

APLICAÇÕES DA DETEÇÃO REMOTA À GEOLOGIA

Aplicações da deteção remota à Geologia

LÍDIA QUENTAL



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

07 março 2026



Copernicus
AMBASSADOR →



**REPÚBLICA
PORTUGUESA**
AMBIENTE E ENERGIA



[Adapt. http://hdl.handle.net/10400.9/3746](http://hdl.handle.net/10400.9/3746)

RECURSOS GEOLÓGICOS

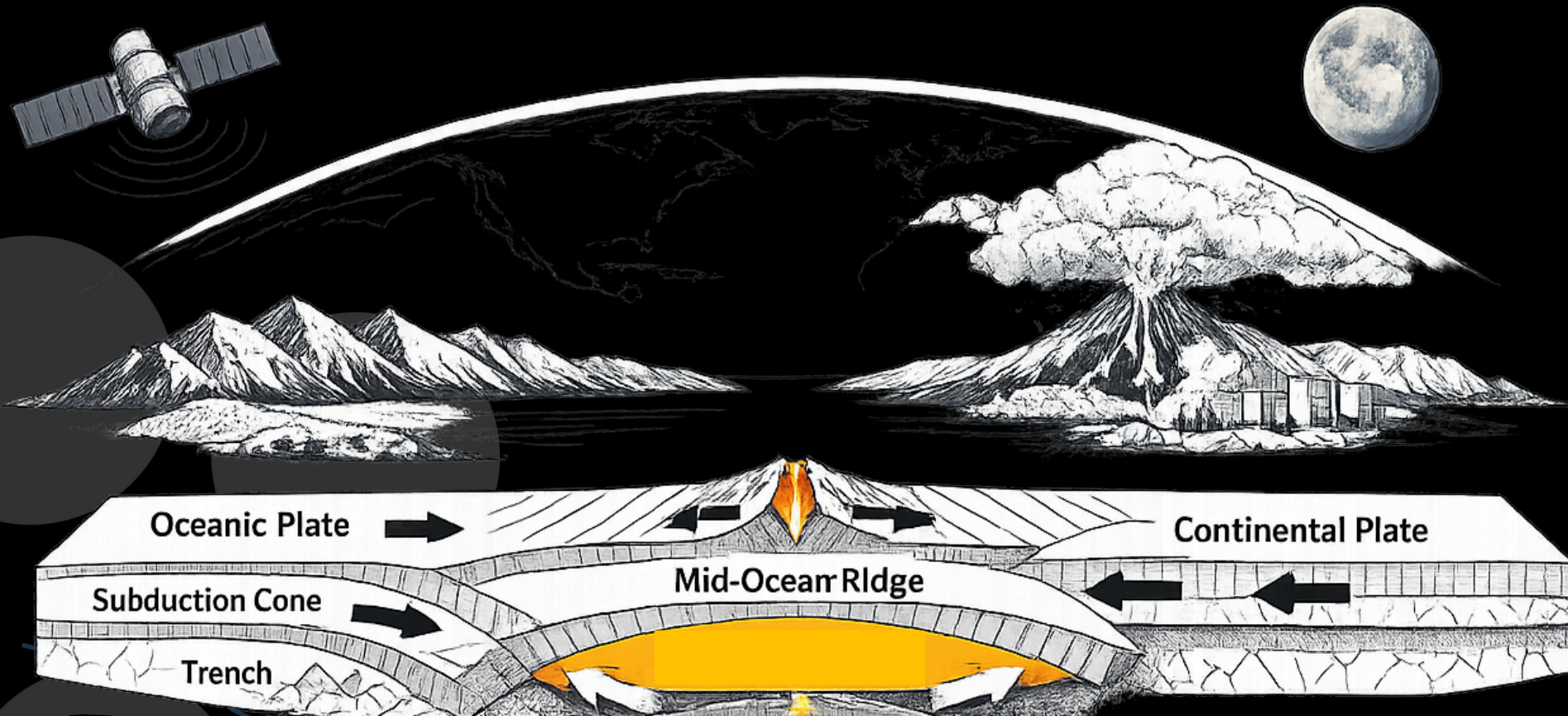
- minerais metálicos e não metálicos
- geotérmicos
- hidrogeológicos
- energéticos

.....

PERIGOSIDADE GEOLÓGICA

- sismos
- movimentos de massa
- erosão costeira
- erupções vulcânicas

.....



A observação da Terra na captura da informação sobre fenómenos geológicos



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Copernicus
AMBASSADOR



CARACTERIZAÇÃO



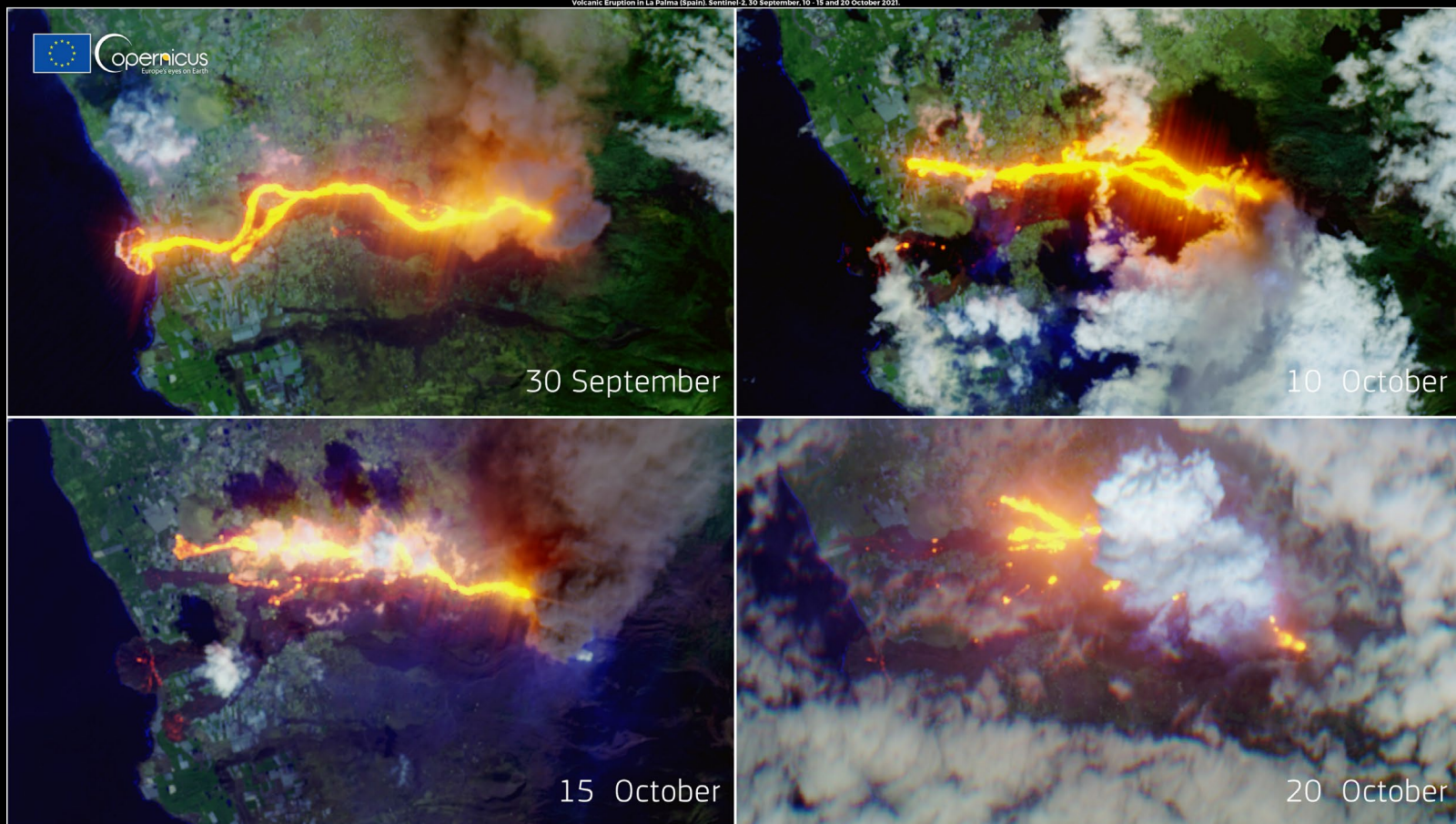
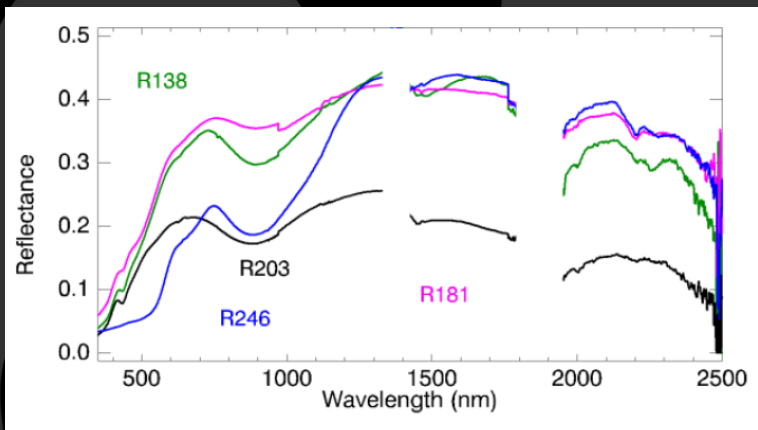
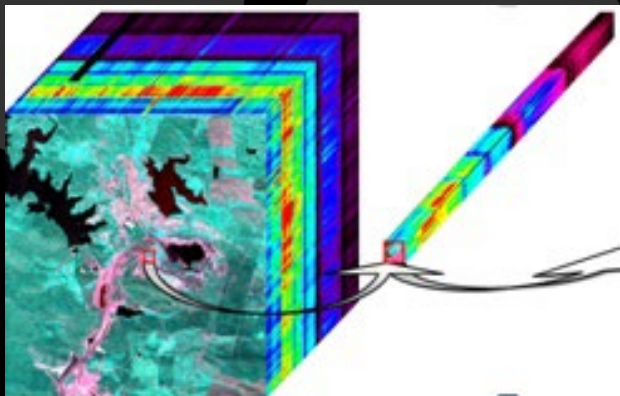
MONITORIZAÇÃO

aumentar o conhecimento do alvo pela sua resposta espectral

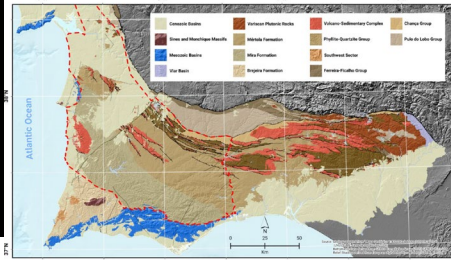
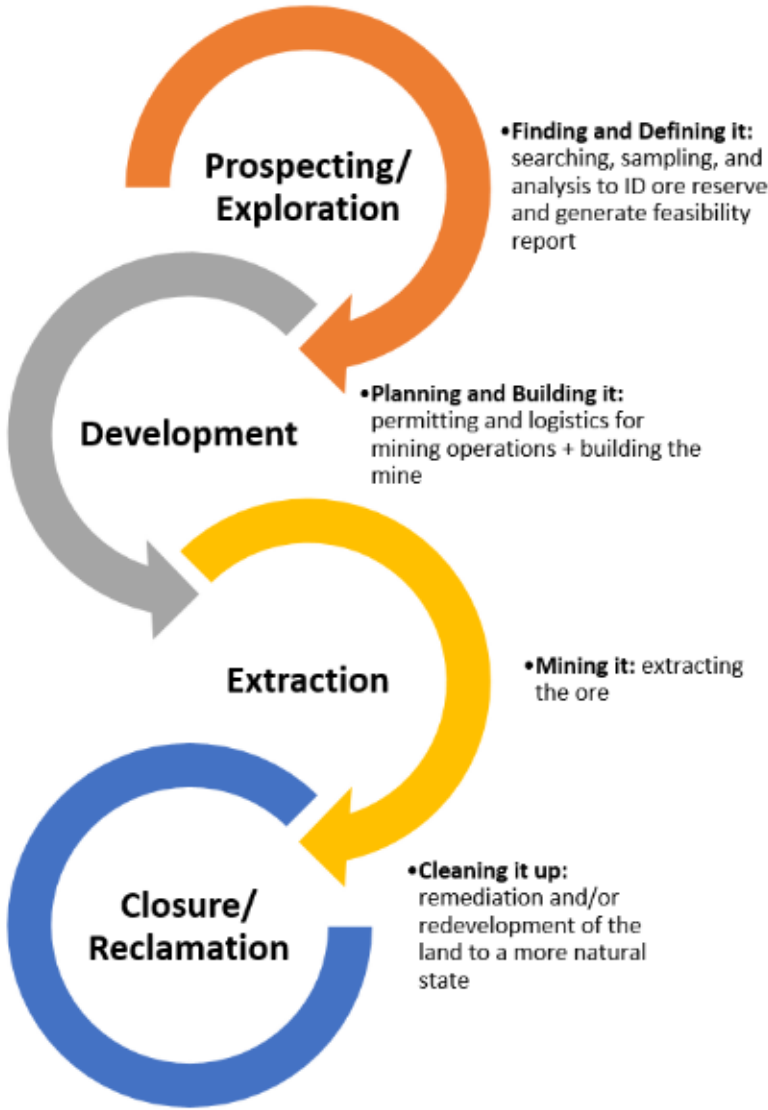
aquisição repetida desde dias a décadas

erupção de La Palma, Canárias 2021

Sentinel 2

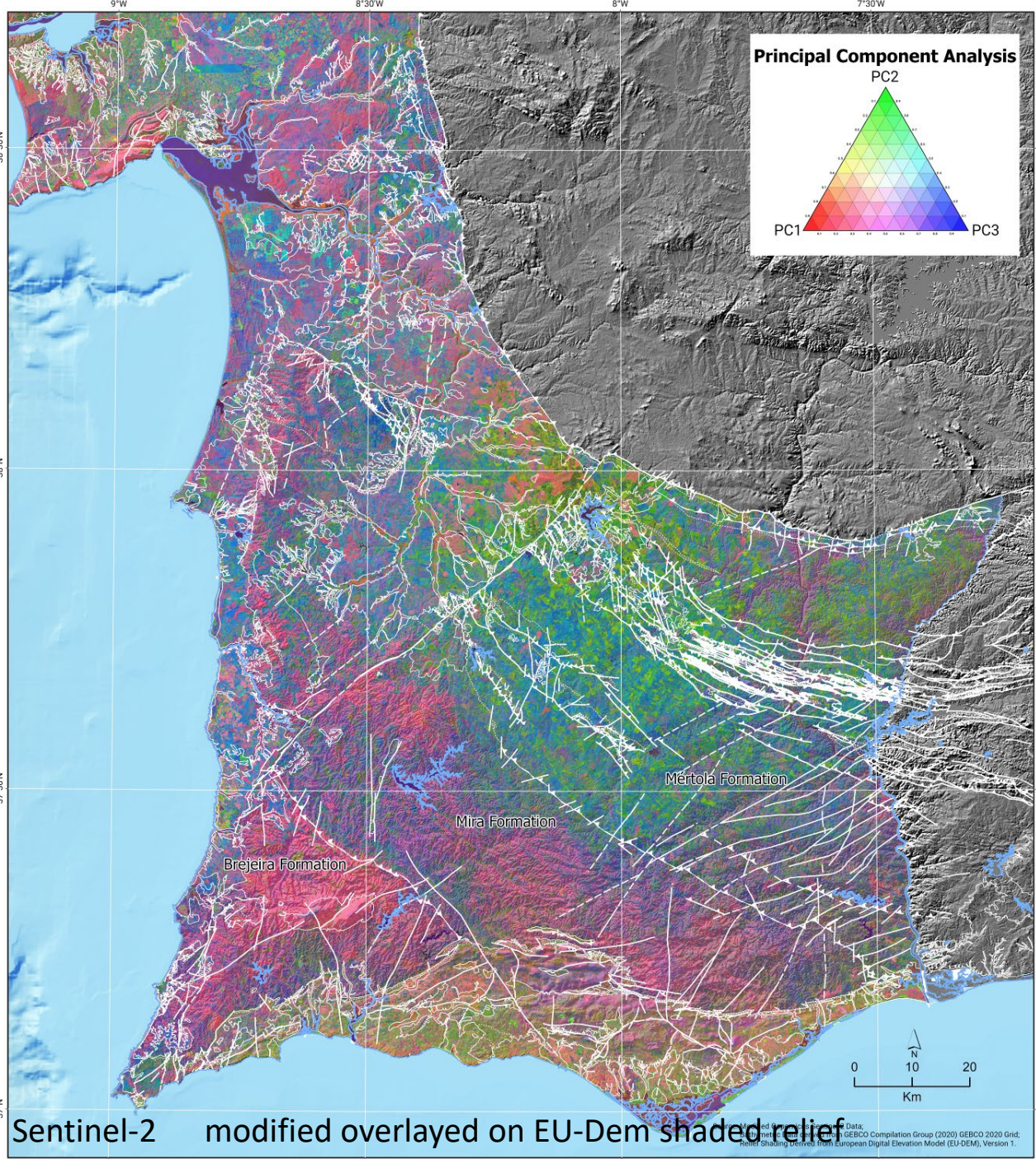


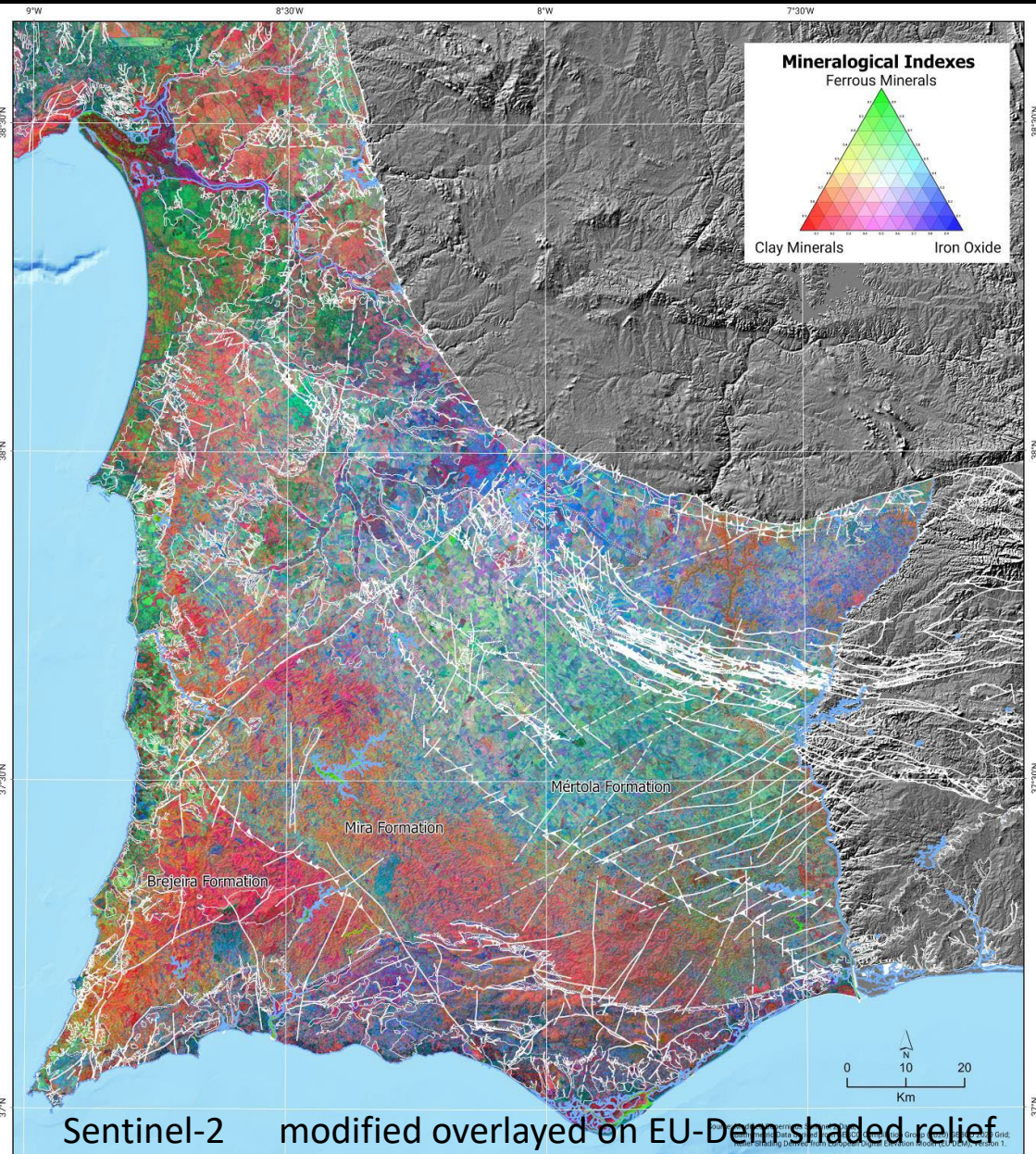
Mining life cycle



Courtesy of *Comunicações Geológicas*

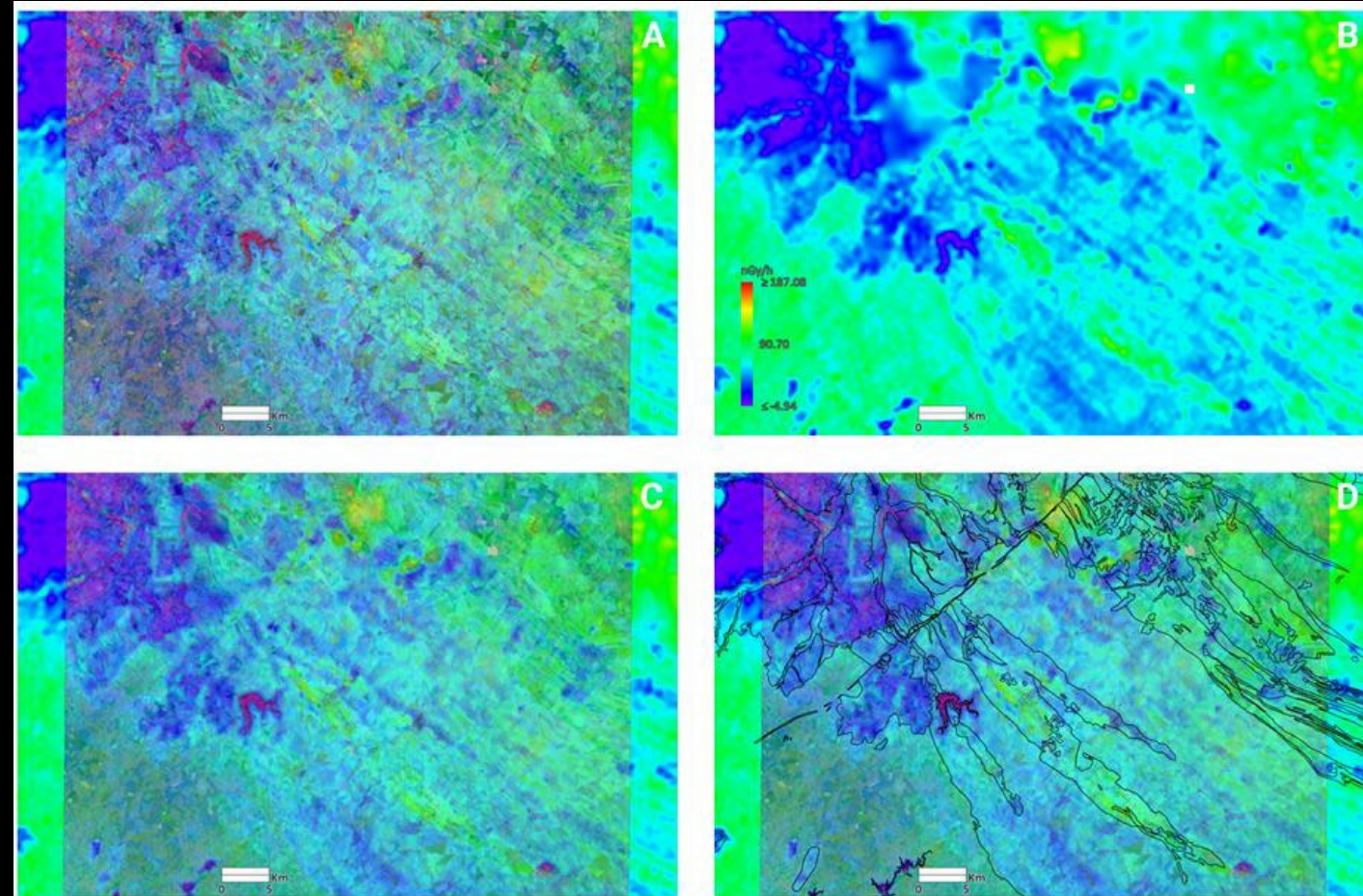
<https://doi.org/10.34637/7ypw-gm88>





Courtesy of *Comunicações Geológicas*

Sentinel 2 - Independent Component Analysis and correlation with radiometry map | geology



Área de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), incluindo dados LIDAR

dados obtidos parcialmente de estudos do LNEG em áreas mineiras ou áreas de interesse geológico.

Objectivo
cálculo de
volumes



- Digital Surface Model
- Relief Shading
- Orthophotomap

[geoPortal LNEG](https://geoportal.lneg.pt/)
Visualizador | download
<https://geoportal.lneg.pt/>



Copernicus
AMBASSADOR



PLATAFORMAS DE ACESSO

METADADOS BASES DE DADOS DADOS ABERTOS VISUALIZADOR ▾ PESQUISA



Visualizador 3D

Explore o relevo da superfície terrestre e sobreponha diversos mapas



Visualizador de Observação da Terra

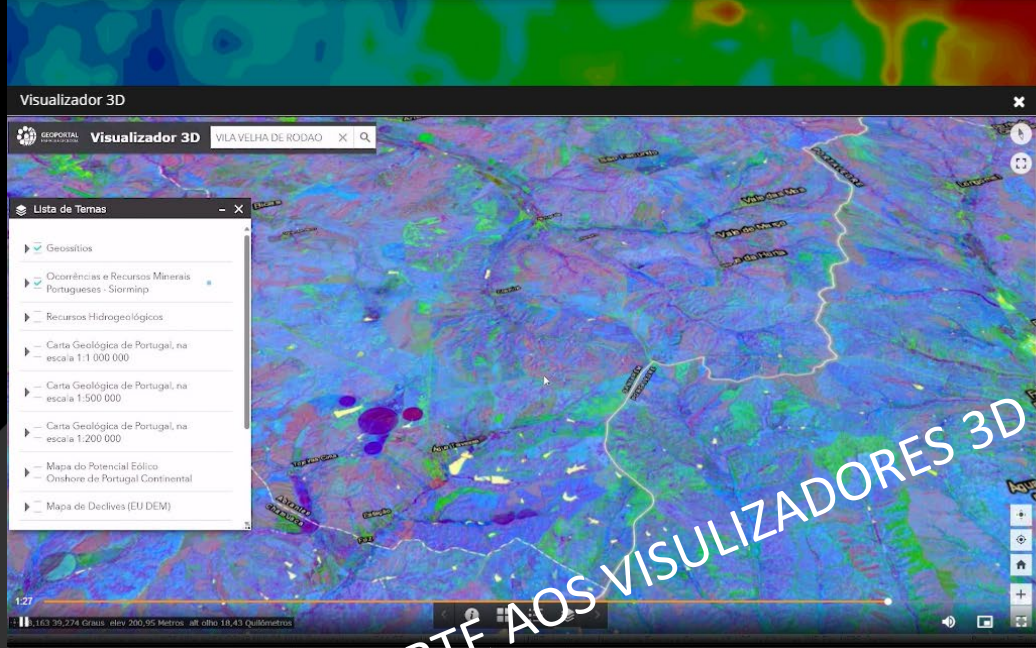
Explore imagens de satélite Landsat e Sentinel 2 e algoritmos temáticos

- ✓ Explorar a informação derivada de imagens de satélites óticos Landsat e Sentinel 2
- ✓ Incorporar a informação altimétrica na análise da superfície terrestre



Copernicus
AMBASSADOR



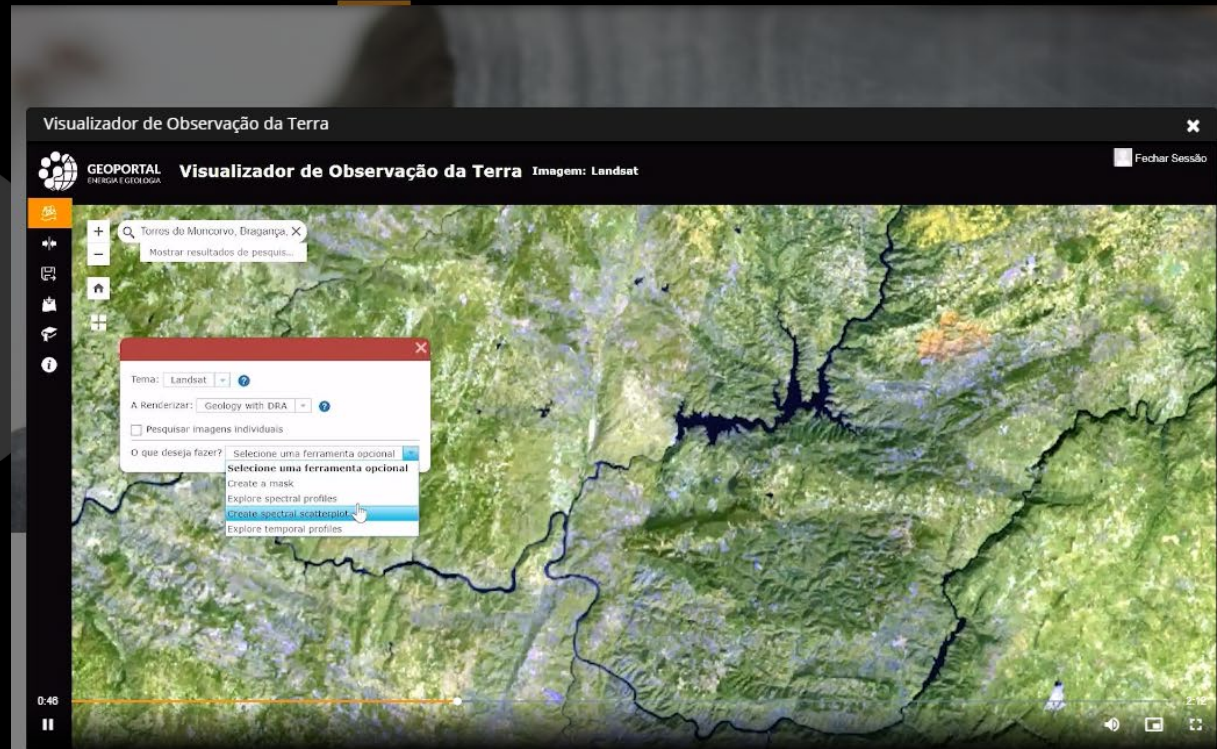


<https://geoportal.lneg.pt/>

<https://geoportal.lneg.pt/media/gminx4e2/visualizador3d.mp4>

VIDEOS DE SUPORTE AOS VISULIZADORES 3D E DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

<https://geoportal.lneg.pt/media/njne1uqy/visualizadorot.mp4>



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Visualizador de Observação da Terra

imagens de satélite - contributo para o conhecimento geológico

- visão sinótica
- discriminação variável
- capacidade de identificação de materiais alvo
- multitemporal
- (...)





Encontre um lugar



informação acerca da navegação e algoritmos, condições legais, citação...

0 50 100km -3,412 41,424 Graus

POWERED BY
Esri, HERE, Garmin, FAO, NOAA, USGS
esri

VISUALIZADOR ▾ PESQUISA

- VISUALIZADOR 2D
- VISUALIZADOR 3D
- VISUALIZADOR OBSERVAÇÃO DA TERRA





Encontre um lugar

Tema: Sentinel-2 ? Clique para saber mais sobre o sensor.

A Renderizar: Natural Color with DRA ?

Pesquisar imagens individuais
Ampliar para selecionar imagens.

O que deseja fazer? Selecione uma ferramenta opcional

Sentinel-2, 10m Multispectral, Multitemporal, imagens de 13 bandas com renderizações visuais e índices. - [Encontre aqui](#)



GEOPORTAL
ENERGIA E GEOLOGIA

Visualizador de Observação da Terra Imagem: Sentinel 2



Encontre um lugar

Tema: Sentinel-2 ? Clique para saber mais sobre o sensor.

A Renderizar: Geology with DRA ? Clique para saber mais sobre o renderizador.

Pesquisar imagens individuais
Ampliar para selecionar imagens.

O que deseja fazer? Selecione uma ferramenta opcional

A combinação de bandas 12 11 2, nos canais RGB, utiliza duas bandas do infravermelho e azul. É uma combinação útil para apoio na diferenciação litológica. Características estruturais como dobras, falhas e cavalgamentos, características texturais de rochas ígneas e metamórficas suportam o mapeamento litológico e geológico, assim como o reconhecimento de rochas alteradas hidrotermais, etc. Outras combinações de bandas podem ser visualizadas na renderização e personalizadas, e.g. 4 3 2; 12 11 8; 12 11 2; 12 4 2, em função da natureza geológica e/ou da cobertura da área que pode mascarar a geologia (e.g. vegetação e construção). É aplicado um ajuste dinâmico no histograma que permite a compressão de informação espectral, apenas para os dados que estão a ser visualizados (AGD), exibindo tons mais vivos com maior contraste e promovendo a discriminação entre elementos.



Tema: Landsat ?

A Renderizar: Natural Color with DRA ?

Pesquisar imagens individuais

Data(s): 1 de fevereiro de 2023

29/03/76 16/02/23

Cloud Filter: 10% Cloud

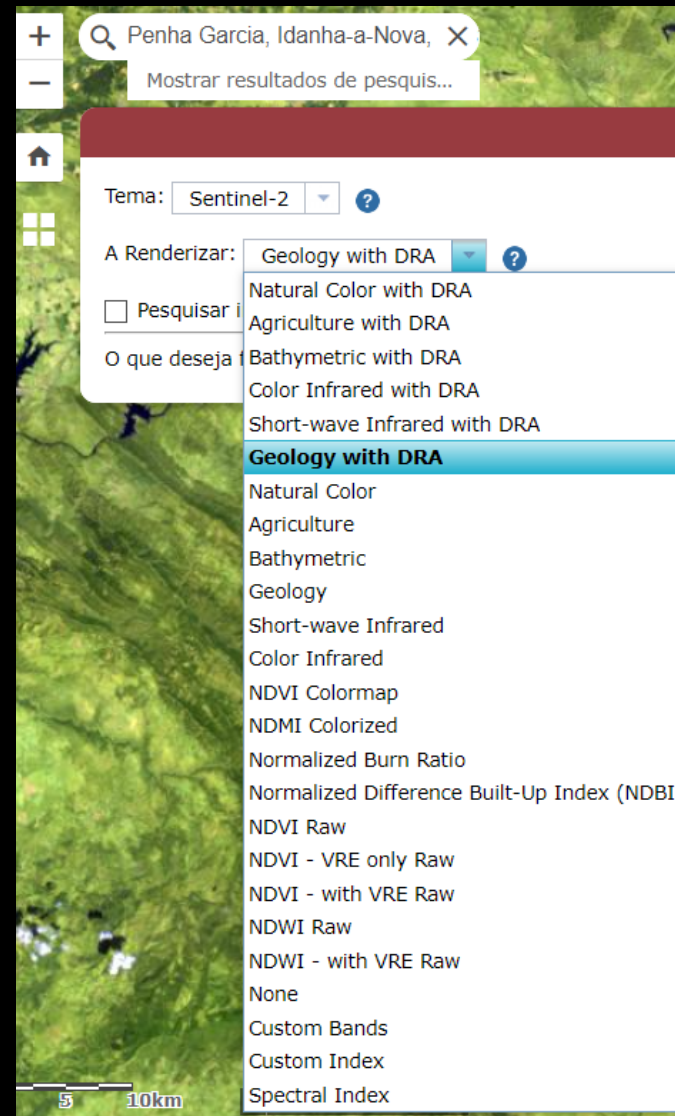
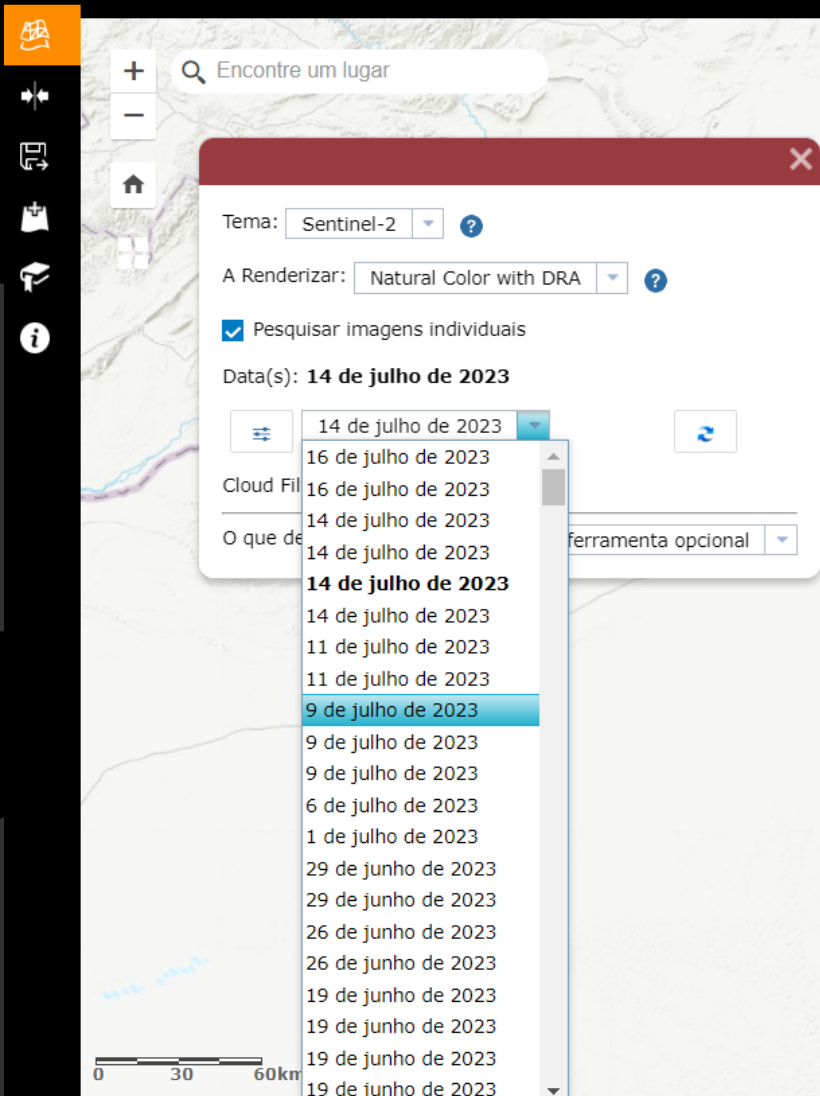
O que deseja fazer? Selecione uma ferramenta opcional

Cloud Filter: 10% Cloud

O que deseja fazer? Selecione uma ferramenta opcional

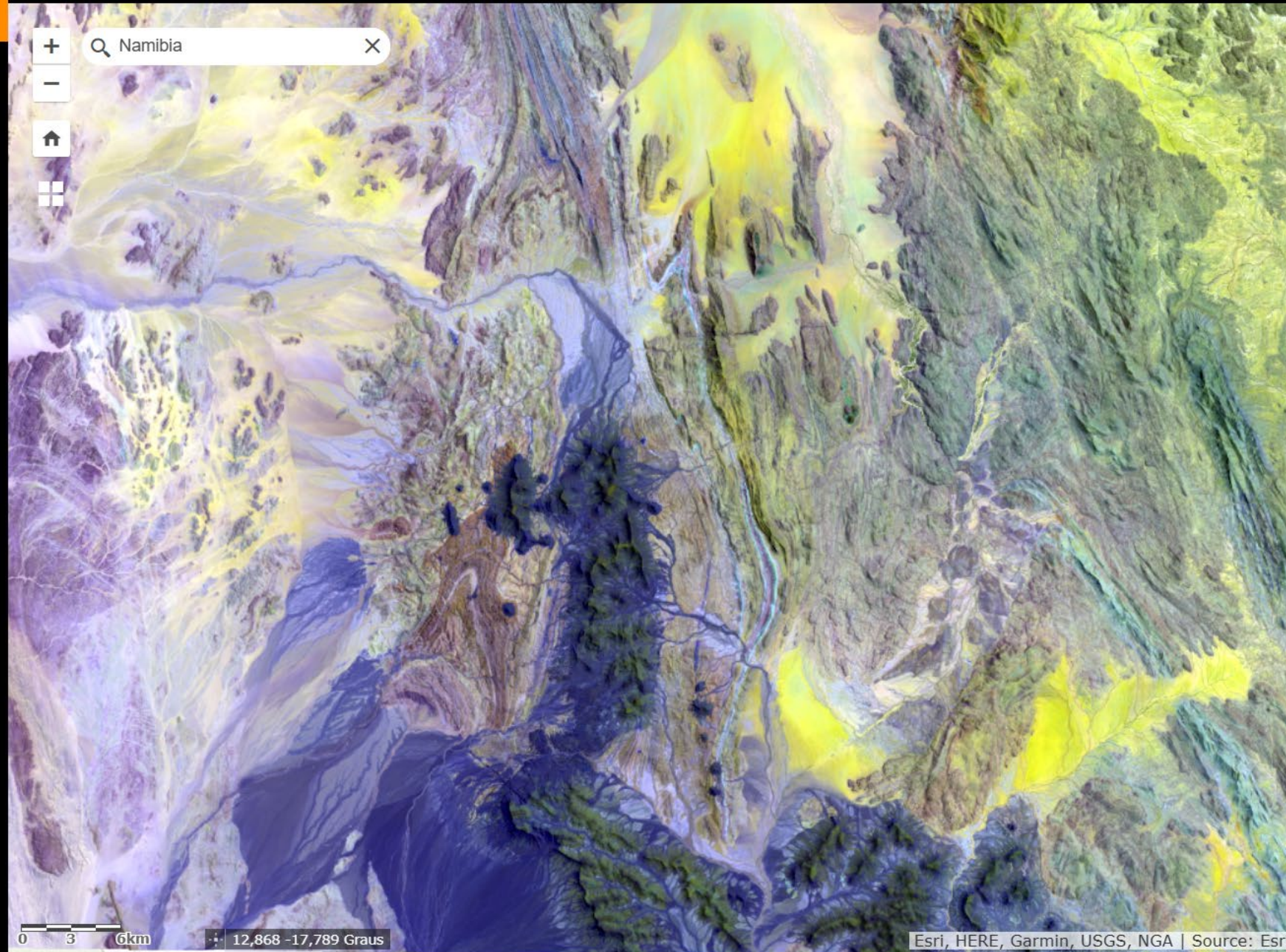
- Selecione uma ferramenta opcional
- Create a mask
- Explore spectral profiles
- Create spectral scatterplot
- Explore temporal profiles

- Possibilidade de selecionar datas de observação
- Ferramentas adicionais na análise da informação



*Para acesso ao Sentinel 2 multitemporal é necessária conta institucional ArcGIS Online

Para os satélites Landsat não é necessário registo



+ Namibia X

-

Home icon

Layers icon

Info icon

Tema: Sentinel-2 ?

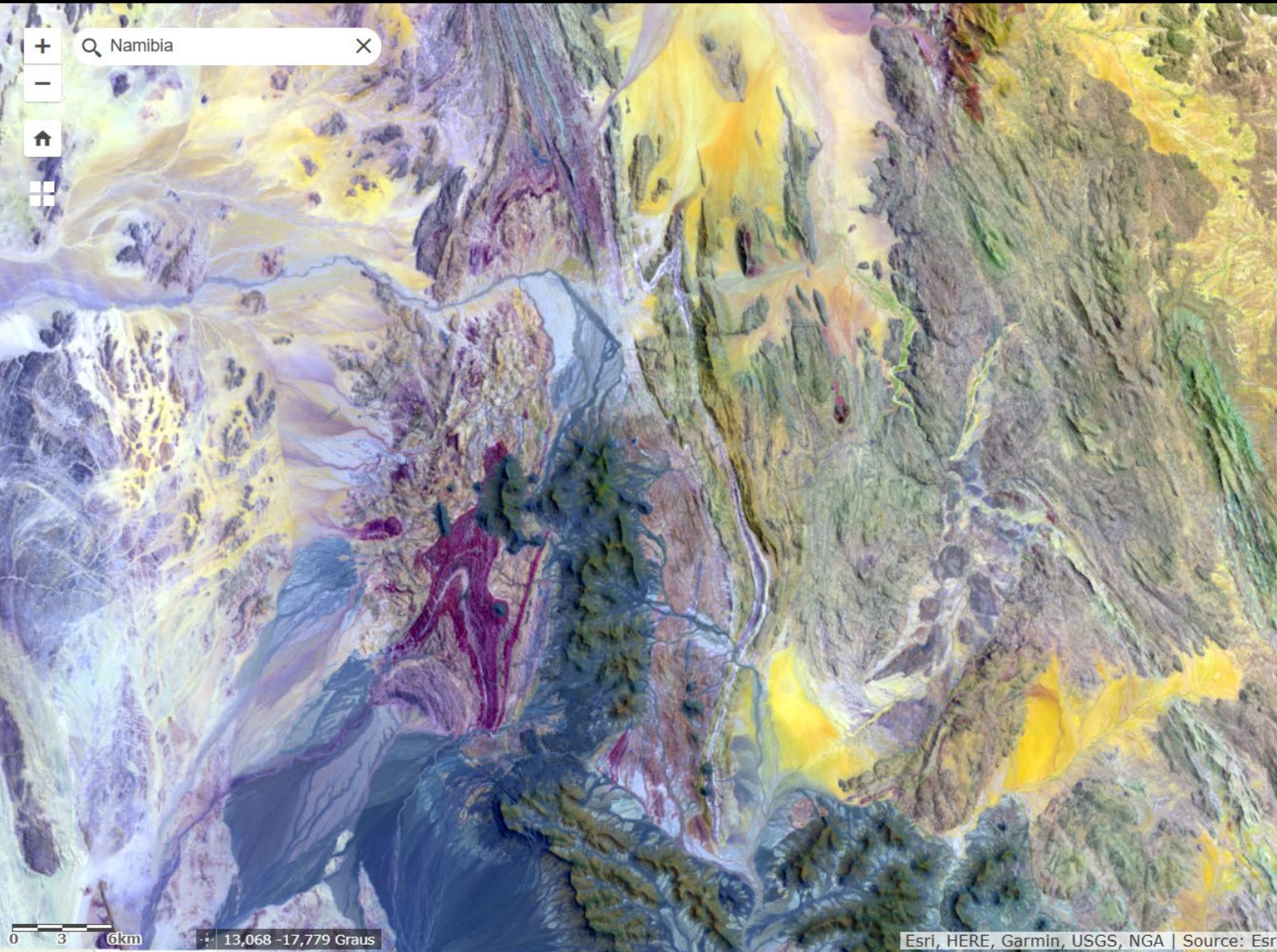
A Renderizar: Geology with DRA ?

Pesquisar imagens individuais

O que deseja fazer? Selecione uma ferramenta opcional

DIFERENTES COMBINAÇÕES
DE BANDAS

0 3 6km 12,868 -17,789 Graus



Tema: Sentinel-2 ?

A Renderizar: Agriculture with DRA ?

Pesquisar imagens individuais

O que deseja fazer?

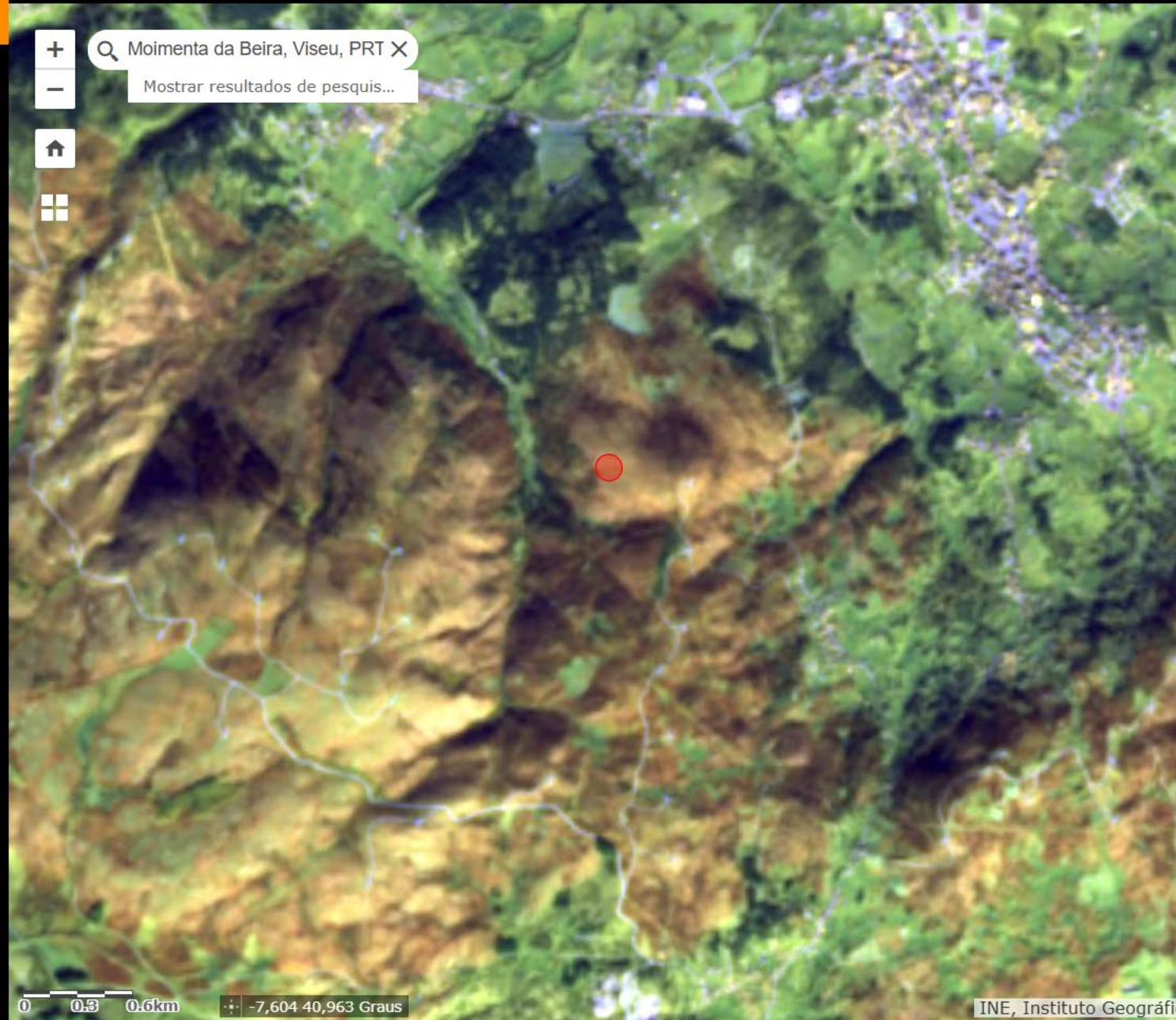
DIFERENTES COMBINAÇÕES DE BANDAS



PERFIL ESPETRAL



Moimenta da Beira, Viseu, PRT X
Mostrar resultados de pesquis...



Tema: Sentinel-2 ?

A Renderizar: Geology with DRA ?

Pesquisar imagens individuais

Data(s): 29 de dezembro de 2025

Cloud Filter: 2% Cloud

O que deseja fazer? Explore spectral profiles

Scene ID: 20251229T113004_29TPF_0
Data de aquisição: 29 de dezembro de 2025
Cloud Cover: 1.1%

Mostrar Perfil Espectral

Perfis espectrais típicos

- Selected Point
- Cloud
- Snow/Ice
- Desert
- Dry Grass
- Concrete
- Lush Grass
- Urban
- Rock
- Forest
- Water

Escolha um ponto no mapa para obter um perfil espectral para aquele ponto.



+ aljustrel X
Mostrar resultados de pesquis...

Tema: Sentinel-2 ?

A Renderizar: Bathymetric with DRA ?

Pesquisar imagens individuais

Data(s): 6 de outubro de 2023

17/08/22 06/10/23

Cloud Filter: 10% Cloud

O que deseja fazer? Create a mask

Método: Water Index

Que valores devo mascarar? Greater than my threshold

Desenhe polígono (s) para definir a extensão

Submeter Apagar

Defina o seu limite : 0.03

-0.59 1

Area Covered: 0 km²

Transparency(results): 0% 50% 100%





+ Q aljustrel X
- Mostrar resultados de pesquis...

Exportar: Aplicar Máscara/Alterar Imagem ▾
 Desenhar polígono para definir extensão (clique na imagem para iniciar)
Guardar localização: Guardar no disco ▾
Opções de transferência TIFF:
 Como exibido Dados raw(todas as bandas)
Note: Os dados raw não podem ser exibidos com visualizadores de fotos padrão. Abrir com o ArcGIS Pro.
Opções avançadas para guardar ▾
Tamanho de Pixels: 10.000 m
Referência Espacial de Saída: Zona WGS84 UTM 29 ▾
Guardar





🔍 Richat, Septième Région, MRT X



Mostrar resultados de pesquis...






Imagem Esquerda ↔ Imagem Direita

Tema: Sentinel-2 ?

A Renderizar: Agriculture with DRA ?

Pesquisar imagens individuais

Data(s): 15 de julho de 2023

  
21/05/22 15/07/23

Cloud Filter: 10% Cloud

Detectar mudança entre duas datas diferentes

**comparar imagens e
detetar alterações -
renderizador idêntico,
datas diferente,**



+ -
Q Richat, Septième Région, MRT X
Mostrar resultados de pesquis...



Imagem Esquerda ↔ Imagem Direita

Tema: Sentinel-2 ?

A Renderizar: **Geology with DRA** ?

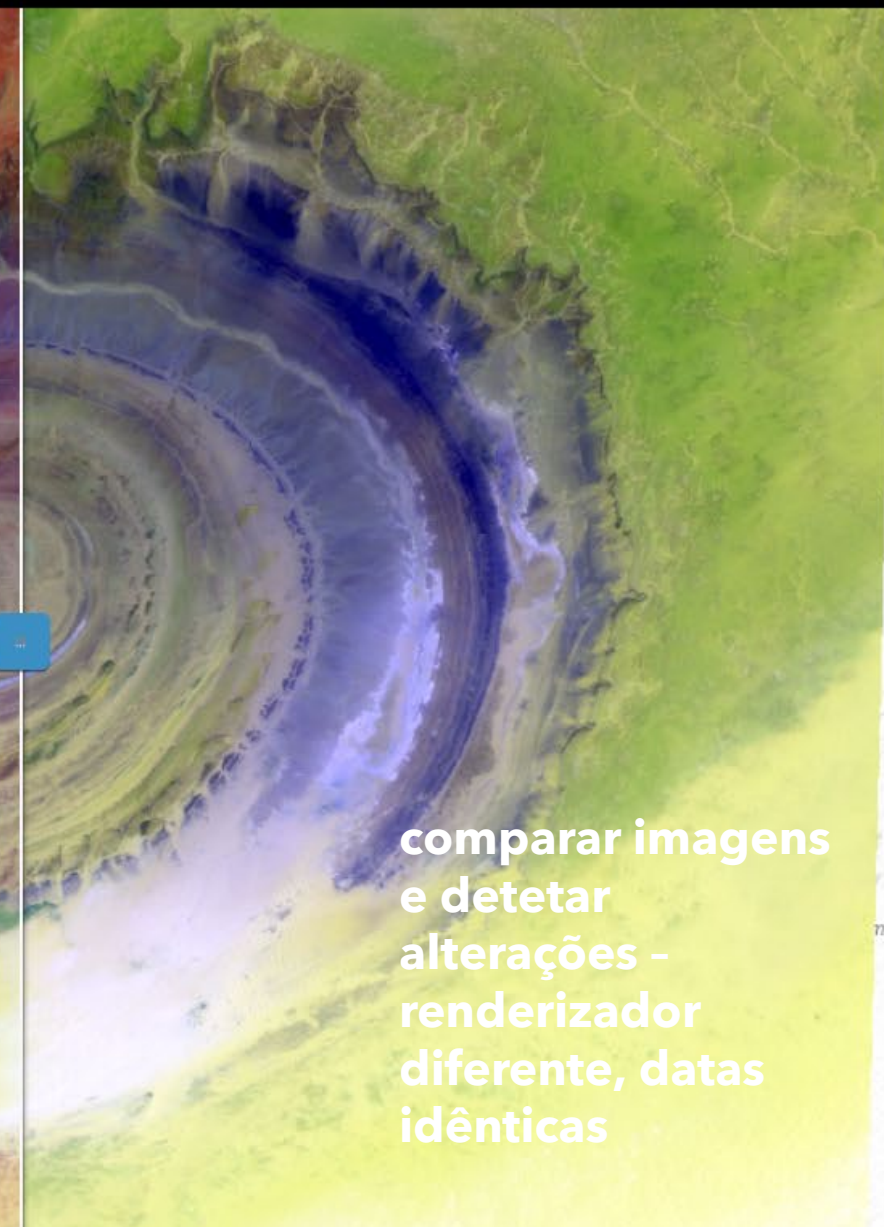
Pesquisar imagens individuais

Data(s): 15 de julho de 2023

- +

Cloud Filter: 10% Cloud

Detectar mudança entre duas datas diferentes
Nota: Para detectar mudanças, escolha imagens individuais para ambos



**comparar imagens
e detetar
alterações -
renderizador
diferente, datas
idênticas**

ANÁLISE MULTITEMPORAL EXPEDITA SOBRE A MINA DE NEVES CORVO – 10 ANOS

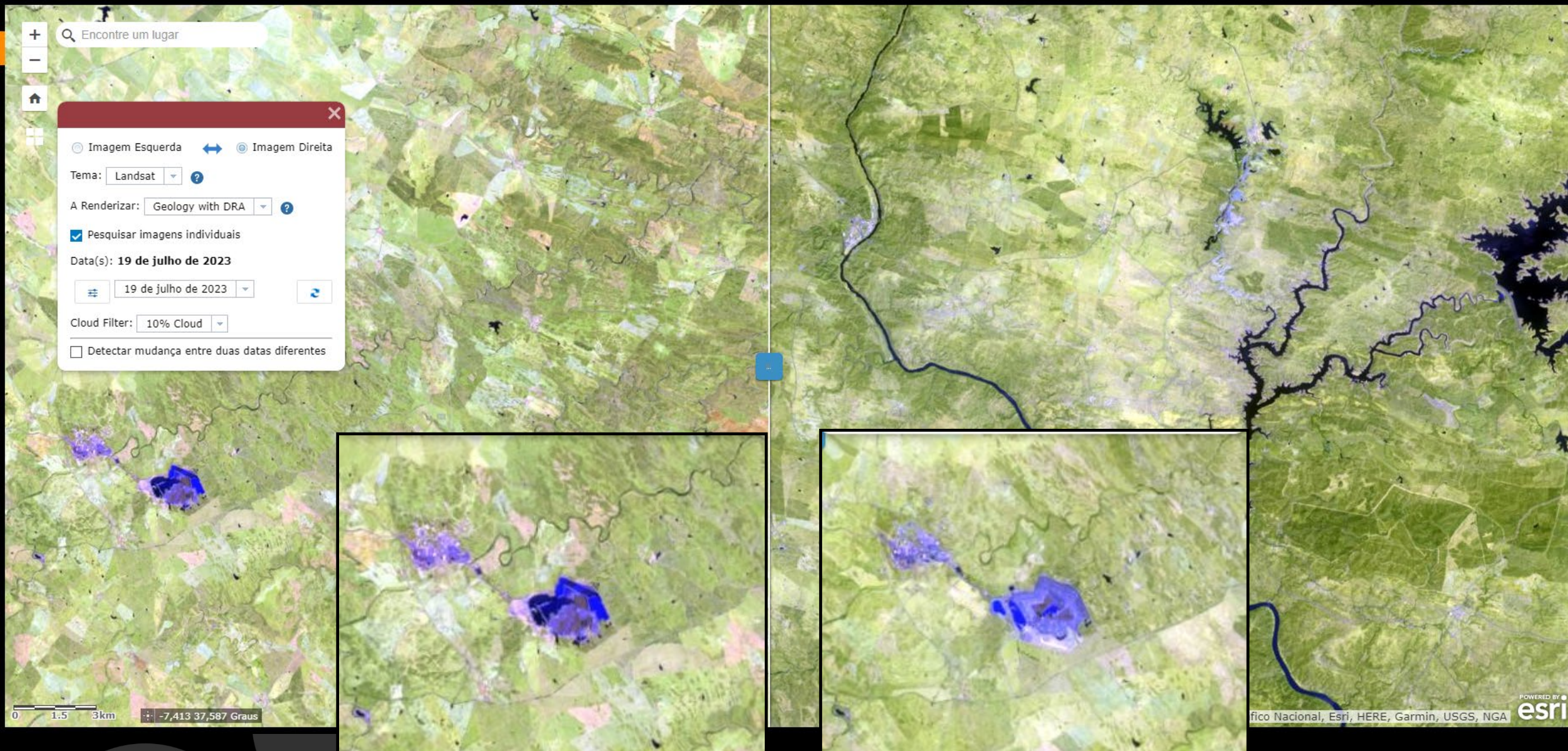


GEOPORTAL
ENERGIA E GEOLOGIA

Visualizador de Observação da Terra

Imagem: Landsat - 31 de julho de 2013 Comparado com - Landsat - 19 de julho de 2023

Iniciar Sessão



VISUALIZADOR 3D CONTÉM PRODUTOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA



INÍCIO METADADOS BASES DE DADOS DADOS ABERTOS VISUALIZADOR ▾ PESQUISA

Todas Deteção Remota Energia Geofísica Geologia Geologia Costeira Hidrogeologia Outros Recursos Geoté

<https://geoportal.ineg.pt/pt/listaprodutos/>

4 Produtos

	Formatos de Dados para Download			Serviços de Dados		Serviços INSPIRE ①		
	Vetor	Imagem Raster	Raster Georref.	Outros Documentos	WMS	WFS	WMS	WFS
	4	4	0	0	4	0	0	0
Análise Multivariada dos Sensores Sentinel-2	↗	↗			🌐			
Índices Mineralógicos de Portugal Continental	↗	↗			🌐			
Mapa de Declives de Portugal Continental (EU DEM)	↗	↗			🌐			
Mapa de Exposição de Vertentes de Portugal Continental (EU DEM)	↗	↗			🌐			



Copernicus
AMBASSADOR



Visualizador 3D

relevo da superfície terrestre intrinsecamente ligado à geologia

geodinâmica interna | geodinâmica externa

- elevação
- orientação
- declive
- exposição rochosa
- tipo de solo



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Copernicus
AMBASSADOR 



- Lista de Temas
- Geossítios
 - Ocorrências e Recursos Minerais Portugueses - Siorminp
 - Carta Geológica de Portugal 1:1 000 000
 - Carta Geológica de Portugal 1:200 000
 - Mapa de Declives (EU DEM)
 - Mapa de Exposição de Vertentes (EU DEM)
 - Índices Mineralógicos
 - Análise Multivariada dos sensores Sentinel-2

C1-2

Código	C1-2
Descrição	Filitos, metagrauwaques e metaconglomerados (flysch)
Zona Tectono Estratigráfica	Zona Sul Portuguesa
Eonotema	Fanerozóico
Eratema	Paleozóico
Sistema	Carbónico

Zoom to

-8.985 42.074 Degrees elev 22.39 Meters eye alt 262.40 Kilometers

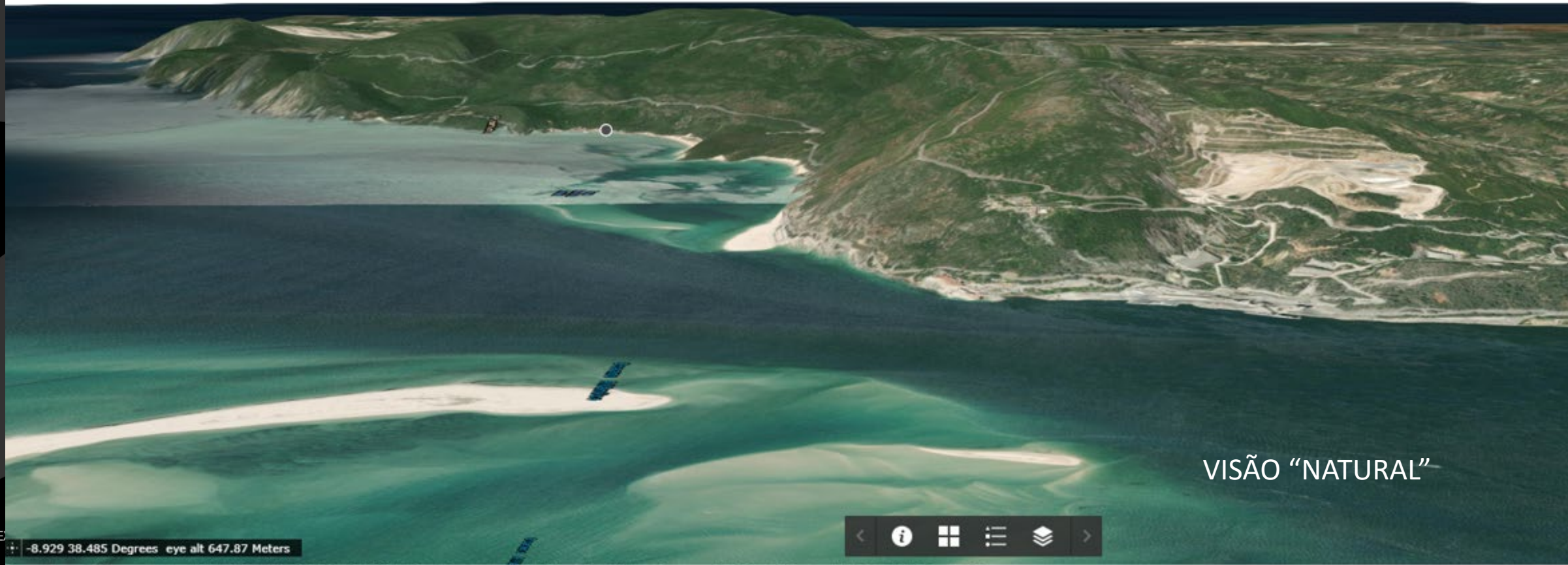
Barthstar Geospatial | Sources: Aerial, USGS, NOAA, NASA, CGIAR, NLS, OS, NMA, Geo-Intelligence, GSA, CIA and the GIS User Community | LNEG Laboratório Nacional de Referência Geológica, I.P. | Proj. HERE, Copernicus | Powered by Esri

informação altimétrica

informação geral sobre 3D e como navegar, origem dos dados, condições legais, citação,....

ativar o 3D





VISÃO "NATURAL"

☰ Legenda

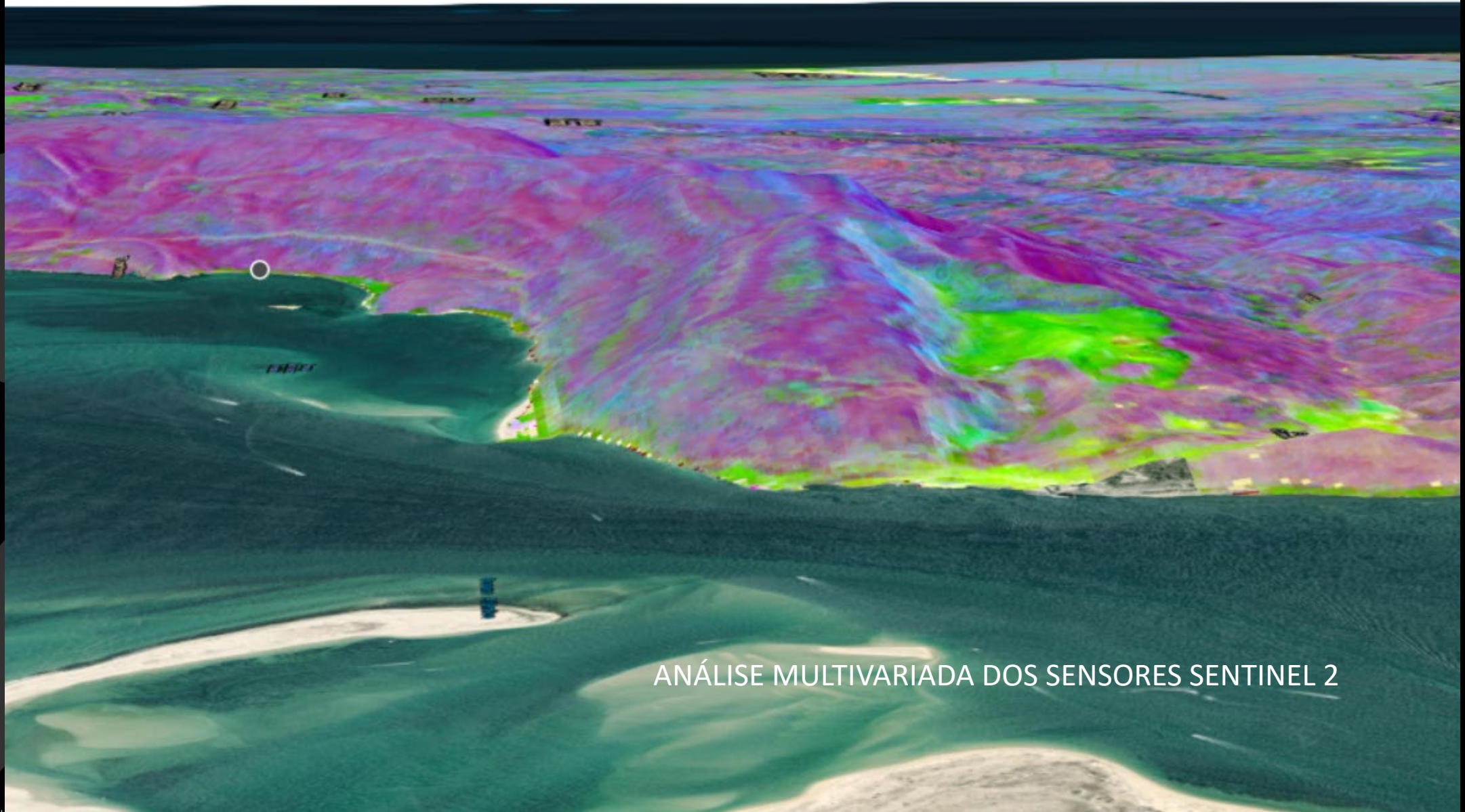


Índices Mineralógicos

Predominância

RGB

 Red: Minerais Argilosos Green: Minerais Ferrosos Blue: Oxidos de Ferro



INFORMAÇÃO ADICIONAL DE OCORRÊNCIAS E RECURSOS MINERAIS PORTUGUESES - SIORMINP



GEOPORTAL
ENERGIA E GEOLOGIA

Visualizador 3D

SERRA DE ARGA



Legenda

Minerais Metálicos e Energéticos

- Sb (Au)
- Carvões (antracite, hulha, lenhite), Turfa
- Cu (Pb, Zn, Au, Ag)
- Cr, Ni, Pt
- Sn, W (Mo, Nb, Ta, Bi, Ti)
- Fe, Mn (Au)
- Li, Be, Nb, Ta, Zr, Terras Raras
- Au, Ag, As (Sb)
- Py, S
- Zn, Pb (Cu, Ag)
- U, Radioactivos

Minerais e Rochas Industriais

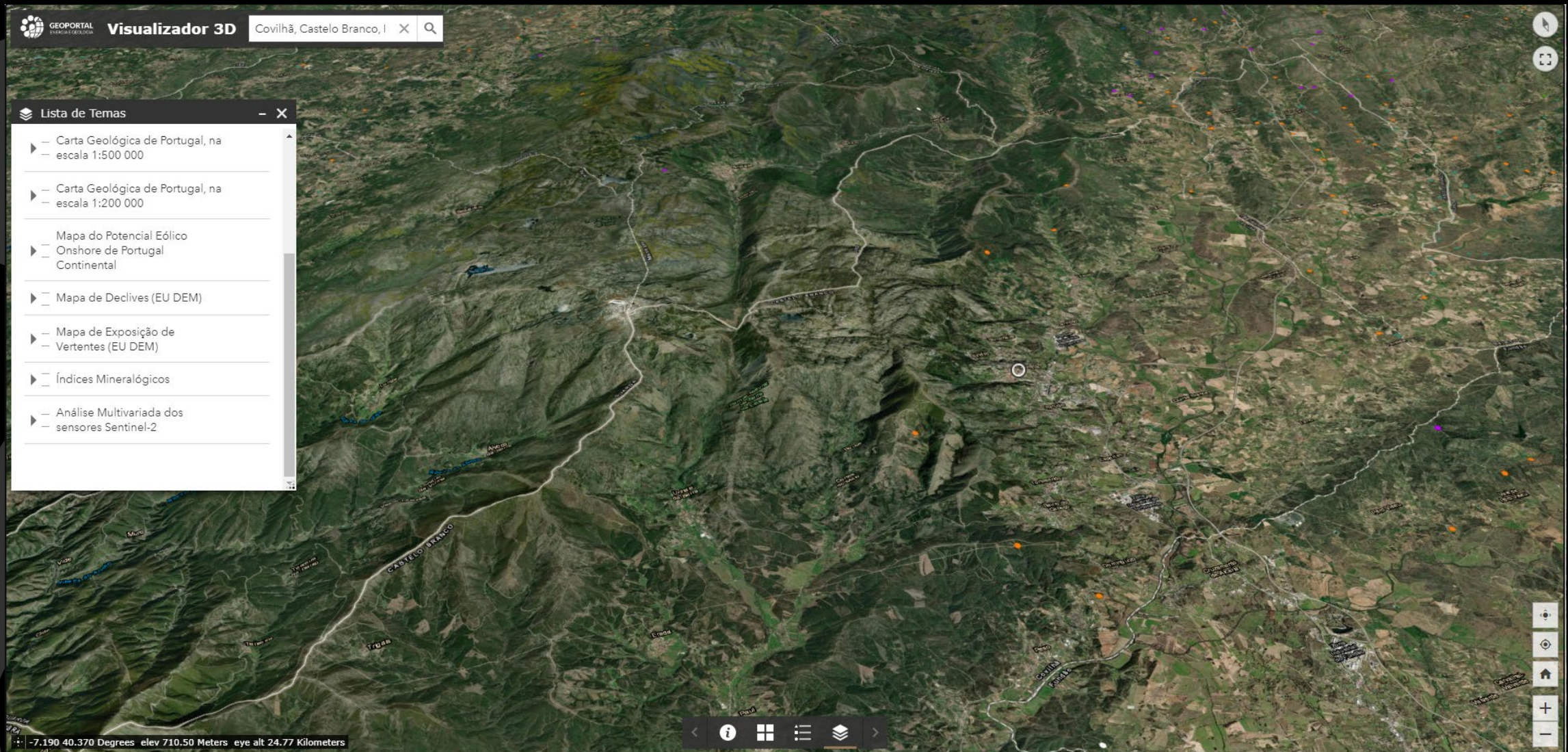
- Amianto, Barite, Caulino, Diatomito, Felspato, Fosfato, Grafite, Quartzo, Salgema, Talco, Petróleo

Análise Multivariada dos sensores Sentinel-2

-7.678 37.165 Degrees elev 73.55 Meters eye alt 131.55 Kilometers



EXEMPLO DE DIFERENTES CAMADAS DE VISUALIZAÇÃO EM AMBIENTE 3D – VISÃO “NATURAL”



EXEMPLO DE DIFERENTES CAMADAS DE VISUALIZAÇÃO EM AMBIENTE 3D – GEOLOGIA 1: 1M

Visualizador 3D Covilhã, Castelo Branco, I X Q

Lista de Temas

- Geossítios
- Ocorrências e Recursos Minerais Portugueses - Siorminp
- Recursos Hidrogeológicos
- Carta Geológica de Portugal, na escala 1:1 000 000
- Carta Geológica de Portugal, na escala 1:500 000
- Carta Geológica de Portugal, na escala 1:200 000
- Mapa do Potencial Eólico Onshore de Portugal Continental
- Mapa de Declives (EU DEM)

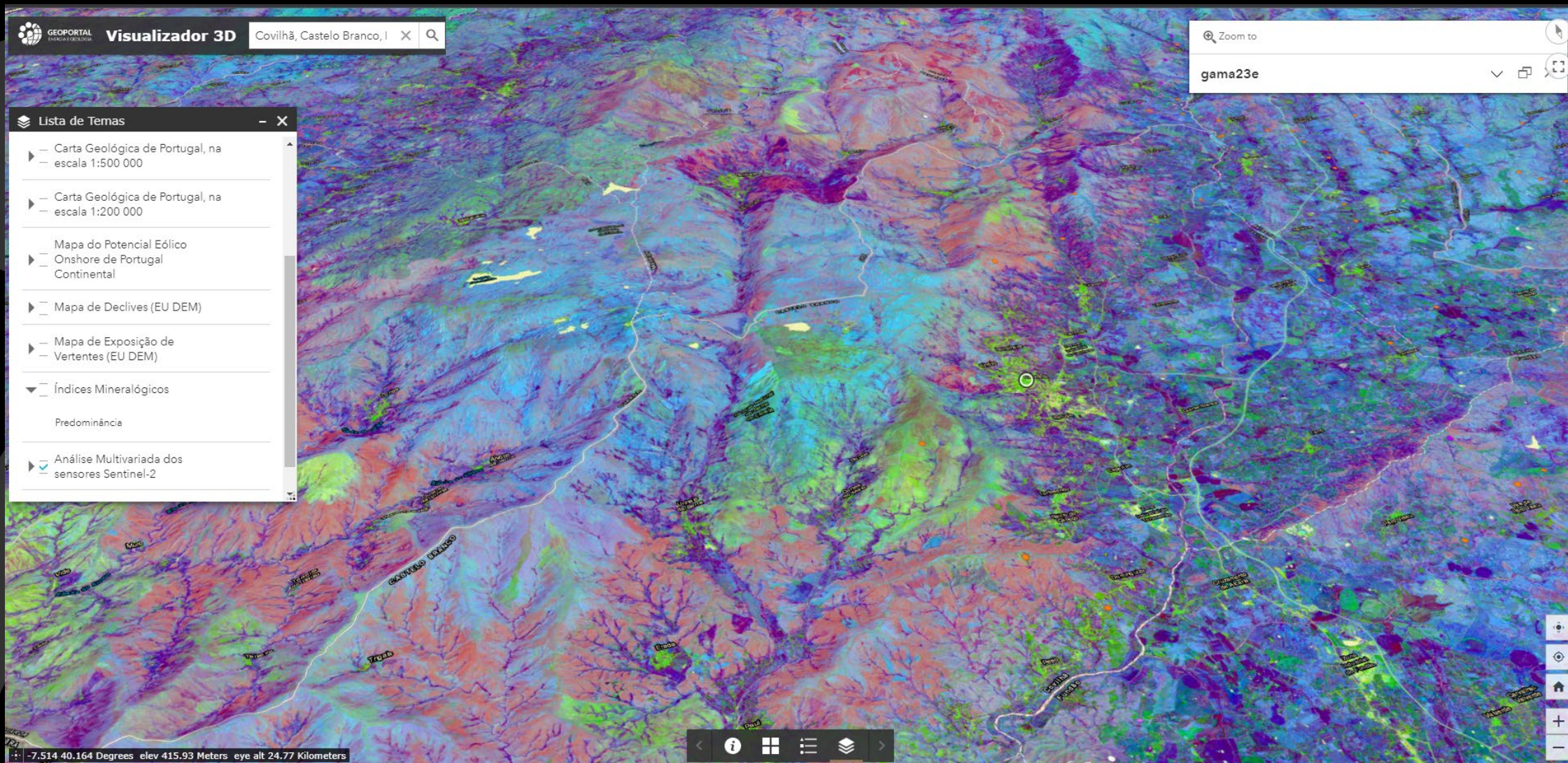
gama23e

OBJECTID	371
Código	gama23e
Unidade Geológica	Granitoides Variscos Biotíticos com Plagiclase Cálcica e seus Diferenciados
Descrição	Maciço das Beiras
Idade 1	
Idade 2	
Idade 3	
Idade 4	
Idade 5	
Shape_Length	18861.895244
Shape_Area	9017462.978811

Mapa de Declives (EU DEM)

Status Bar: -7.773 40.227 Degrees elev 1,063.11 Meters eye alt 24.77 Kilometers

EXEMPLO DE DIFERENTES CAMADAS DE VISUALIZAÇÃO EM AMBIENTE 3D –ANÁLISE MULTIVARIADA DE SENSORES SENTINEL 2



Visualizadores 3D e OT

- ✓ expõem novos dados e funcionalidades de uma forma sinótica para uma interação adaptada aos requisitos dos utilizadores e facilitando desenvolvimentos posteriores do tema em análise
- ✓ permitem uma melhor compreensão da estrutura da Terra promovendo e expandindo o conhecimento geológico, mas não limitado a este



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Copernicus
AMBASSADOR 



NOTA

O carregamento das imagens pode levar algum tempo até chegar à resolução espacial máxima

relevo
altimetria e perfis
índices de detecção remota
espectrais/materiais padrão
caracterização
multitemporal
análise
dados atuais
acesso e integração de dados
institucionais | pessoais
...

Alguns slides adaptados de Quental, L., Patinha, P., Gonçalves, P. Pereira, A. - Visualizadores 3D e de observação da Terra como fonte de promoção e expansão do conhecimento geológico. In: XI Congresso Nacional de Geologia: Geociências e Desafios Globais. Coimbra, 19 julho, 2023

<http://hdl.handle.net/10400.9/4140>



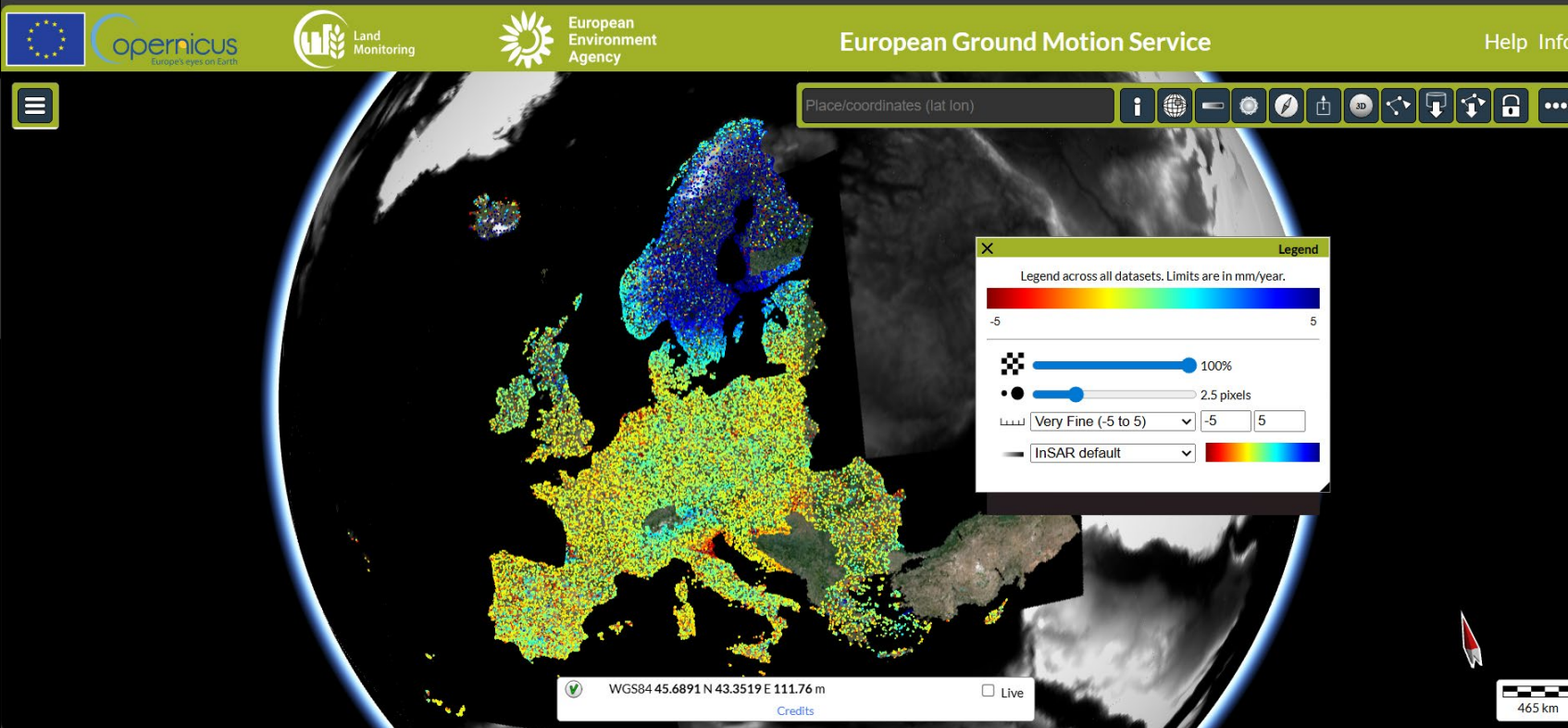
HR EXCELLENCE IN RESEARCH



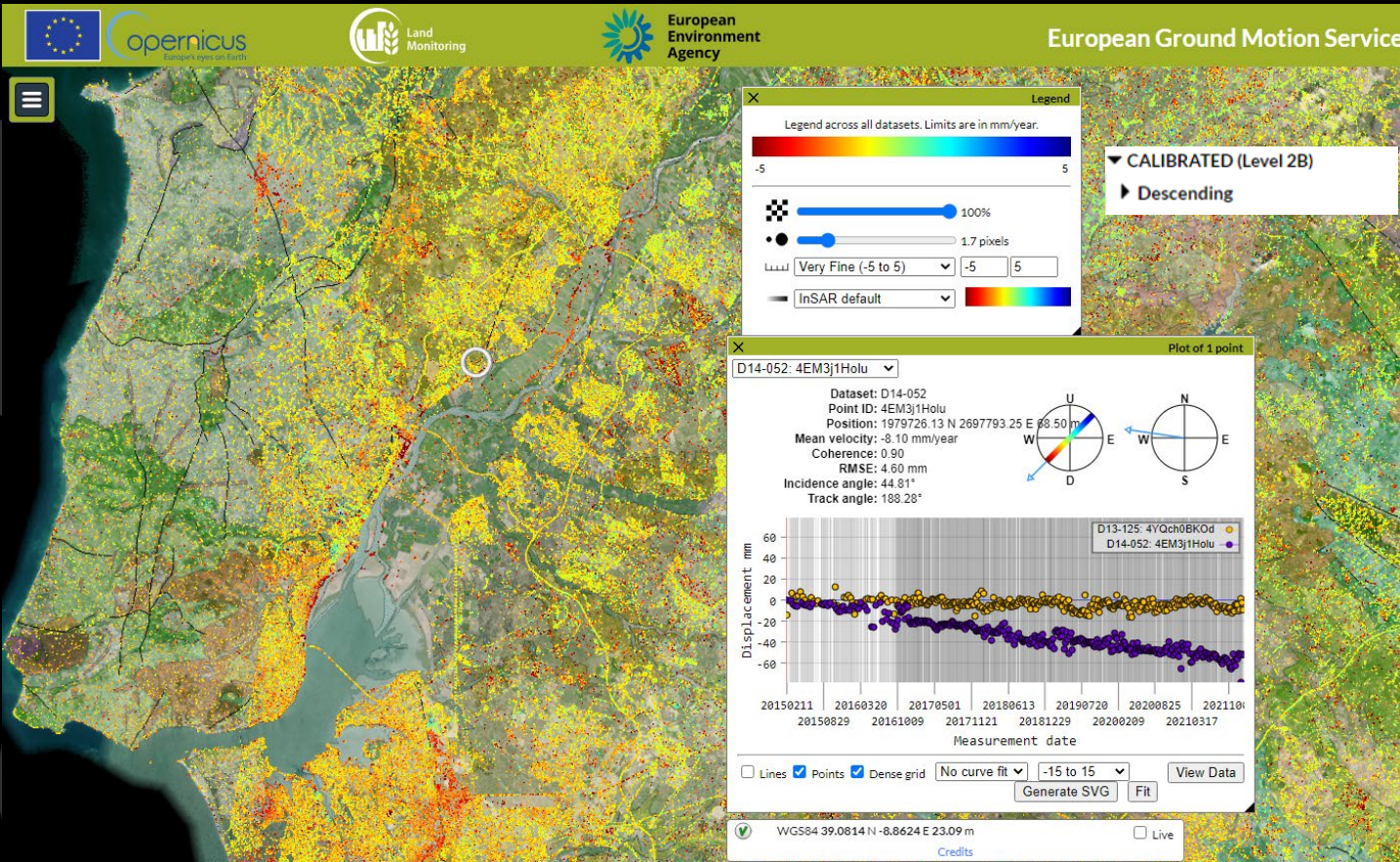
Copernicus
AMBASSADOR



- No programa Copernicus foi desenvolvido o Serviço Europeu de Movimento de Solo
- componente com particular relevo para a compreensão de movimentação e inerente interpretação geológica



EGMS



https://youtu.be/Q5K-_UusWlo?t=22

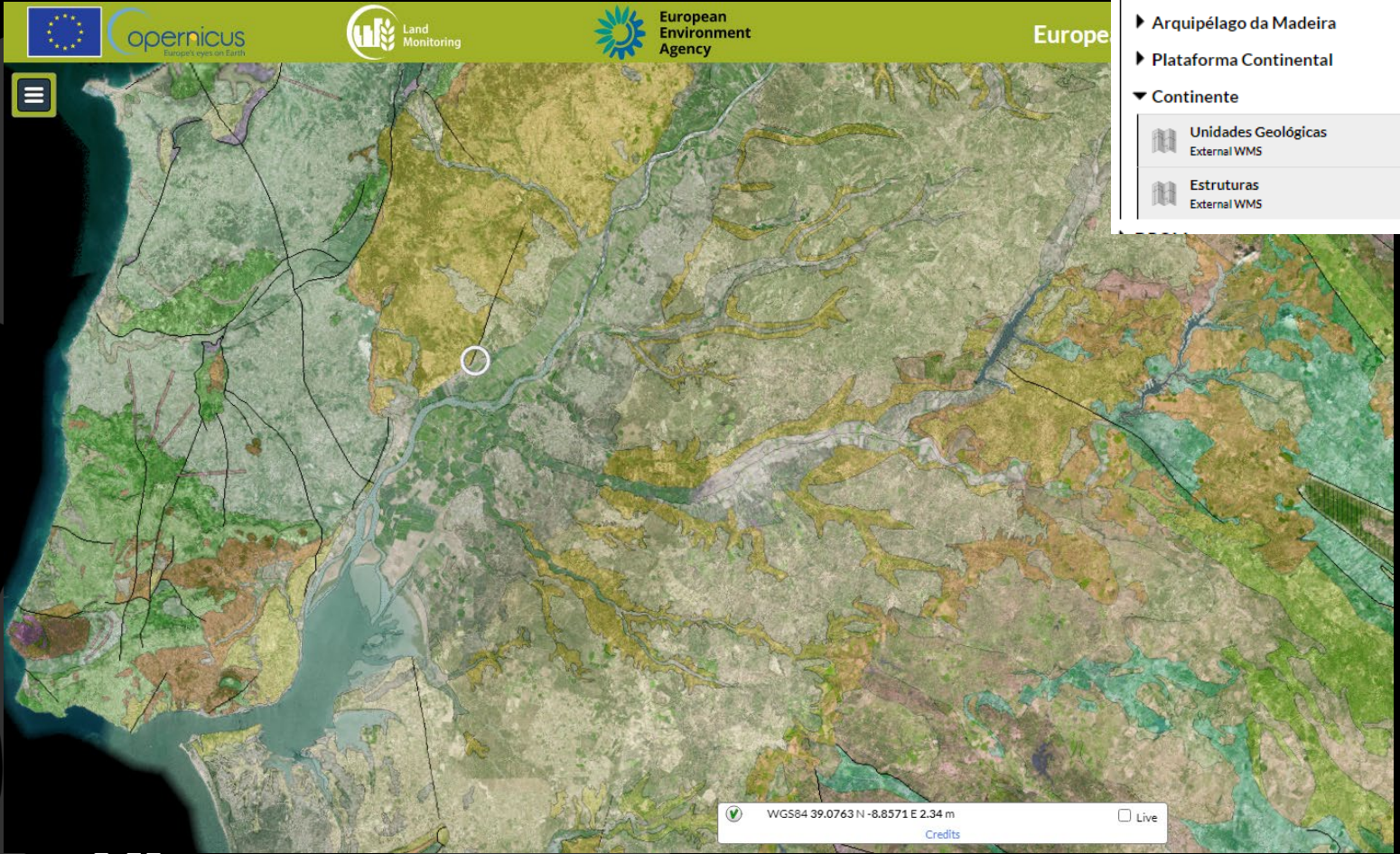


HR EXCELLENCE IN RESEARCH

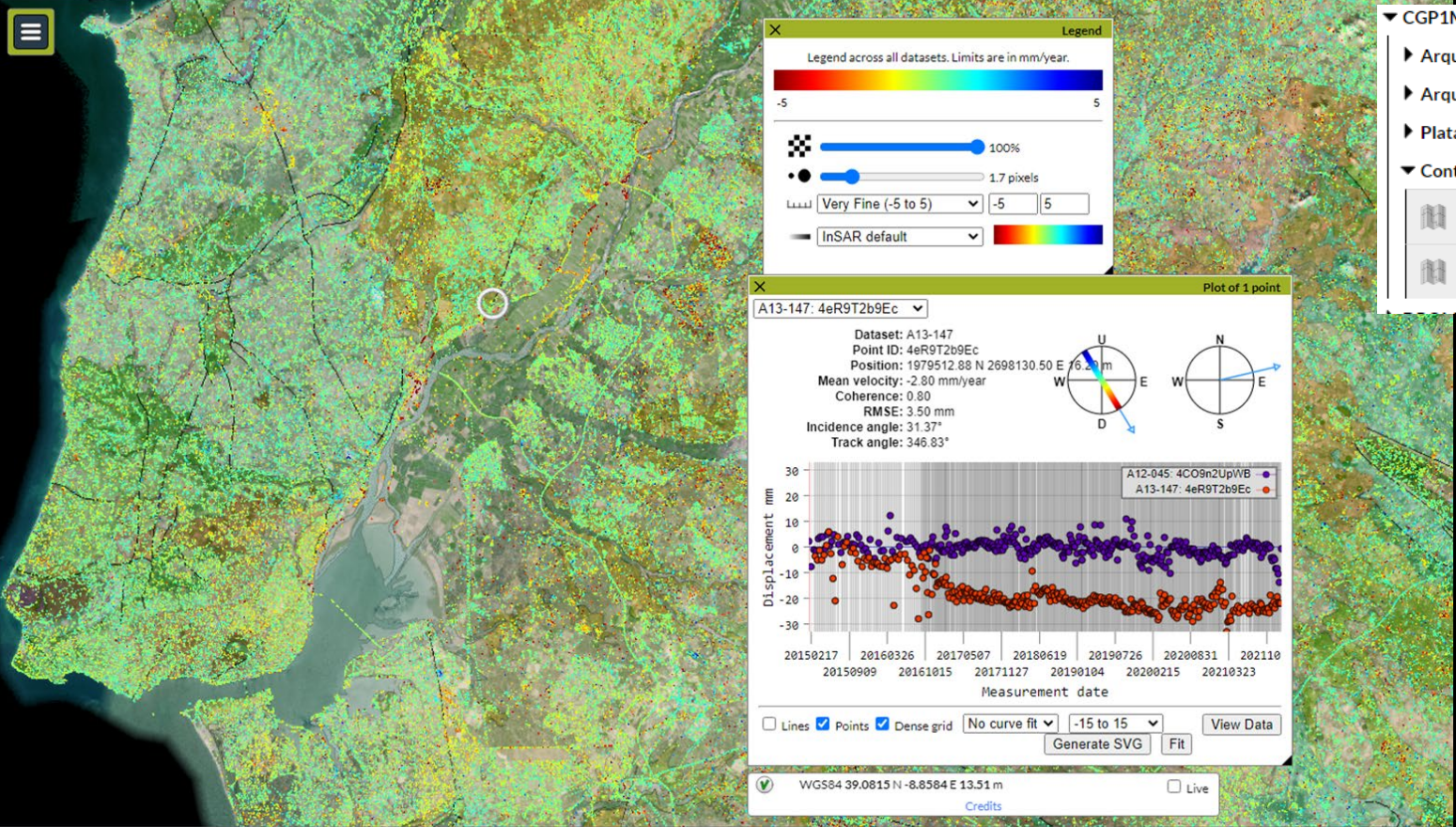


Copernicus
AMBASSADOR





Visualização
com a
geologia 1:1M
como WMS

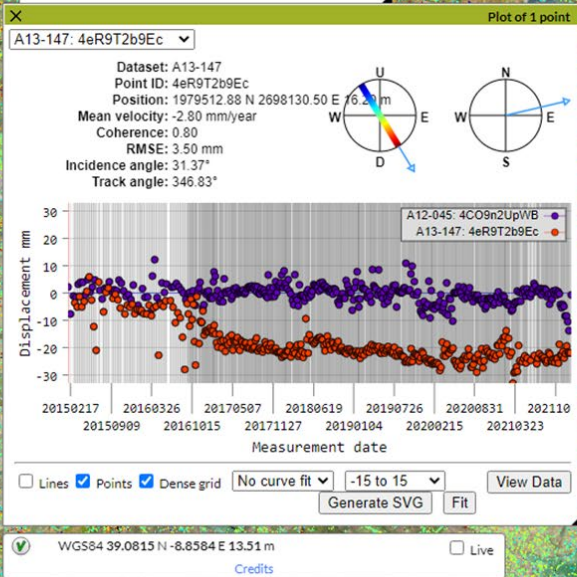


CGP1M

- Arquipélago dos Açores
- Arquipélago da Madeira
- Plataforma Continental
- Continente

Unidades Geológicas External WMS

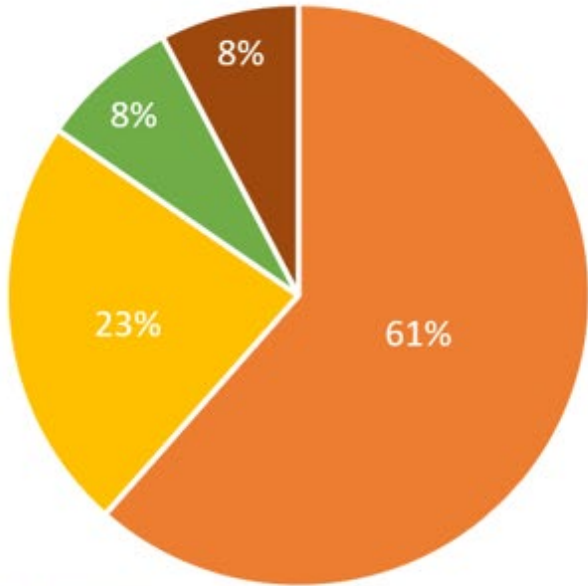
Estruturas External WMS



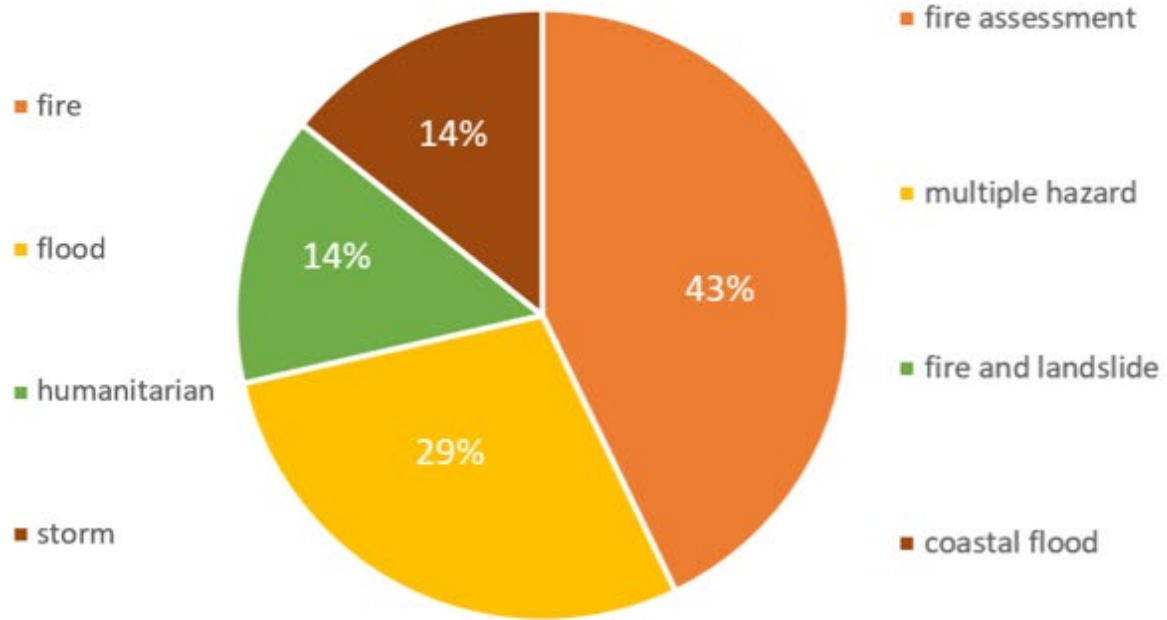


DATA SOURCES AND PRODUCTS

Rapid Mapping - EMSR



Risk and Recovery Mapping - EMSN



•Copernicus EMS activations: Rapid Mapping (13) and Risk and Recovery mapping (7) since 2012 and distribution by hazard type on the geographic area of Portugal b

AGEO DELIVERABLE D4.1, STATUS REPORT ON THE USE OF COPERNICUS EMS IN THE PARTICIPATING REGIONS - PARTNER REPORT – LNEG FEBRUARY 2020



<http://hdl.handle.net/10400.9/4401>



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Copernicus
AMBASSADOR



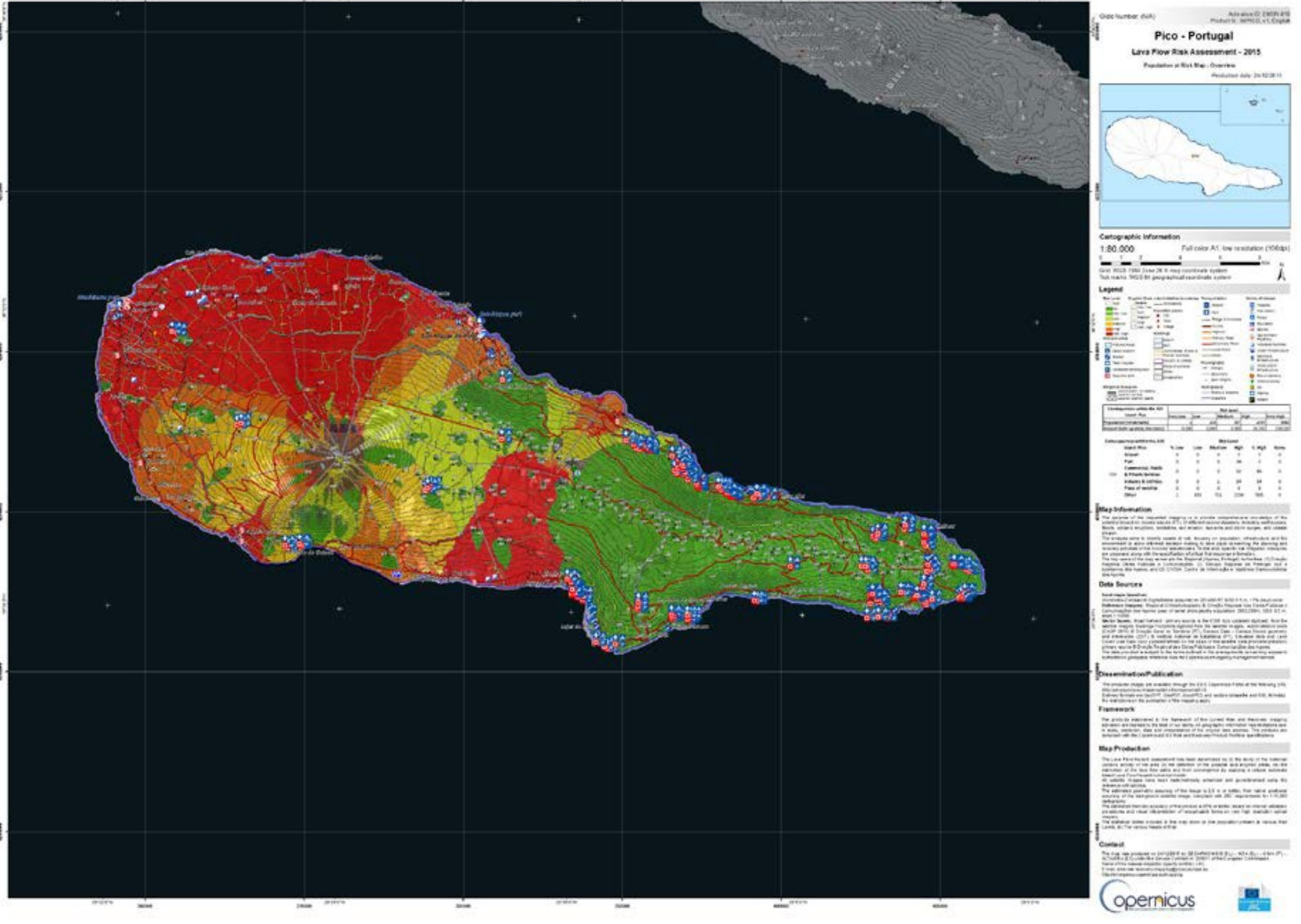


Figure 5. A map of EMSN018 of lava flow risk assessment for Pico island, decreasing from red to green

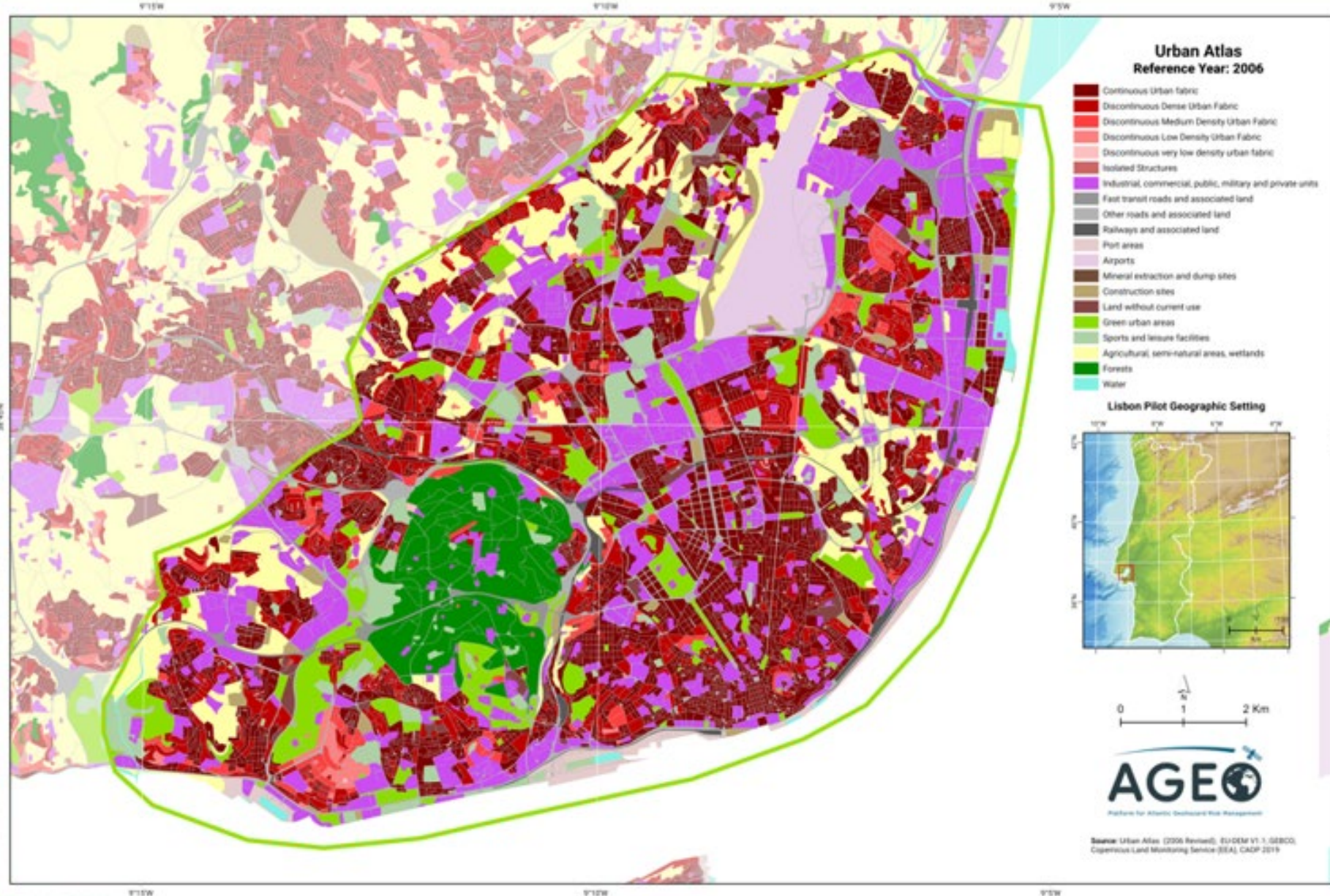
<http://hdl.handle.net/10400.9/4401>



PROJECTS

<https://ag.eoatlantic.eu/>

<https://www.youtube.com/watch?v=3g4GRMnyDEg>



Recursos adicionais

Vídeos informativos e de suporte

Introdução ao geoPortal da Energia e Geologia <https://geoportal.lneg.pt/media/rtapy1s2/introducao.mp4>

Catálogo de Metadados <https://geoportal.lneg.pt/media/dxke2vyf/metadados.mp4>

Bases de Dados Online <https://geoportal.lneg.pt/media/l4haygdt/bds.mp4a>

Dados Abertos <https://geoportal.lneg.pt/media/vgmj0v5m/dadosabertos.mp4>

Visualizador 2D https://geoportal.lneg.pt/media/qniccr2v/visualizador2d_02.mp4

Visualizador 3D <https://geoportal.lneg.pt/media/gminx4e2/visualizador3d.mp4>

Visualizador de Observação da Terra <https://geoportal.lneg.pt/media/njne1uqy/visualizadorot.mp4>

Introdução à Biblioteca e Arquivo Histórico do LNEG https://geoportal.lneg.pt/media/w5hizi0n/biblioteca_introducao.mp4

Acesso à informação da Biblioteca https://geoportal.lneg.pt/media/2ipjr205/biblioteca_acessoinfo.mp4

Artigo

Quental, L., Patinha, P., Gonçalves, P., Pereira, A. (2025). Visualizadores 3D e de observação da Terra como fonte de promoção e expansão do conhecimento geológico. In: Comunicações Geológicas, Volume 112, Fascículo Especial I (2025). DOI: <https://doi.org/10.34637/x0js-vj77>

