offshoreWINDbiz* [Internet]. 2019 2019-10-21 Available from: <https://www.offshorewind.biz/2019/10/21/first-windfloat-atlantic-turbine-sets-sail/>.
44. Santos C, editor Commercial Floating Wind - The Windfloat Role. *Wavec Annual Seminar; 2019; Lisbon: Wavec - Offshore Renewables - Eventos*.
45. Eiras R, editor Portugal's Blue Ecosystem of Innovation. *WavEC Annual Seminar; 2019; Lisbon 2019*.
46. @SmartEnergyTV. AW-Energy WaveRoller generates ocean energy near Portugal 2019 2019-05-10. Available from: <https://www.smart-energy.com/renewable-energy/aw-energy-waveroller-generates-ocean-energy-near-portugal/>.
47. Djunic S. AW-Energy close to commissioning WaveRoller device in Portugal 2020 25/04/2020.
48. @CORDIS_EU. Simple Underwater Generation of Renewable Energy | SURGE Project | FP7 | CORDIS

- | European Commission: @CORDIS_EU; 2020 [Available from: <https://cordis.europa.eu/project/id/239496>].
49. Akerberg J, editor WaveRoller, Present and Future Developments. Wavec Annual Seminar; 2019 04/12/2019; Lisbon: Wavec - Offshore Renewables - Eventos.
 50. Möller P, editor High efficiency wave energy - enabling a deeply decarbonized energy. Wavec Annual Seminar; 2019 04/12/2019; Lisbon: Wavec - Offshore Renewables - Eventos.
 51. Azevedo R. Entrevista ao Secretário-Geral da Forum Oceano - Associação da Economia do Mar. In: Ricardo J, editor. 2020.
 52. Aquaculture production (metric tons): The World Bank; 2019 [cited 2020 02/05/2020]. Available from: https://data.worldbank.org/indicator/ER.FSH.AQUA.MT?most_recent_value_desc=true.
 53. Agro-Alimentar | O Que Fazemos | Jerónimo Martins: Jerónimo Martins; 2020 [Available from: <https://www.jeronimomartins.com/pt/sobre-nos/o-que-fazemos/agro-alimentar/>].
 54. Aveiro Ud. UA estuda aquacultura do salmão no mar promovida pela Jerónimo Martins 2019 25/04/2020. Available from: <https://www.ua.pt/pt/noticias/9/61108>.
 55. Encarnação P, editor Offshore aquaculture pilot project. WavEC Annual Seminar; 2019; Lisbon: WavEC - Offshore Renewables - Eventos; 2019.
 56. Encarnação P, editor Offshore aquaculture pilot project. Wavec Annual Seminar; 2019; Lisbon: Wavec - Offshore Renewables - Eventos; 2019.
 57. Serrão Santos R, editor. WavEC Annual Seminar; 2019; Lisbon: WavEC - Offshore Renewables - Event; 2019.
 58. ESA. ESA - Boosting capability: Santa Maria station to join ESTRACK: ESA; 2008 [Available from: http://www.esa.int/Enabling_Support/Operations/Estrack/Boosting_capability_Santa_Maria_station_to_join ESTRACK].
 59. Space P. Azores International Satellite Launch Programme | Portugal Space: Portugal Space; 2019 [updated 2019-03-28. Available from: <https://www.ptspace.pt/azores-international-satellite-launch-programme/>].
 60. Lusa A. Açores recebe cimeira sobre o espaço a partir de sexta-feira. Expresso. 2019 20/06/2019.
 61. Firmino T. Ilha de Santa Maria confirmada como bom local para lançar foguetões na Europa. Público. 2018 21/07/2018.
 62. Fort B, editor Atlantic Spaceport Center, Feasibility Assessment Report. GoPortugal | UT-Austin and Portugal Building the Future; 2018 01/03/2018; Porto, Portugal.
 63. Silva N, editor Atlantic Spaceport Center feasibility study. UT Austin e Portugal - Building the Future; 2018 01/03/2020; Porto, Portugal.
 64. Orbex. Orbex 2020 [Available from: <https://orbex.space/>].

65. Social PdGRdA-GdAàC. Em 2020 serão consolidados vários projetos científicos e tecnológicos nos Açores, afirma Gui Menezes. Lisboa: Presidência do Governo Regional dos Açores - Gabinete de Apoio à Comunicação Social; 2019.
66. Silves D. Space Rider em Santa Maria 2019 [updated 23/12/2019]. Available from: <https://santaespacomaria.com/2019/12/23/space-rider-em-santa-maria/>.
67. ESA. ESA - Space Rider: ESA; 2020 [Available from: https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Space_Rider].
68. RTP ReTdP-RA. Santa Maria tem concorrência pelo Space Rider (Vídeo) - Local - RTP Açores - RTP: RTP Açores; 2020 [Available from: https://www.rtp.pt/acoress/local/santa-maria-tem-concorrenca-pelo-space-rider-video_65077?fbclid=IwAR3Ne1yczp3DC-r6r1oS9pQUeqT2IDEsMHhbbD7-kRVoQq_UVu6-48RsF7k].
69. Jones S. The hollowing out of Spain – and the minister trying to reverse it. The Guardian. 2020.
70. @HQUSAFEPA. 65th ABW redesignates at Lajes Field. 2020.
71. Lusa A. Portugal deve tomar a iniciativa se quiser rever o Acordo das Lajes. Diário de Notícias. 2020.
72. Manna: Manna; 2020 [Available from: <https://www.manna.aero/>].
73. Blum P. A Setback for Wave Power Technology. The New York Times. 2009 16/03/2009.
74. Pico wave power plant caves in 2018 [cited 2020 13/06/2020]. Available from: <https://www.offshore-energy.biz/pico-wave-power-plant-caves-in/>.
75. Stutt A. Nautilus Minerals officially sinks, shares still trading - MINING.COM. Miningcom [Internet]. 2019 25/04/2020. Available from: <https://www.mining.com/nautilus-minerals-officially-sinks-shares-still-trading/>.
76. Bullock M, editor Floating Wind - what insurers care about. WavEC Annual Seminar; 2019; Lisbon: WavEC - Offshore Renewables - Eventos; 2019.
77. Virgin Hyperloop Unveils West Virginia as the Location for the Hyperloop Certification Center 2020 [cited 2020 27/10/2020]; (27/10/2020). Available from: <https://virginhyperloop.com/press/west-virginia-hcc>.
78. Maio C. Entrevista ao Director da QSR - Talent Driven Culture, Carlos Maio. In: Ricardo J, editor. 2020.
79. Quem Somos? | ATEC - Academia de Formação 2020 [Available from: <https://www.atec.pt/academia-formacao-atec/quem-somos.html>].
80. Maio C. Entrevista ao Director da QSR - Talent Driven Culture. In: Ricardo J, editor. 2020.
81. Tonby O, Woetzel J. Could the next normal emerge from Asia? 2020 03/06/2020 [cited 2020 03/06/2020].
82. Fox J. The Rise of Work-From-Home Towns. Bloomberg Opinion. 2020 27/08/2020.