



## IPSentinel: Desenvolvimento de uma plataforma colaborativa para a disseminação de informação geoespacial em Portugal

Mário CAETANO<sup>1</sup>, Paulo CRISÓGONO<sup>2</sup>; José SANTOS<sup>3</sup>; Andreia BARBEIRO<sup>4</sup>; Marisa SILVA<sup>5</sup>; Paulo PATRÍCIO<sup>6</sup>, Bruno ANJOS<sup>7</sup>, Marco SILVA<sup>8</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Direção Geral do Território, Lisboa

<sup>7,8</sup> Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Lisboa

(mario.caetano@dgterritorio.pt; pcrisogono@dgterritorio.pt; jpsantos@dgterritorio.pt; abarbeiro@dgterritorio.pt; marisas@dgterritorio.pt; ppatricio@dgterritorio.pt; bruno.anjos@ipma.pt; marco.silva@ipma.pt)

**Palavras-chave:** Copernicus, Deteção Remota, IPSentinel, Observação da Terra, Portugal National Mirror, Segmento solo colaborativo nacional, Sentinel

**Resumo:** A Direção-Geral do Território (DGT), organismo público nacional com responsabilidades na prossecução das políticas nacionais de ordenamento do território bem como na manutenção das bases de dados geográficos de referência, e o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), com competências nos domínios do mar e atmosfera, iniciaram, através do programa EEA Grants sob a coordenação da Direção-Geral de Política do Mar (DGPM), um projeto para a implementação e coordenação de uma infraestrutura tecnológica para armazenamento e disseminação sem custos de imagens dos satélites Sentinel, adquiridas ao abrigo do Programa Europeu - Copernicus. Esta plataforma funcionará como *National Mirror* para Portugal e terá a designação de Infraestrutura Portuguesa para dados Sentinel – IPSentinel. A IPSentinel enquadra-se no Segmento Solo Colaborativo (CollGS) do Programa Copernicus coordenado pela Comissão Europeia (CE) com o suporte técnico da Agência Espacial Europeia (ESA) e Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT). Permitirá o armazenamento e difusão de imagens obtidas pelos diferentes satélites Sentinel para a área geográfica de Portugal e a área marítima definida como área de busca e salvamento na qual Portugal tem responsabilidades operacionais, criando assim um acesso privilegiado a um vasto conjunto de dados na área da Observação da Terra (OT). Esta plataforma permitirá não só o acesso às imagens dos satélites Sentinel, mas também permitirá a exploração e disseminação de novos produtos derivados dessas imagens, procurando assim capitalizar o potencial desta nova geração de satélites no âmbito da OT, podendo dar um forte contributo em áreas como a monitorização dos meios terrestre, marinho e atmosférico ou na gestão de emergências.



## 1. Introdução

Podemos encontrar em Portugal bons exemplos da utilização de informação geoespacial (IG) e de como esta possibilita respostas mais eficientes e eficazes para o processo de decisão ao nível institucional. Mas a IG não se limita a dar apoio aos agentes decisores, contribuindo também decisivamente, de forma direta e indireta, para o crescimento da economia. Hoje as tecnologias e sistemas de IG evoluem a um ritmo considerável, em particular na área da Observação da Terra (OT) onde os satélites assumem um papel cada vez mais importante enquanto fontes de informação de qualidade e rigor, permitindo uma gama de aplicações cada vez maior. Em linha com esta dinâmica a União Europeia (UE) criou o programa Copernicus (regulamento (UE) nº377/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho de 3 de abril de 2014). Este programa, implementado pela UE em conjunto com a Agência Espacial Europeia (ESA) e seus Estados-Membros (EMs), visa a observação e monitorização da Terra em diversas áreas (e.g. meio oceânico, terrestre e atmosférico, alterações climáticas, segurança e desastres naturais) e pretende assegurar a disponibilização de informação geográfica, com qualidade, rigor e com alto nível de atualização, dando resposta a necessidades ordinárias e/ou regulares mas também em situações de emergência.

A organização do programa Copernicus assenta em três componentes distintas: Espaço, *InSitu* e Serviços. Cada uma destas componentes tem um papel determinante no sucesso do programa e envolve investimentos significativos. Nesta fase a Componente Espaço é talvez a mais visível, pelo desenvolvimento e lançamento de satélites dedicados que transportam uma variedade de tecnologias, tais como, sensores radar e multiespectrais para a monitorização de terra, oceano e atmosfera – as missões Sentinel (Caetano *et al.*, 2014). A componente espaço está a ser implementada pela ESA e pela Organização Europeia para a Exploração de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT). Com o objetivo de potenciar e disseminar o resultado destas missões Sentinel constituiu-se o Segmento Colaborativo de Solo (Collaborative Ground Segment - CollGS) do qual fazem parte diversos agentes com destaque particular para os vários EMs.

O projeto IPSentinel corresponde a uma concretização das políticas do CollGS no que respeita à criação de plataformas nacionais que permitam o armazenamento e a disseminação dos dados provenientes das missões dedicadas - *National Mirrors*. Resulta de uma parceria entre Direção-Geral do Território (DGT) e Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), fomentada pela Direção-Geral de Política do Mar (DGPM) e financiada pelo programa EEA Grants.

Os dados e informações disponíveis na IPSentinel correspondem a uma área (Figura 1) que engloba Portugal continental, as Regiões Autónomas, a Zona Económica Exclusiva (ZEE) e uma área de mar definida como área de busca e salvamento na qual Portugal tem responsabilidades operacionais. A IPSentinel contará com um acesso privilegiado aos dados Sentinel 1, uma vez que tem uma ligação direta à estação terrestre de Santa Maria que é por sua vez o primeiro ponto de receção desses dados.

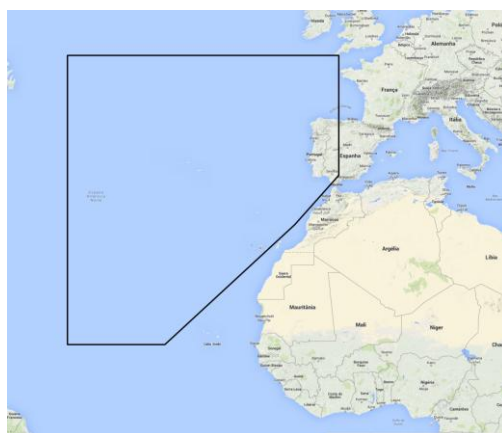


Figura 1 – Área de informação disponível na IPSentinel



A IPSentinel pretender dar um contributo responsável e decisivo para a disseminação e exploração de dados das missões Sentinel bem como promover a utilização de produtos derivados nas mais variadas áreas da OT, oferecendo às entidades públicas e privadas a possibilidade de usufruir das inovações tecnológicas resultantes destas missões.

Para além da infraestrutura propriamente dita, a IPSentinel contempla ainda o desenvolvimento de um website que se pretende que seja uma plataforma de trabalho colaborativa para os vários agentes no domínio da OT.

## 2. Programa Europeu Copernicus

### 2.1 Breve descrição

O Programa Copernicus é um programa europeu para a observação e monitorização da Terra, que surge na sequência do programa de Global Monitoring for Environment and Security (GMES) e assenta numa parceria estabelecida entre a União Europeia (UE), a ESA e os vários Estados-Membros (EM). O seu principal objetivo é a aquisição, o tratamento e a disponibilização atempada de dados e informação geoespacial rigorosa e fiável. Toda esta informação suporta uma vasta área de aplicações que inclui, por exemplo, a proteção do ambiente, a gestão de áreas urbanas, o planeamento regional e local, a agricultura, a silvicultura, as pescas, a saúde, os transportes, as alterações climáticas, o desenvolvimento sustentável, a proteção civil e o turismo, entre outros. Pretende-se que se constitua como um contributo essencial para os decisores políticos e autoridades públicas que terão a possibilidade de sustentar as suas decisões estratégicas em informação atualizada e de referência (EU, Terms and Conditions for the Use and Distribution of Sentinel Data).

O programa Copernicus integra na sua estrutura três componentes essenciais: a Componente Espaço, direcionada para a OT através de sensores remotos - satélites; a Componente *In Situ*, com o mesmo propósito mas com recurso a infra-estruturas *In Situ* e que inclui também informação geográfica de referência; e a Componente de Serviços, que prevê a disponibilização de informação geográfica derivada a partir de dados de OT e *In Situ* de uma forma célere e de fácil utilização para os cidadãos e entidades com responsabilidades nas áreas da gestão de recursos, segurança e proteção civil.

As imagens de satélite adquiridas pelos Sentinels e a informação produzida no âmbito dos serviços centrais do programa Copernicus serão de distribuição gratuita.

### 2.2 Componente Espaço

A Componente Espaço tem como objetivo a recolha, pré-processamento e distribuição de dados obtidos a partir de sensores remotos instalados em satélites. Esta componente abrange dois tipos de missões: Missões Dedicadas - satélites construídos e operados no âmbito do Copernicus (Quadro 1); e Missões Contributivas - satélites que são desenvolvidos fora do contexto do Copernicus e adquirem dados relevantes para a implementação do programa. Os satélites deste grupo pertencem a instituições como a própria ESA; a Agências Espaciais dos EMs e de países terceiros e à EUMETSAT.

A Componente Espaço é complementada pelo Segmento Colaborativo de Solo (CollGS) que controla as operações de voo e aquisição, arquivo, processamento e distribuição dos dados. Neste segmento os EMs têm vindo a assumir um importante papel com a implementação de infraestruturas tecnológicas, como é o caso da IPSentinel.

Quadro 1 – Sensores e principais aplicações dos satélites das missões Sentinel

Missão	Caracterização	Aplicações
Sentinel-1	Sensor C-SAR dedicado à monitorização terrestre e oceânica	Monitorização do coberto florestal e áreas agrícolas; monitorização de ambientes marinhos, zonas de gelo marítimo e zonas de gelo ártico; deteção de navios e derrames de petróleo; monitorização de alterações climáticas; deslizamento de terras; segurança marítima; cartografia de apoio a atividades de ajuda humanitária.
Sentinel-2	Sensor multiespectral de alta resolução para	Criação de mapas de ocupação e uso do solo; mapas de variáveis



	monitorização terrestre	biogeofísicas (e.g. percentagem de coberto vegetal, índice de clorofila, índice de área foliar); gestão de emergências através do mapeamento de áreas urbanas localizadas em zonas de risco de ocorrência de desastres naturais; vigilância marítima e de fronteiras; atividades de apoio à ação externa da UE; monitorização de alterações climáticas.
Sentinel-3	Vários sensores: OLCI (Ocean and Land Colour Instrument); SLSTR (Sea and Land Surface Temperature Radiometer); SRAL (SAR Altimeter); e MWR (Microwave Radiometer)	Medições topográficas da superfície do oceano; medição da temperatura à superfície da terra e dos oceanos; caracterização da cor dos oceanos e da refletância da cobertura do solo; segurança e proteção marítima; monitorização das zonas costeiras; serviços atmosféricos; suporte à segurança a serviços europeus de ajuda humanitária.
Sentinel-4	Instrumento UVN (Ultra-violet Visible Near-infrared spectrometer) que será colocado a bordo dos satélites da EUMETSAT para monitorização atmosférica	Monitorização da qualidade do ar, dos níveis de ozono estratosférico; medições da radiação solar; monitorização do clima.
Sentinel-5 e 5P	Instrumento TROPOMI (Tropospheric Monitoring Instrument), que inclui o espectrómetro UVNS (Ultraviolet Visible Near-infrared Shortwave Spectrometer) para monitorização atmosférica a partir de satélites com órbita polar	Medições de Ozono (O <sub>3</sub> ), dióxido de azoto (NO <sub>2</sub> ), dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ), monóxido de carbono (CO), metanal (CH <sub>2</sub> O), metano (CH <sub>4</sub> ) e aerossóis. Monitorização da qualidade do ar, dos níveis de ozono estratosférico; medições da radiação solar; monitorização do clima.
Sentinel-6/ Jason-CS	Possui vários instrumentos dedicados à monitorização do meio marinho e observações de alta precisão da topografia da superfície dos oceanos. Os instrumentos são: Altimetro de radar; Radiómetro micro-ondas (AMR-C); Recetor de GNSS; Recetor DORIS; 5) Laser Reflector Array; Radio-Occultation Instrument	Aplicações Geodésicas e Oceanográficas. Determinação e monitorização global do nível médio do mar; previsão marítima a curto prazo e previsão operacional da ondulação; monitorização do clima.

### 2.3 Componente *In Situ*

A Componente *In Situ* diz respeito à informação que apenas é possível obter de forma mais próxima ou exatamente no local de ocorrência dos fenómenos em análise. Recorre-se a várias técnicas e/ou tecnologias para permitir o acesso a informação diversa e geograficamente dispersa. Da rede de dados existente faz parte: a Rede Europeia dos Serviços Meteorológicos (EUMETNET); a Associação Europeia para o Sistema de Observação Global (EuroGOOS); a Associação Europeia das Agências Cartográficas e Agências Cadastrais (EuroGeographics); a Associação Europeia de Inquéritos Geológicos (EuroGeoSurveys) e a Rede Europeia de Observação e Dados Marinhos (EMODNET). Esta componente inclui também informação geográfica de referência.



## 2.4 Componente Serviços

A componente de serviços será a componente mais visível do programa Copernicus, concretizando um dos seus principais objetivos no que respeita à disponibilização de produtos e serviços. Resulta diretamente dos dados adquiridos na Componente Espaço e na Componente In Situ, incluindo cartografia de referência e outros dados auxiliares. Esta componente abarca seis domínios temáticos: Monitorização do meio terrestre (ordenamento do território, planeamento urbano, gestão de recursos naturais, gestão florestal e agrícola, gestão de recursos hídricos); Gestão de Emergências (apoio a catástrofes meteorológicas, geofísicas, antropogénicas e apoio à ajuda humanitária); Monitorização do meio marinho (e.g., caracterização do estado do mar e dos ecossistemas marinhos); Monitorização atmosférica (controlo da qualidade do ar à escala local, nacional e europeia; e da composição química à escala mundial; Segurança (monitorização de fronteiras, vigilância marítima, segurança marítima e apoio às ações externas da UE); e Monitorização das alterações climáticas (construção de uma base de conhecimento de apoio a políticas de mitigação e adaptação a alterações climáticas).

## 3. Copernicus.PT

### 3.1 Caracterização

Pretende-se uma cada vez maior interação e interoperabilidade entre os diversos agentes da OT. O *website* Copernicus.PT, cuja criação foi proposta pelo Grupo de Trabalho de Observação da Terra (GTOT) no Plano de Ação Transversal para a Exploração do Programa Copernicus, será um ponto fulcral nessa matéria quer pelo seu acesso privilegiado à infraestrutura IPSentinel, a portais europeus dos serviços Copernicus e portais nacionais de informação geográfica (e.g. Sistema Nacional de Informação Geográfica), quer pela sua concepção como plataforma de trabalho congregadora e partilhada. O site contempla ainda na sua implementação uma área restrita para o GTOT.

O *website* terá assim, o importante papel de sensibilizar a administração pública e os cidadãos para as vantagens e potencialidades da utilização de dados de satélites e produtos derivados nos processos de apoio a políticas públicas. Nesse sentido é decisiva a participação de todas as entidades com competências e conhecimento nesta área, sendo a partilha de conhecimento uma pedra basilar de todo o programa.

### 3.2 Produtos derivados

Como já referido anteriormente, no âmbito do projeto serão desenvolvidos produtos derivados com base nos dados Sentinel (e.g. mapas de risco de cheias, áreas aridas, DEM). Estes produtos, depois de processados serão registados no Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG) permitindo uma consulta rápida e eficaz para qualquer utilizador. No futuro espera-se também a operacionalização de alguns serviços dedicados (e.g. serviços de apoio à proteção civil) que darão resposta a necessidades específicas dos cidadãos e das entidades públicas.

## 4. IPSentinel - Desenvolvimento e Implementação

### 4.1 Requisitos e plano de ação

A arquitetura proposta para a infraestrutura terá como base a utilização de *software* e tecnologia FOSS (*Free and Open Source*) em todas as suas componentes e seguirá uma solução física (i.e. servidores físicos) com partilha de recursos entre a DGT e o IPMA, tirando partido do *know-how* de ambas as instituições. Nesta solução foram tomados em consideração, nomeadamente no que respeita ao *hardware*, aspetos relevantes, tais como: o volume de dados e capacidade de armazenamento; a velocidade de conectividade entre máquinas e velocidade na rede; o número de utilizadores; e o volume de dados no que diz respeito a produtos derivados em linha com as necessidades nacionais. Tendo em conta as exigências e os aspetos referidos, a estratégia de desenvolvimento e implementação do projeto, compreenderá 7 tarefas principais no seu plano de ação:

1. Definição e desenvolvimento da infraestrutura a implementar;
2. Aquisição de hardware;



3. Desenvolvimento de um *website* - Copernicus.PT - para divulgação do projeto e de ações no âmbito do programa Copernicus (nacionais e internacionais), e como plataforma de trabalho do Grupo Interministerial de Observação da Terra (GIOT);
4. Adaptação do software DHuS (*Data Hub Software*) de acordo com as especificidades do projeto;
5. Disponibilização de imagens Sentinel ao público em geral, através do site;
6. Ações de divulgação do IPSentinel em Portugal;
7. Estudo, desenvolvimento e criação de produtos e serviços com base em imagens Sentinel.

Uma das peças chave em todo este processo é o *software* DHuS (ponto 4). Este *software*, distribuído gratuitamente numa lógica *open-source* sob a licença GNU GPL, foi desenvolvido pela ESRIN/ESA com o objetivo de gerir a disseminação *online* de dados de satélite de OT (ESA - Data Hub Service, 2014). Apesar de, até à data, apenas se encontrar preparado para a disseminação de dados do Sentinel 1, a sua evolução é contínua pelo que se espera que a sua utilização seja extensível às restantes missões. O DHuS será incorporado na IPSentinel com as necessárias adaptações às especificidades do projeto e à realidade do território nacional. Com efeito, essa liberdade de desenvolvimento e adaptação foi a principal razão pela sua escolha.

#### 4.2 Arquitetura

A arquitetura prevista (Figura 1) é constituída por um *website*, dois servidores e três servidores de disco (*storages*) divididos em dois blocos, um direcionado para produtos relacionados com o mar e atmosfera (Bloco Mar e Atmosfera) e outro direcionado para produtos relacionados com o meio terrestre (Bloco Terra). Apresenta-se de seguida o resumo das principais funções das máquinas e *websites*:

- **Copernicus.pt:** *Website* com informação de OT, nomeadamente: programa Copernicus em Portugal; satélites Sentinel; produtos derivados Sentinel; casos de estudos nas áreas da OT, documentação, relatórios, etc.; e plataforma de trabalho para o GIOT;
- **IPS-FE Server (IPSentinel Front-End Server):** Com a função de *Webserver* tem instalada a aplicação DHuS (*software* de gestão de armazenamento/disseminação de imagens Sentinel) e é responsável pela ingestão no IPS-RA (*IPSentinel Rolling Archive*) de dados vindos do repositório da ESA e do repositório da Estação de Santa Maria (estação nacional recetora dos satélites Sentinel - até à data só a receber do Sentinel 1);
- **IPS-RA (IPSentinel Rolling Archive):** Repositório de imagens vindas dos repositórios da ESA e da Estação de Santa Maria. Os produtos armazenados serão regularmente atualizados a um período temporal de 2 meses;
- **SWAP (Storage for derivated Water & Atmospheric Products):** Repositório de produtos derivados de Mar e Atmosfera;
- **DLP Server (Derivated Land Products Server):** Máquina responsável pelo processamento, gestão e visualização dos produtos derivados para Terra;
- **SLP (Storage for Land Products):** Repositório de produtos derivados ligados com Terra.

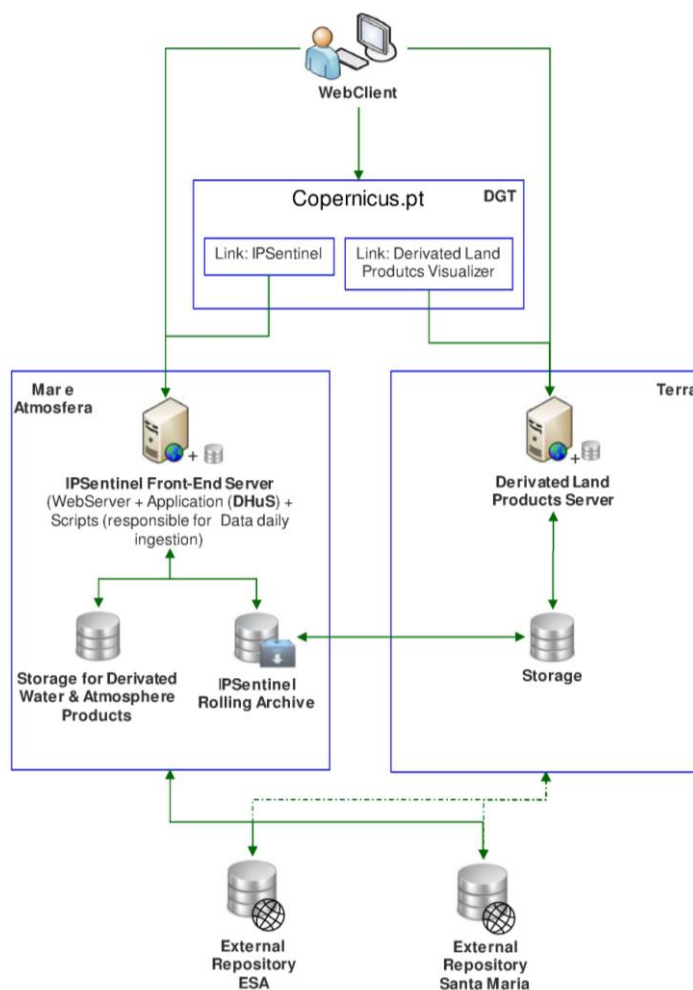


Figura 2 – Arquitetura IPSentinel

Os dados dos satélites *Sentinel*, depois de transferidos pelo IPS-FE Server dos repositórios (ESA e Santa Maria) para o IPS-RA, ficarão disponíveis para pesquisa e *download* através da interface do DHuS. Esta ingestão de dados vindos dos repositórios externos será efetuada periodicamente, atendendo às solicitações nacionais, i.e. dependendo da procura de imagens por parte dos utilizadores e das exigências do objetivo da procura (e.g. suporte em situações de emergência, estudo temporal, mapa de alterações de linha de costa, etc.). O IPS-FE Server será também responsável pela gestão de produtos derivados relevantes para o mar e atmosfera. Do lado do Bloco Terra será o DLP Server o responsável pela transferência de dados do IPS-RA para o SLP e pela gestão dos produtos derivados para Terra. Ambos os blocos (Bloco Mar e Atmosfera e Bloco Terra) serão referenciados no principal *Website* do projecto – Copernicus.PT, para todos os utilizadores interessados. Todo o fluxo de informação externo será suportado pela rede GÉANT, infraestrutura de comunicações pan-europeia, cujo objetivo é apoiar as redes nacionais de investigação e ensino europeias, que garantirá velocidades de conectividade que vão ao encontro dos requisitos do projeto.

## 5. Conclusões

A implementação de um *National Mirror* em Portugal - Copernicus.PT - é um enorme estímulo para o desenvolvimento de todas as áreas científicas e aplicadas no que respeita a OT, o que representa uma vantagem indiscutível no panorama atual. A adoção de uma arquitetura aberta e com recurso a *software* FOSS (*Free and Open Source*) coloca-nos em linha com as melhores práticas e com as orientações da *task-force* (TF), recentemente criada pela Comunidade Europeia em parceria com a CE, os EMs, a ESA e



a EUMETSAT. Entre outras questões, esta TF pretende potenciar a total cooperação e interoperabilidade entre os diversos agentes envolvidos nas diversas componentes do Copernicus.

Toda a informação proveniente da Componente Espaço Dedicada será gerida numa lógica de acesso livre e contínuo. Com esta política os cidadãos e entidades públicas e privadas terão um acesso permanente a um conjunto de informação vital para o estudo da Terra. Desta forma Portugal garante canais de acesso imediato e privilegiado a informação de referência e atualizada de Observação da Terra. Pretende-se que este seja um contributo assinalável para o estímulo da eficiência e eficácia na boa administração dos recursos, na gestão situações de emergência e de desastres, nas políticas de ordenamento do território e na monitorização dos meios terrestres e marinhos.

Na génese da arquitetura da IPSentinel, que assenta numa plataforma aberta de dados para os produtos Sentinel, não foi descurada a importância de atender ao forte potencial do projeto, contemplando a visão de que o acesso livre e generalizado a este tipo de informação estimulará exponencialmente a procura e o consequente desenvolvimento de novos produtos. Este cenário irá exigir uma elasticidade constante da infraestrutura devido ao volume de dados disponível, bem como ao crescente número de *downloads* previsto por parte dos utilizadores. O cuidado presente no desenho e implementação desta arquitetura, de natureza escalável, salvaguardará o impacto provocado pelo crescimento expectável.

A oportunidade criada pela DGPM, sob o financiamento dos *EEA Grants*, dará um importante contributo para o desenvolvimento do segmento da OT em Portugal. Desta forma o país ficará a par dos restantes países europeus na área do espaço. Importa também referir que Portugal, como membro da ESA, partilha os seus interesses estratégicos e participa nos seus investimentos, devendo por isso capitalizar essa participação. De acordo com estudos feitos pela ESA, o programa Copernicus irá gerar um benefício económico de mais de 30 mil milhões de euros e um mínimo de 50.000 novos postos de trabalho até 2030, contribuindo, desta forma, para a dinamização da economia europeia e dos seus Estados Membros.

A implementação desta infraestrutura, de acesso sem custos e quase instantâneo a dados de satélite sistemáticos sobre o território nacional, mudará o paradigma de como os diversos agentes da Administração Pública, investigadores, entidades privadas, e cidadãos em geral, se relacionam com a Observação da Terra. Assim, o acesso a informação geográfica periódica e atualizada permitirá não só a criação de novos serviços de monitorização do ambiente marinho, terrestre, atmosférico e de alterações climáticas, mas também permitirá tornar significativamente mais célere e eficaz a resposta em situações de emergência e segurança a nível nacional (e.g. apoio às atividades da Proteção Civil).

Em suma, para além dos benefícios económicos desencadeados pelo programa Copernicus, Portugal irá seguramente posicionar-se como um dos principais agentes do Segmento Solo Colaborativo contribuindo para o desenvolvimento de produtos e serviços na área da Observação da Terra, concretamente na exploração das imagens dos satélite da missão Sentinel. Este desígnio apenas será concretizável com uma participação ativa de todos os agentes, numa lógica cooperativa e de partilha de saber.

## Referências Bibliográficas

- Caetano, M.; Brás, T. (2014). Satélites e serviços do programa Copernicus. Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT). Collaborative Ground Segment, <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/ground-segment/collaborative>, consultada em 20 Junho de 2015
- ESA (2014). Data Hub Service - Software Manual.
- ESA (2014). Data Hub Service - Architectural Design Document.
- European Commission (2014). Terms and Conditions for the Use and Distribution of Sentinel Data.
- Programa Europeu Copernicus, <http://www.copernicus.eu/>, consultada em 20 junho de 2015.
- Agência Espacial Europeia, <http://www.esa.int/ESA>, consultada em 20 junho de 2015.
- Sentinel Data Access, <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access>, consultada em 20 junho de 2015.
- Regulamento (UE) nº377/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho de 3 de abril de 2014, consultado em 1 junho de 2015.