

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

análise de dados de satélite
em QGIS



CONHECIMENTO PARA A GESTÃO DO AMBIENTE MARINHO

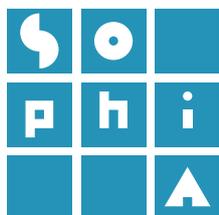
DGRM
Avenida Brasília
1449-030 Lisboa
Portugal
Tel.: +351 213 035 700
Fax: +351 213 035 702
dgrm@dgrm.mam.gov.pt
www.dgrm.mam.gov.pt

SOPHIA
sophia-dqem@dgrm.mam.gov.pt
www.sophia-mar.pt

COPYRIGHT

Logótipo SOPHIA © DGRM 2016.
Todos os direitos reservados. Marca
registada. Não é permitida qualquer
reprodução ou retroversão, total ou
parcial, do logótipo SOPHIA sem prévia
autorização escrita do Editor.

Exercícios do Módulo de Formação em
Sistemas de Informação Geográfica:
Análise de Dados de Satélite em QGIS.
Licença Creative Commons Atribuição
Não Comercial Compartilha Igual 4.0
Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)



Título

Exercícios do Módulo de Formação em Sistemas de Informação Geográfica:
Análise de Dados de Satélite em QGIS

Autores

Alexandra Amorim¹, Cristina Lira², Rui Taborda²

¹ Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências
da Universidade de Lisboa

² IDL - Instituto Dom Luiz, Departamento de Geologia,
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Coordenação dos Exercícios do Módulo de Formação

Cristina Lira

Coordenação do Projeto SOPHIA na FCUL

Ana C. Brito

Edição

DGRM - Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos
Edição Eletrónica - 2017

Design Gráfico

ESCS - Escola Superior de Comunicação Social
(coordenação: João Abreu; paginação: Joana Souza; infografia:
Ricardo Rodrigues; colaboração: Joana Paraíba, Joana Torgal Marques,
Pedro Ribeiro, Renata Farinha, Rita Oliveira)

Referência ao Guia Técnico

Amorim, A., Lira, C., e Taborda, R. (2017). Exercícios do Módulo de Formação
em Sistemas de Informação Geográfica: Análise de Dados de Satélite em QGIS,
DGRM, Lisboa, Portugal. E-book disponível em www.sophia-mar.pt.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Ana Nobre Silva pelo apoio na elaboração do exercício 3.

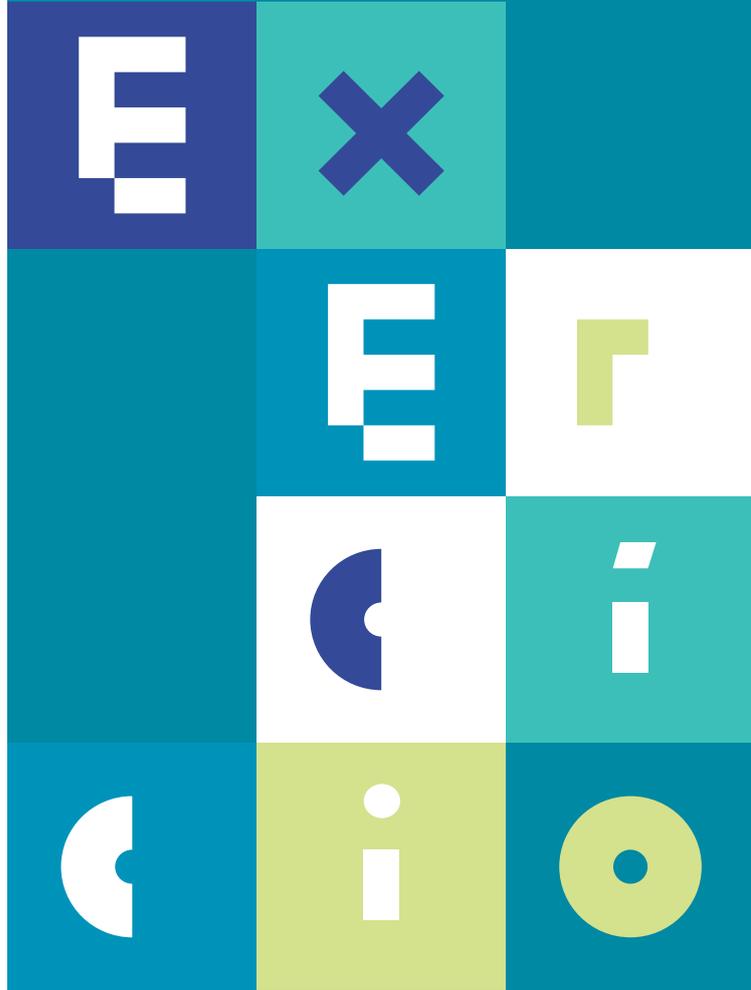
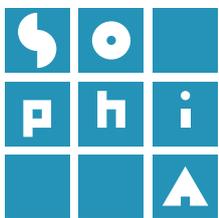
ISBN

978-989-20-7565-5

Documentação de apoio ao módulo de formação SOPHIA – Sistemas de Informa-
ção Geográfica: Análise de Dados de Satélite



EXERCÍCIO 1	4
Sistemas de Informação Geográfica e dados de satélite	
1.1 Sistemas de Informação Geográfica e dados de satélite	14
EXERCÍCIO 2	19
Análise de Imagem em ambiente SIG	
EXERCÍCIO 3	28
Correções geométricas em imagens óticas	
EXERCÍCIO 4	36
Correção radiométrica	
EXERCÍCIO 5	45
Plumas túrbidas	
EXERCÍCIO 6	53
Mapeamento dos fundos marinhos	
EXERCÍCIO 7	65
Mapeamento de manchas de óleo - imagens SAR	
EXERCÍCIO 8	66
Dados multidimensionais	



7

Exercício 1

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DADOS DE SATÉLITE

Objetivos



Este exercício pretende ilustrar as potencialidades do programa QGIS na visualização e manipulação de dados de satélite.

Serão explorados resultados obtidos por diferentes tipos de sensores instalados em diferentes satélites.

Serão abordados os conceitos de banda e número de bandas, assim como resolução espacial, resolução espectral e resolução radiométrica.

Serão também apresentados os processos de otimização de que o QGIS dispõe para adicionar e visualizar dados de sensores/satélites específicos.

A. ABRIR E EXPLORAR DADOS DE SATÉLITE – SENSORES ÓTICOS

1. Descarregar e explorar uma imagem *Landsat 8 OLI/TIR*.

1.1 Descarregar uma imagem *Landsat 8 OLI/TIR*.

As imagens do programa *Landsat* são fornecidas em formato **Geotiff**, um formato específico das imagens *TIFF* (*Tagged Image File Format*) que contém informação do posicionamento da imagem.

- a. Navegue para o endereço <http://earthexplorer.usgs.gov/> e registe-se. No separador **Search Criteria** escreva, no endereço (**Address/Place**), um local à sua escolha (e.g. Lisboa) e a seguir **Show**. Em alternativa clique sobre o mapa no local onde pretende fazer a busca de imagens disponíveis, cujas coordenadas irão aparecer no separador **Coordinates**. No caso do exemplo por endereço irá aparecer **Lisboa, Portugal**. Clique nesse endereço (Figura 1, à esquerda).

- b. Clique no botão **Data Sets**, abra o separador **Landsat Archive ► Collection 1** e selecione a opção **L8 OLI/TIRS** (Figura 1, à direita).

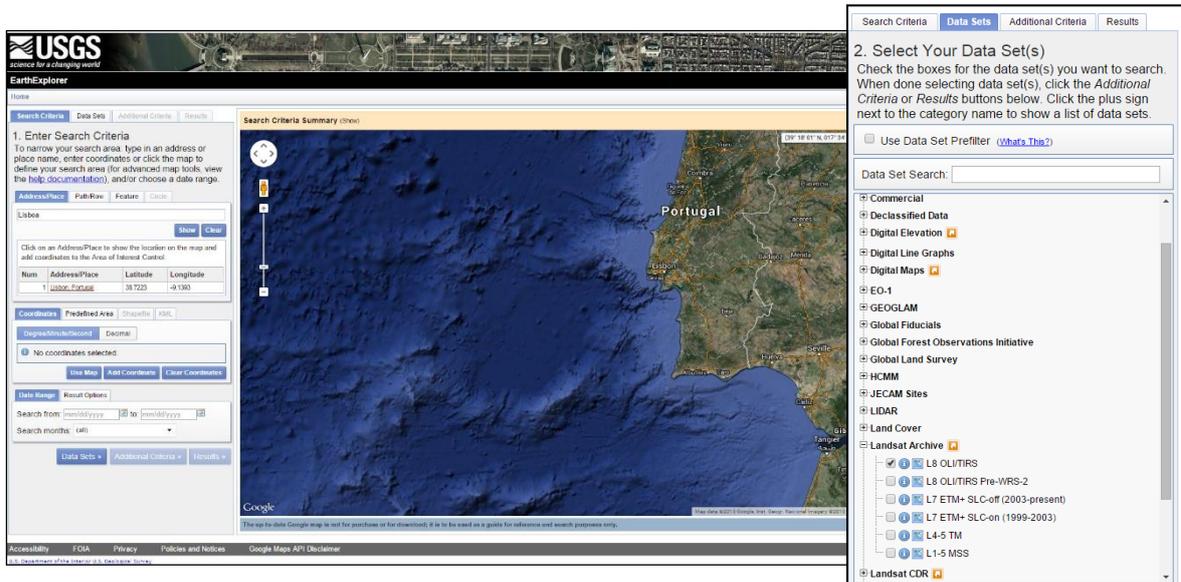


Figura 1- Página inicial do *EarthExplorer* onde se faz a seleção dos tipos de imagem e sensor disponíveis.

- c. Clique em **Results**. Esta ação irá gerar uma pesquisa de todas as imagens *Landsat* que incluem esta região.
- d. Para reduzir o número de resultados volte ao separador **Search Criteria ► Data Range** e escolha um intervalo de datas para mostrar (por exemplo, entre 01/01/2015 e 15/11/2016). Clique em **Results** (Figura 2, em cima).

A lista dos resultados mostra a pré-visualização de cada uma das imagens, apresentadas por ordem cronológica, com as mais recentes primeiro (Figura 2, em baixo).

- e. Descarregue em  uma imagem à escolha, de preferência uma que apresente fraca cobertura nebulosa (por exemplo, 16/09/2016). Nas opções de **Download** selecione **Level 1 Product GeoTIFF Data Product**, de forma a descarregar a imagem *Landsat* em formato *Geotiff* com correção geométrica (*Level1¹*). Guarde a imagem numa pasta denominada **Landsat/L8**.

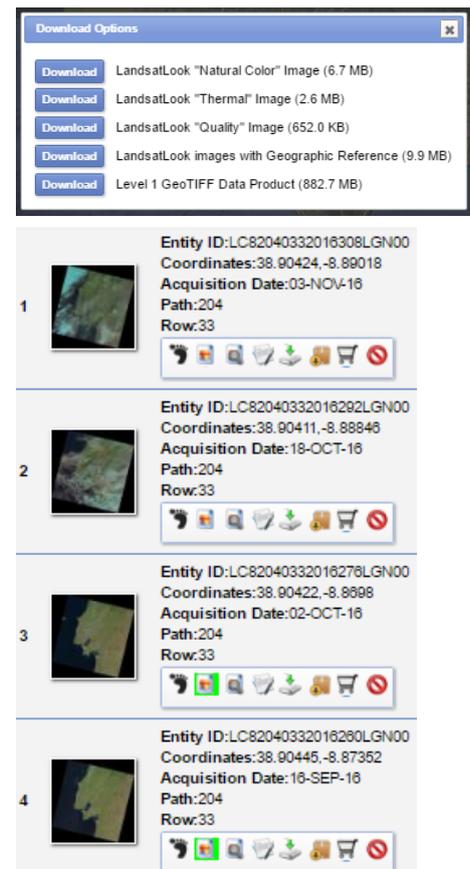


Figura 2 – Resultados da pesquisa no *Earth Explorer* e opções de **download**.

¹ Para mais informações sobre os níveis de correção consulte o guia técnico do módulo de formação Sophia [Sistemas de Informação Geográfica: Análise de Dados Satélite](#) (Lira *et al.*, 2016).

Level 1 Product Generation System (LPGS) apresentam os seguintes parâmetros de processamento:

- GeoTIFF como formato de saída;
- Método de reamostragem: Cubic Convolution (CC);
- Tamanho do píxel: 30 m (sensores TM, ETM+/OLI) e 60 m (MSS) (bandas refletivas);
- Projeção: Universal Transverse Mercator (UTM); (projeção Polar Stereographic para imagens cujo centro apresenta latitudes maiores ou iguais a 63.0 graus)
- Datum: World Geodetic System (WGS) 84;
- Orientação da imagem com norte no topo.



Mais informações em http://landsat.usgs.gov/Landsat_Processing_Details.php

A imagem terá aproximadamente 800 MB (dependendo da imagem escolhida), pelo que deverá demorar um pouco a descarregar.

- f. Descomprima a pasta que acabou de descarregar.

1.1.1 Explorar a imagem *Landsat8* no QGIS.

- a. Abra o Navegador QGIS (ou QGIS Browser).
- b. Navegue até à pasta onde guardou e descomprimiu a imagem e abra a pasta com a imagem *Landsat 8*, cujo nome deverá ter o formato **LC8XXXXXXXXLGN00** (Figura 3). Explore as diferentes bandas no Navegador (nos separadores **Metadados** e **Pré-visualização**).
- c. Verifique quais os tipos de formatos *raster* presentes e respetivas extensões.
- d. Quais os ficheiros que correspondem às bandas do sensor *OLI* e *TIRS*? Use a Tabela 1 no final deste documento como auxiliar.
- e. Abra o **QGIS Desktop** e adicione as bandas 1 a 11 da imagem *Landsat* a um novo projeto, selecionando e arrastando os ficheiros a partir do **Navegador**. Explore os níveis matriciais que descarregou.
- f. Identifique a resolução espacial, a resolução radiométrica e o sistema de coordenadas de cada uma das bandas e compare com os dados da Tabela 1. Sobre cada um dos ficheiros, faça **BLDR ► Propriedades ►** separador **Metadados** (também pode ver esta informação no separador **Metadados** do **Navegador**).

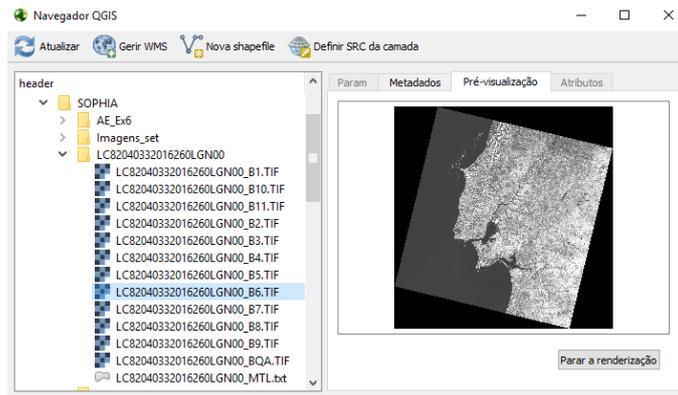


Figura 3 – Navegador QGIS em modo de pré-visualização de uma imagem Landsat 8.

1.2 Trabalhar com *rasters* de grande dimensão – pirâmides.

Quando se trabalha com imagens de grande dimensão a navegação pode tornar-se lenta, havendo por vezes a possibilidade de aumentar a performance através da criação de imagens multi-resolução (pirâmides). **Importante: ao criar pirâmides no formato interno o ficheiro original será alterado, por isso sugere-se que faça uma cópia de segurança dos seus dados antes da transformação, ou que escolha o formato externo.**

- a. Faça **BLDR** sobre uma camada *Landsat* no **Painel das Camadas ► Propriedades ► separador Pirâmides**.
- b. Escolha o formato **Externo** e o método de reamostragem **Vizinho mais próximo**. Faça **OK** e compare o comportamento desta camada com as restantes camadas, quando utiliza comandos de *Pan* ou *Zoom*.
- c. Repita para as restantes camadas. Experimente utilizar diferentes métodos de reamostragem e compare os resultados.

2. Descarregar e explorar uma imagem Landsat 7.

- a. No *EarthExplorer* descarregue a imagem *Landsat 7 - Level 1*, da ilha da Madeira, de 28 de Março de 2010. Guarde a imagem numa pasta denominada **Landsat/L7**.
- b. Abra as imagens no *QGIS* e compare as resoluções espacial, espectral e radiométrica destas imagens com as da imagem *Landsat 8*. Há diferenças a registar? Em caso afirmativo, quais? Use como auxílio as Tabelas 1 e 2 (no final deste documento).
- c. Ative a banda 8 de uma das imagens *Landsat* e faça *Zoom* a uma qualquer zona da imagem, de forma a distinguir os píxeis. Desligue a banda 8 e ligue, por exemplo, a banda 7 da mesma imagem *Landsat*. O que verifica?
- d. Usando a ferramenta **Medir Linha** , estime o comprimento da praia da ilha do Porto Santo (pode dar vários cliques do rato para medir linhas curvas).

3. Descarregar e abrir uma imagem *MODIS AQUA*.

Os conjuntos de dados dos níveis 2 e 3 (*Level 2 e Level 3*) do sensor *MODIS* a bordo do satélite *AQUA* são fornecidos no formato *HDF*. O *HDF* é um formato de arquivo que permite armazenar estruturas de dados multiobjeto, tais como imagens *raster*, matrizes multidimensionais ou tabelas binárias. Existem diferentes tipos de modelos *HDF*. Este tipo de formato tem uma estrutura de dados que permite múltiplos conjuntos de dados (*subdatasets*) num único ficheiro. Cada um destes ficheiros pode corresponder a apenas uma banda ou a múltiplas bandas.

3.1 Para descarregar a imagem navegue até ao endereço <http://glovis.usgs.gov/>.

a. No separador **Collection** escolha a opção **MODIS Aqua ► MYD09A1 (MODIS/Aqua Surface Reflectance 8-Day L3 Global 500m SIN Grid)** que corresponde ao nível 3 de refletância diária global. Na informação geográfica coloque **latitude 45.0** e **longitude -7.1**. Escolha a imagem com data *2014/03/06*. Descarregue a imagem fazendo **Add ► Send to Cart ► Proceed To Chekout ► Submit Order** (se pedido, fazer o registo com as credenciais fornecidas para o *EarthExplorer*). Um endereço será enviado para o *e-mail* de registo para proceder ao *download* da imagem. Guarde a imagem numa pasta denominada MODIS/L3.

b. Consulte as características desta imagem em: https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/mod09a1.

Este produto apresenta, em cada píxel, a melhor observação possível L2G durante um período de 8 dias. Os produtos L2G apresentam valores de refletância à superfície, tal como seria medida ao nível do solo na ausência de dispersão atmosférica ou absorção.



As características dos produtos MODIS podem ser consultados em: https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table.

a. Quantas bandas tem esta imagem?

b. Qual a sua resolução espacial?

c. Adicione a imagem *MODIS AQUA* ao QGIS usando o botão  (**Adicionar Camada Raster**). Verifique se existem diferenças entre a informação carregada e a consultada na página das características das imagens.



B. DESCARREGAR, ABRIR E EXPLORAR IMAGENS RADAR – SAR

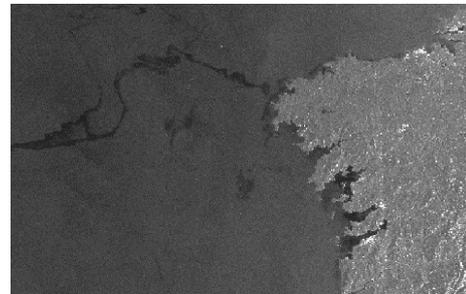
Neste ponto iremos descarregar uma imagem do sensor *ASAR* a bordo do satélite *Envisat* (*Environmental Satellite*), um satélite de observação da Terra da Agência Espacial Europeia (*ESA*) com 10 instrumentos a bordo, cuja missão teve início em 2002 e terminou em 2012. O *QGIS* utiliza a biblioteca *GDAL*² para ler e gravar vários formatos de dados, permitindo-lhe ler imagens de alguns destes sensores.

4. Descarregar e abrir uma imagem ASAR.

4.1 Navegue até: https://earth.esa.int/web/guest/data-access/sample-data/-/asset_publisher/tg8V/content/prestige-oil-spill-galicia-spain-1623?p_r_p_564233524_assetIdentifie#_56_INSTANCE_z3vD_matmp.

- Em Available Sample Data escolha ASAR.
- Descarregue a imagem ASAR Wide Swath (WS) ASA_WSM_1PXPDE20021117_104431_000000672011_00180_03741_0009.N1. gz que corresponde ao dia 17-11-2002.
- Descomprima para uma pasta com o mesmo nome e adicione a imagem ASAR ao projeto *QGIS*. Escolha um Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) adequado.

- Que região está representada na imagem?
- Qual a resolução espacial desta imagem? Compare com a resolução especificada nas características do sensor (Tabela 3).



C. DESCARREGAR SUBPRODUTOS DE DADOS SATÉLITE

Para além das imagens de satélite disponíveis para descarregar na internet, existe também muita informação derivada, com maior ou menor processamento. Um dos portais que

² *Geospatial Data Abstraction Library* (Biblioteca de Abstração de Dados Geoespaciais), uma biblioteca de tradução para dados geoespaciais (matriciais e vetoriais), distribuída pela *Open Source Geospatial Foundation* sob uma licença *Open Source* do tipo *X/MIT*.

disponibiliza alguma desta informação na temática MAR é o portal *COPERNICUS MARINE ENVIRONMENT MONITORING SERVICE* (antigo *MyOcean* project). Neste portal, a informação *raster* vem, fundamentalmente, no formato NetCDF.

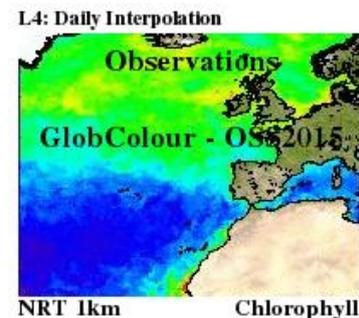
5. Descarregar, abrir e explorar dados em formato *NetCDF*.

O *NetCDF* é um formato de arquivo projetado para suportar a criação, acesso e partilha de dados científicos, muito utilizado pelos geocientistas, que suporta N-dimensões, i.e., X, Y, Z, tempo.

5.1 Navegue até ao endereço <http://marine.copernicus.eu/>.

- a. Faça o registo, caso ainda não esteja registado.
- b. Selecione a área de pesquisa dos produtos disponíveis clicando no separador **IBERIA-BISCAY-IRELAND REGIONAL SEAS**.

- c. Selecione o parâmetro Ocean Chlorophyll e nível de Processamento L4-OBS. Explorar o produto NORTH ATLANTIC CHLOROPHYLL (OPTIMAL INTERPOLATION) - OCEANCOLOUR_ATL_CHL_L4_NRT_OBSERVATIONS_009_037.



- d. Clique em **MORE INFO** para ver as características do produto.

- a. Qual é a sua cobertura temporal?



5.2 Descarregue o produto.

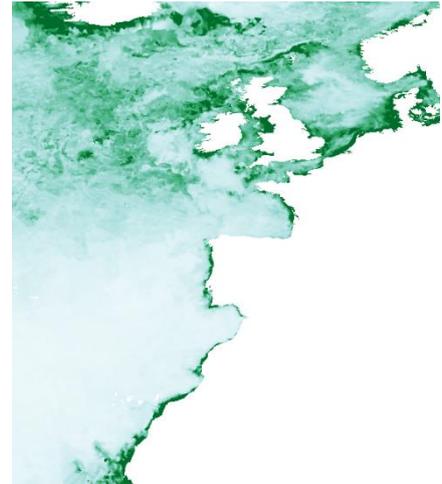
5.2.1 Faça **ADD TO CART** e **DOWNLOAD**. Guarde-o numa pasta designada *MyOcean*.

5.2.2 Explore o produto no *QGIS*.

- a. Em *QGIS* os ficheiros *NetCDF* são adicionados através do botão  (**Adicionar Camada Raster**). É também possível arrastar um ficheiro *NetCDF* do *Windows Explorer* diretamente para a aplicação.

- b. Mude a simbologia do tema para que as diferenças sejam mais perceptíveis.

- a. Qual é a zona de Portugal que apresenta maior concentração de clorofila?
- b. Qual a zona, da total representada, que apresenta maiores concentrações de clorofila? Apresente uma explicação possível para este padrão.



D. SISTEMATIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS:

1. Que formatos de dados matriciais (*raster*) foram utilizados neste exercício?
2. Enumere os satélites e sensores cujas imagens foram utilizadas neste exercício.
3. Enumere duas diferenças na resolução entre as imagens *Landsat 7* e *Landsat 8*.
4. Defina resolução radiométrica.
5. Quantas bandas apresenta o sensor ótico do *Landsat 8*?

Tabela 1. Bandas e respectivos comprimentos de onda das imagens Landsat 8 (retirado de http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php).

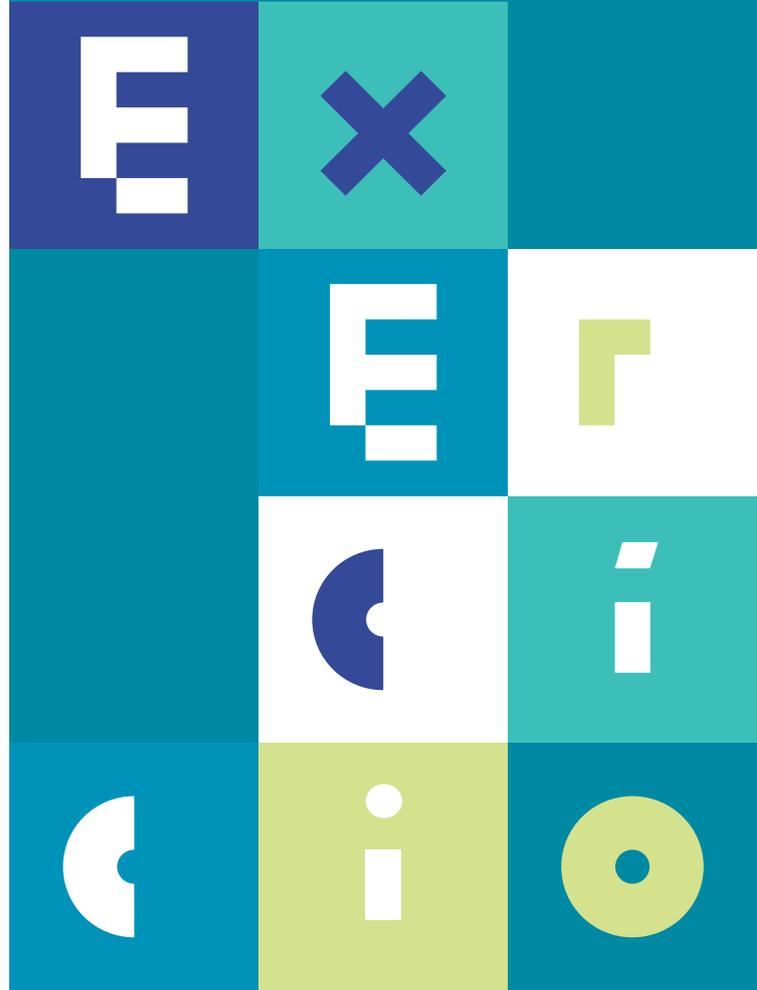
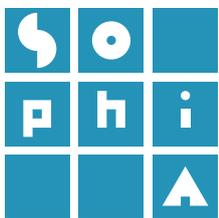
Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) Launched February 11, 2013	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

Tabela 2. Bandas e respectivos comprimentos de onda das imagens Landsat 7 (retirado de http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php).

Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)	Landsat 7	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1	0.45-0.52	30
	Band 2	0.52-0.60	30
	Band 3	0.63-0.69	30
	Band 4	0.77-0.90	30
	Band 5	1.55-1.75	30
	Band 6	10.40-12.50	60 * (30)
	Band 7	2.09-2.35	30
	Band 8	.52-.90	15

Tabela 3. Características da imagem ASAR do tipo ASA_IMS_1P (retirado de <https://earth.esa.int/handbooks/asar/CNTR3-1-2.html> e <https://earth.esa.int/handbooks/asar/CNTR2-6-2.html#eph.asar.prodalg.levb.prod.hiqhorg.img.stalone.prodtypes.slook>).

PRODUCT ID	ASA_IMS_1P
NAME	ASAR image single-look complex
DESCRIPTION	This is a single-look, complex, slant-range, digital image generated from Level 0 ASAR data collected when the instrument is in Image Mode (7 possible swaths HH or VV polarisation). It is primarily intended for use in SAR quality assessment and calibration, and can be used to derive higher level products.
COVERAGE	100 km along-track * 56- 100 km across-track
GEOMETRIC RESOLUTION	Approximately 6 azimuth, programmed chirp bandwidth dependent slant range.
RADIOMETRIC RESOLUTION	1 look in azimuth, 1 look in range
PIXEL SPACING	Natural spacing in both Slant range and Azimuth. Azimuth pixel spacing depends on Earth-Satellite relative velocity and actual PRF.2. Slant range pixel spacing is given by ASAR sampling frequency (19.208 MHz)
SIZE	741 Mbytes



7.7

Exercício 1.1

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DADOS DE SATÉLITE

Objetivos

Este exercício é a continuação do exercício 1, onde se pretende mostrar as características das imagens óticas da missão Sentinel 2.



O Sentinel 2 transporta um inovador sensor ótico de alta resolução com 13 bandas espectrais. A missão Sentinel 2 é baseada numa constelação de dois idênticos satélites na mesma órbita, distanciados de 180° para ótima cobertura e cedência de dados.

O Sentinel 2A entrou em órbita a 23 de junho de 2015 e o Sentinel 2B a 7 de março de 2017.

As imagens Sentinel 2 podem ser obtidas de forma gratuita a partir do *Copernicus Open Access Hub*, mediante um simples registo e são fornecidas ao utilizador no formato JPEG2000 (.JP2).

A. DESCARREGAR E EXPLORAR UMA IMAGEM SENTINEL 2

1. Descarregar a imagem ótica *Sentinel 2*.

Pretende-se descarregar a imagem ótica *Sentinel 2* do dia 29-11-2015 da região do Algarve.

- Navegue até ao *Copernicus Open Access Hub* usando o endereço <https://scihub.copernicus.eu>.
- Entre no Copernicus Scientific Data Hub clicando em **Open Hub**.
- Caso ainda não tenha efetuado o seu registo no *Sentinels Scientific Data Hub*, registe-se; caso já esteja registado, faça Login.

- d. Faça *zoom* à região do Algarve (Figura 1) e com o rato desenhe um polígono de área de pesquisa.
- e. Coloque a referência *S2MSI1C* como critério de procura, o que corresponde a imagens *Sentinel 2*, nível de processamento L1C.

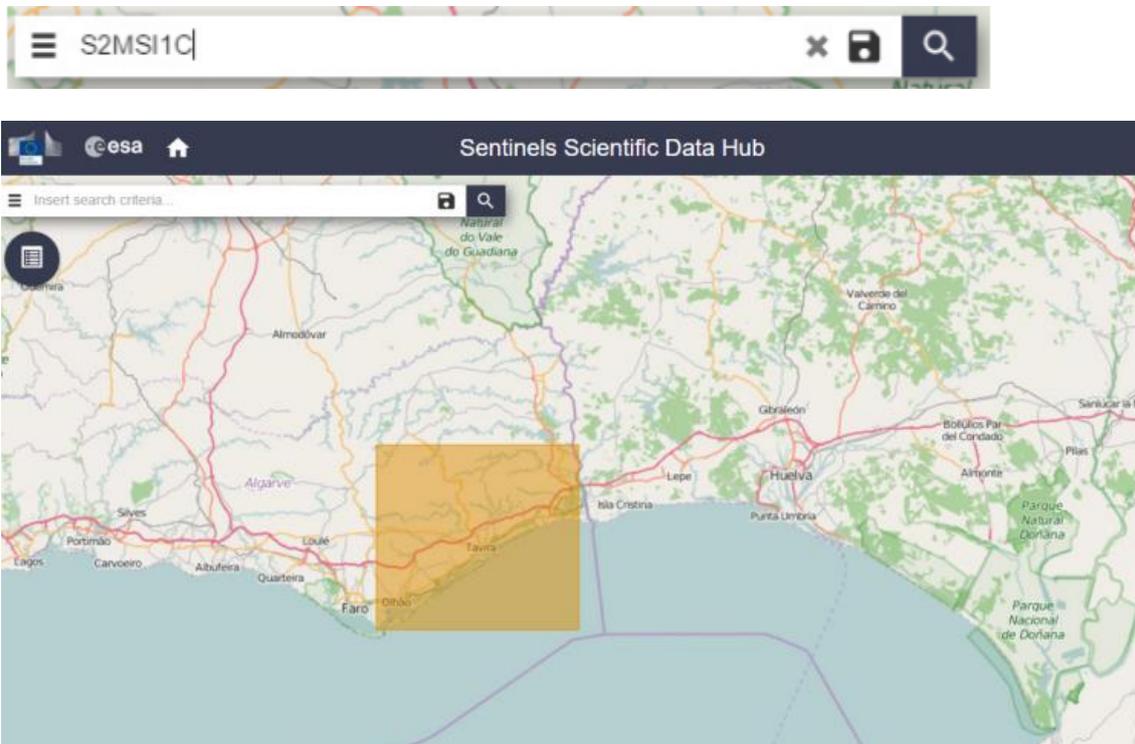


Figura 1 - Sentinels Scientific Data Hub, com seleção na zona do Algarve.

- f. Use o ícone  e aceda às definições avançadas de procura (*Advanced Search*); no *Sensing period* pesquisar desde 28-11-2015 a 05-12-2015 usando o ícone .
- g. Proceda ao *download* de um dos produto que apareceram com estes critérios de escolha usando o ícone  (*Download Product*) e guarde a imagem numa pasta denominada Sentinel2. Ambas as imagens são da mesma data de aquisição, mas o processamento foi realizado em datas diferentes.

 **A imagem a descarregar tem cerca de 6.3 Gb pelo que pode demorar algum tempo a descarregar, consoante a ligação da Internet.**

1.1 Abrir a imagem Sentinel 2 no QGIS.

Após descarregar a imagem é necessário descomprimir o ficheiro. As imagens *Sentinel 2* são fornecidas ao utilizador no formato *JPEG2000* (.JP2). Os produtos são uma compilação de grânulos elementares de tamanho fixo, dentro de uma única órbita. Um grânulo é a partição mínima indivisível de um produto (que contém as possíveis bandas espectrais). Para mais informações consulte: <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/product-types>.

Neste exercício vamos abrir o grânulo correspondente à zona T29SNB.

h. Usando o ícone  e dentro da pasta Sentinel2 navegue até à pasta *GRANULE* -> *S2A_OPER_MSI_L1C_TL_MTI_20151129T193058_A002279_T29SNB_N02.00* -> *IMG_DATA*. Esta pasta contém as 13 imagens que correspondem às 13 bandas de aquisição de informação do sensor *MSI (MultiSpectral Imager)* do *Sentinel 2*.

i. Selecionando as 13 bandas e clique Open.

1.1.1 Explore as imagens *Sentinel 2* no *QGIS*.

1.1.2 Verifique a resolução espacial e radiométrica destas imagens.



Em alternativa poderá navegar diretamente no explorador de ficheiros, selecionar as 13 bandas e arrastá-las para o ambiente *QGIS*

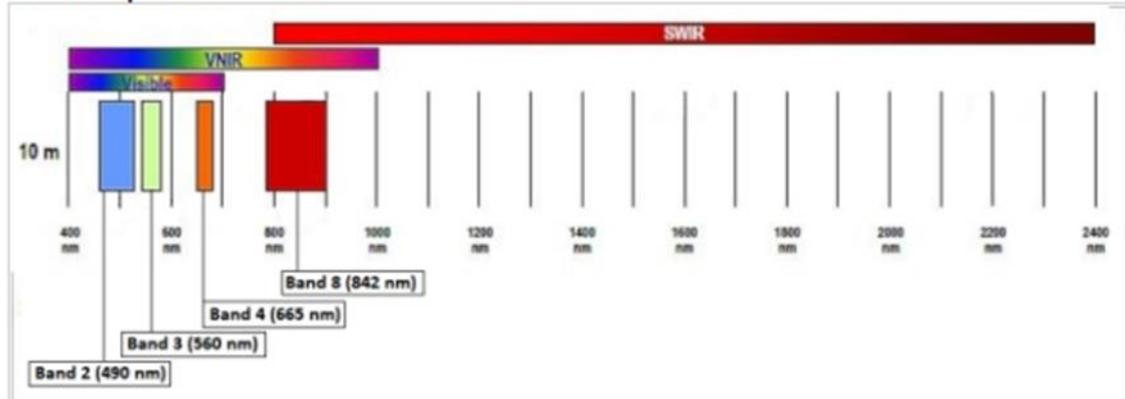
B. SISTEMATIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS

1. Identificar as principais diferenças entre as imagens do sensor *OLI* do *Landsat 8* e o sensor *MSI* do *Sentinel 2*, usando como suporte a Tabela 1 e a Figura 2.

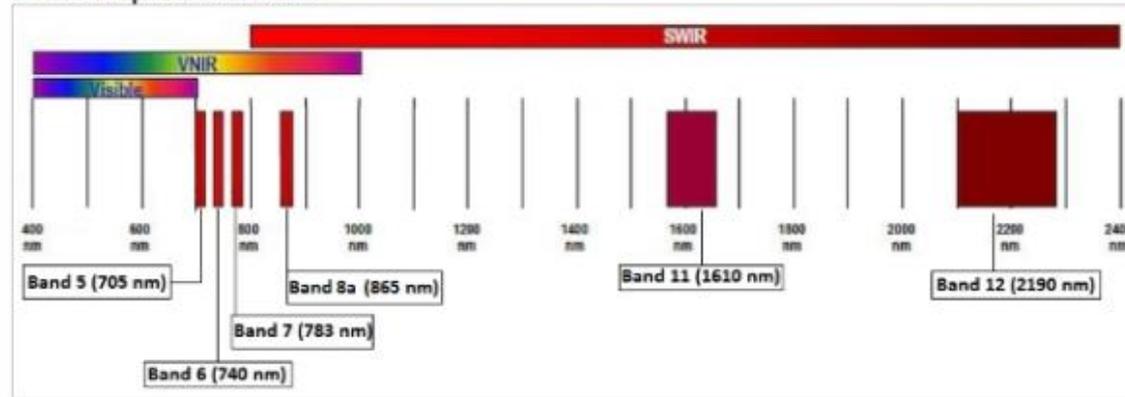
Tabela 1 - Bandas e respetivos comprimentos de onda das imagens Landsat 8 (retirado de http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php).

Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) Launched February 11, 2013	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

10 metre spatial resolution:



20 metre spatial resolution:



60 metre spatial resolution:

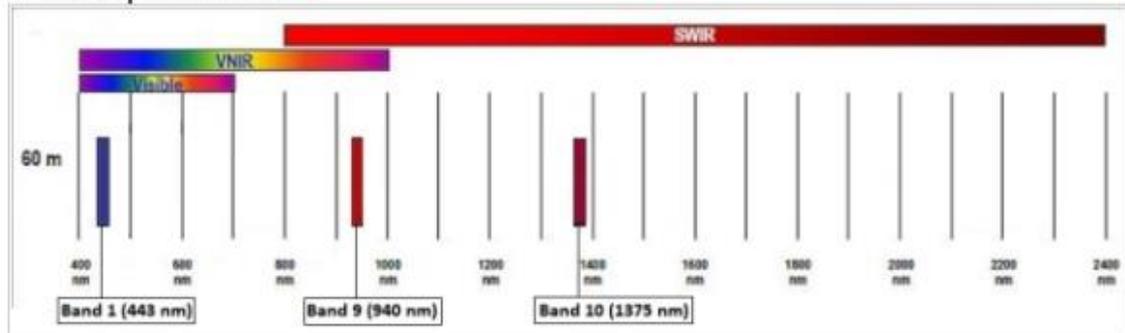
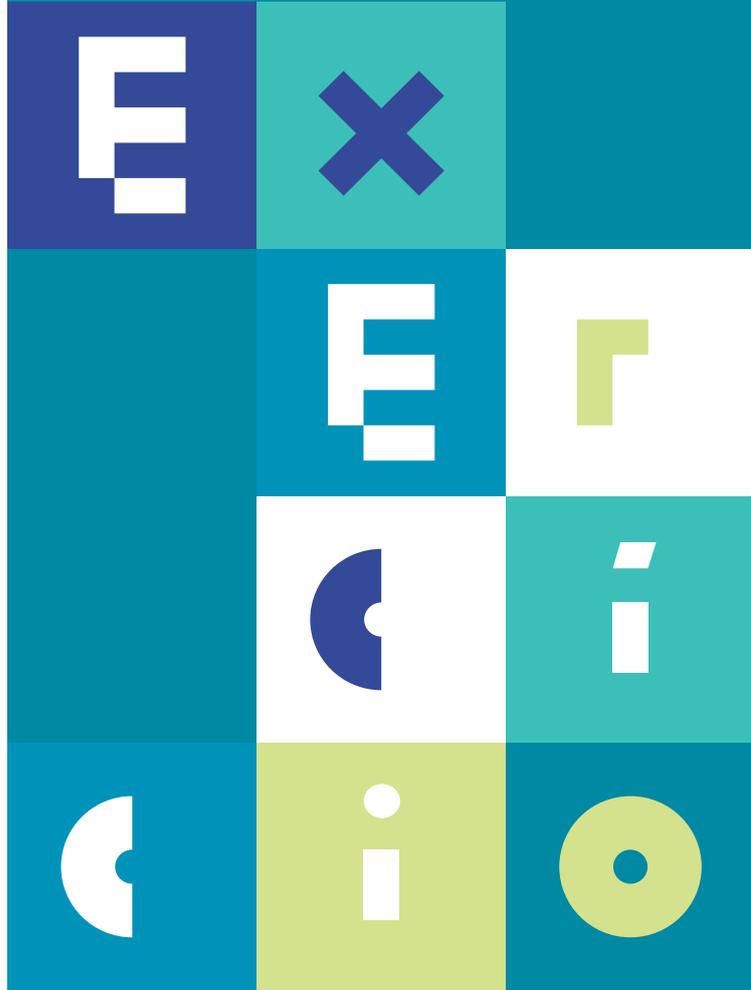
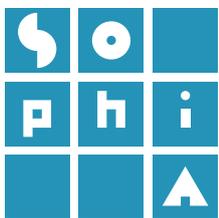


Figura 2 - Bandas e respectivos comprimentos de onda das imagens Sentinel 2 (retirado de <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial>).



Exercício 2

ANÁLISE DE IMAGEM EM AMBIENTE SIG

Objetivos



Este exercício pretende introduzir a ferramenta Semi-Automatic ClassificationPlugin (Módulo de Classificação Semi-Automática), uma ferramenta para QGIS que simplifica a pesquisa, o download e o processamento de camadas ou temas matriciais, em especial as imagens de satélite.

Neste exercício serão abordadas as operações de realce e composições coloridas.

A. ABRIR E EXPLORAR A JANELA SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN (SCP)

A janela do módulo *SCP* apresenta as ferramentas básicas para processar e analisar imagens de satélite (Figura 1).

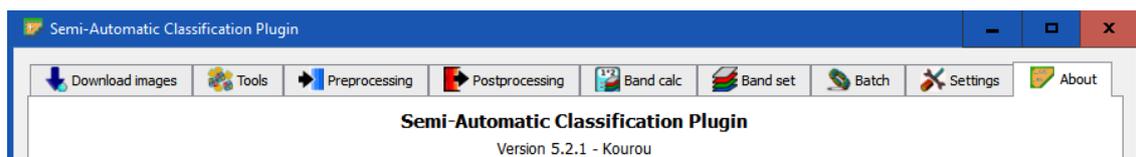


Figura 1 – Janela do *Semi-Automatic Classification Plugin*.

1. Instalar o módulo *SCP* no *QGIS*.

- a. Acesse ao menu **Módulos** e na pesquisa digite “*semi-automatic*” (Figura 2). Escolha **Instalar módulo**.

A instalação do módulo *SCP* acrescenta automaticamente um novo menu, assim como a *SCP Dock* no lugar do Painel da Camadas, com o qual pode ser alternado. Acrescenta também três novas barras de ferramentas (*SCP Working Toolbar*, *SCP Tools* e *SCP Edit Toolbar*). A primeira inclui as ferramentas de criação de áreas de treino e de classificação; a segunda é equivalente ao novo menu e a terceira contém as ferramentas de edição de *rasters* (Figura 3).

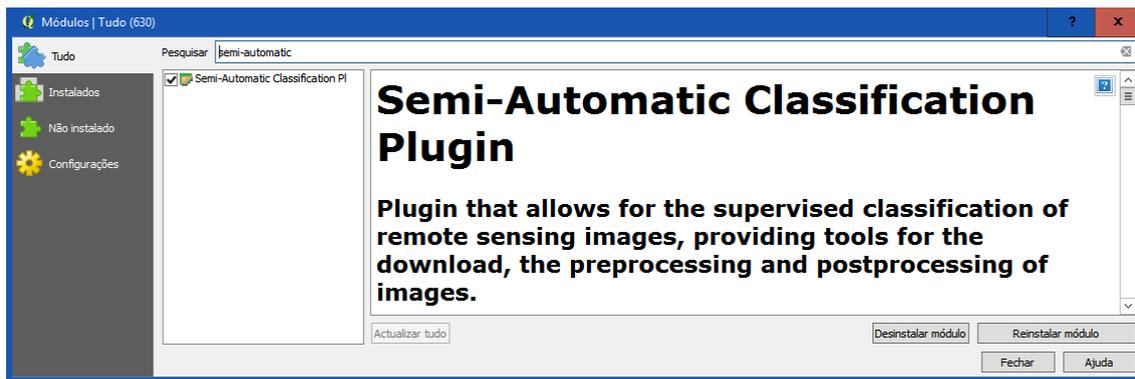


Figura 2 – Janela de pesquisa de módulos.

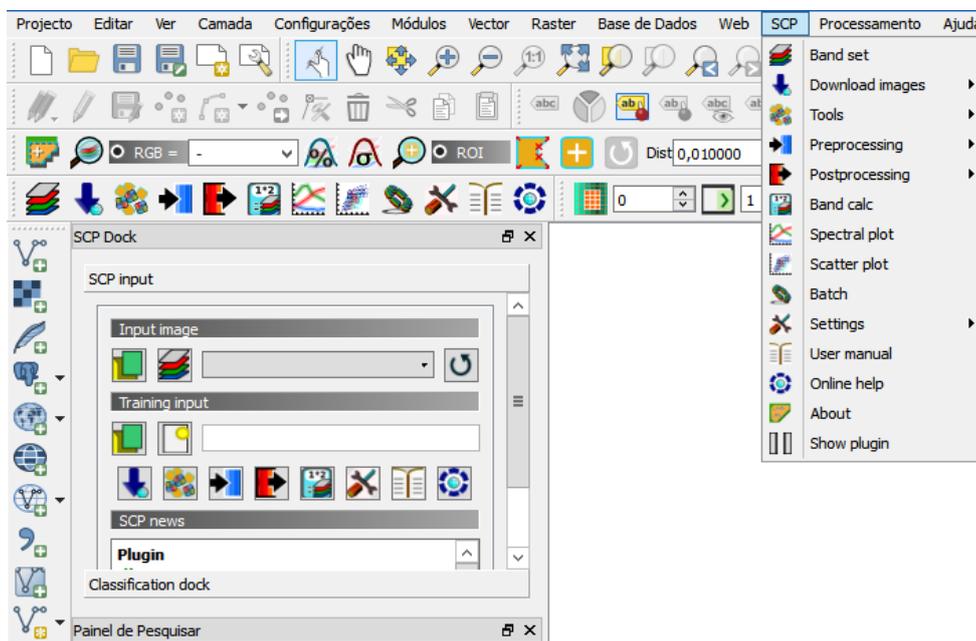


Figura 3 – Menu, dock e barras de ferramentas do módulo SCP.

2. Explorar a janela principal do módulo SCP.

- a. Abra a janela principal do módulo **SCP** clicando em  na barra de ferramentas SCP Working Toolbar e explore os diversos separadores disponíveis.

A *SCP Working Toolbar* apresenta 9 menus (Figura 1), dos quais se destaca:



O menu **Download Images**, onde se encontram as ferramentas para procurar e descarregar imagens gratuitas de deteção remota, sendo necessária ligação à Internet.



O menu para pesquisar e descarregar imagens apresenta 4 janelas independentes de *download* de imagens *Landsat*, *Sentinel-2*, *ASTER* e *MODIS*. Para qualquer um deles é necessária autenticação e/ou *login* nos respetivos servidores (respetivamente <https://ers.cr.usgs.gov/>, <https://scihub.copernicus.eu/userguide/1SelfRegistration> e <https://urs.earthdata.nasa.gov>).



O menu Ferramentas (Tools), para manipular áreas de interesse nas imagens (ROI – Regions Of Interest - úteis para classificar rapidamente imagens multi-temporais, ou para avaliação da precisão da classificação) e assinaturas espectrais.



Permite criar pontos aleatórios para as ROI , importar assinaturas espectrais disponíveis em diversas fontes (incluindo na *USGS Spectral Library*) , exportar assinaturas espectrais , alterar o peso de cada banda (que por defeito é igual a 1) no algoritmo da classificação (para realçar determinadas características de certos materiais) , entre outras funcionalidades.



O menu **Preprocessing**, para preparar as imagens para a sua posterior análise.



Permite converter os números digitais *DN* (*Digital Numbers*) das imagens (*Landsat*, *Sentinel-2* e *ASTER*) em valores de refletância no topo da atmosfera (*TOA – Top Of Atmosphere*)¹; cortar várias imagens em simultâneo; separar uma imagem multibanda em várias imagens unibanda; realizar a análise *PCA* (*Principal Component Analysis*) das bandas carregadas (para definir quais as melhores bandas da imagem a utilizar); ou converter imagens vetoriais em imagens *raster*.



O menu **Band calc**, para realizar cálculos entre os píxeis das bandas carregadas.



O menu **Band set**, para definir quais as bandas a utilizar.



O menu **Batch**, para executar automaticamente várias funções.

¹ Mais informação no guia [Sistemas de Informação Geográfica: Análise de Dados de Satélite](#) (Módulo 5 da formação Sophia).

3. Funcionalidades de pesquisa e *download*.

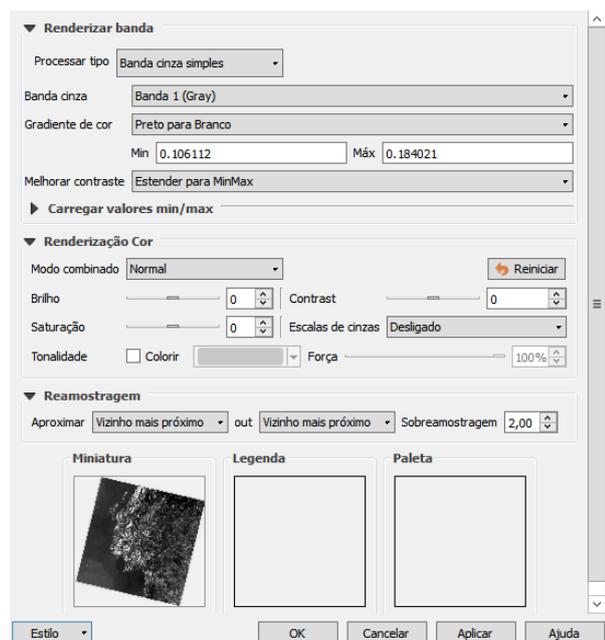
- Num novo projeto, abra a janela *SCP* e escolha o menu **Download Images** .
- Introduza os seus dados de login no EarthExplorer e faça uma pesquisa para uma imagem **OLI Landsat 8**, definindo as coordenadas para os pontos *UL* (*upper left* – superior esquerdo) e *LR* (*lower right* – inferior direito), por exemplo -10(UL X), 40 (UL Y), -8 (LR X) e 38 (LR Y). Escolha um intervalo de datas recente e cobertura nebulosa máxima 0%.
- Observe as características das imagens encontradas utilizando o botão *Preview*  para a imagem selecionada. Selecione as opções Only if preview in Layers Preprocess images Load bands in QGIS e faça *download*  de uma imagem que abranja a zona terminal do estuário do Tejo (note que no separador **Download options** poderá escolher as bandas que quer descarregar - neste caso mantenha todas as bandas selecionadas).

4. Funcionalidades de visualização.

- Se selecionou a opção **Load bands in QGIS** no ponto anterior, as camadas serão carregadas automaticamente na janela principal do QGIS (caso não tenham carregado, utilize o botão ).
- Centre e faça *zoom* à imagem na zona da desembocadura do Tejo.
- Escolha uma banda, no **Painel das Camadas**, e com o **BLDR** sobre ela, escolha **Propriedades** e o separador **Estilo**.

A janela de estilos permite alterar várias características das imagens e gravar o procedimento efetuado para uma imagem, para que possa ser replicado nas restantes. Estas alterações são realizadas “*on the fly*”, ou seja, para que se tornem definitivas nas imagens, estas terão de ser gravadas com as novas características.

- Explore as ferramentas de ajuste de imagem da janela **Estilo**, de forma a melhor representar a informação contida na imagem escolhida.



B. OPERAÇÕES DE REALCE – ALTERAÇÃO DO CONTRASTE

As operações de realce permitem melhorar a capacidade de interpretação visual de uma imagem por um de dois métodos:

- a) alteração do contraste da imagem;
- b) conversão de tons de cinza para representação de cores.

As operações de realce permitem ajustar os dados contidos nas imagens, dados estes que podem ser categorizados sob a forma de histogramas, com o objetivo de realçar determinados atributos das imagens. Desta forma a visualização e manipulação do histograma, característico de cada banda e/ou imagem, é a forma mais eficiente de proceder a este destaque.

5. Alteração do contraste nas imagens

- a. Volte a carregar a mesma imagem no QGIS e, com o BLDR sobre ela, escolha mais uma vez o separador **Propriedades** para realçar a imagem, desta vez através do separador **Histograma**.

A janela do Histograma do *Raster* permite visualizar e alterar o histograma, escolhendo-se manualmente os valores mínimo e máximo para a representação da imagem (Figura 4). Estas alterações podem também ser gravadas como um novo estilo, podendo ser a seguir replicadas nas outras imagens.

- b. Altere os valores de máximo e mínimo e faça **Aplicar**. Observe as diferenças em relação à imagem original. Experimente diferentes valores.

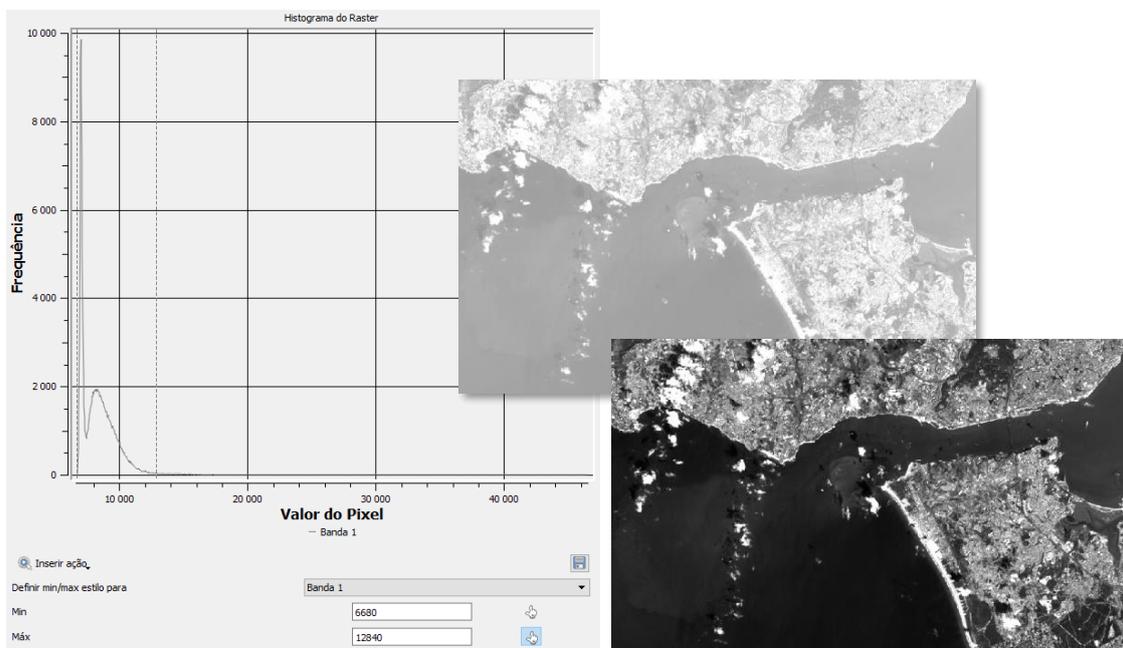


Figura 4 – Alterações no contraste de imagens de satélite na janela do histograma.

C. OPERAÇÕES DE REALCE – COMPOSIÇÃO COLORIDA

6. Diferentes composições coloridas

O olho humano reconhece muitas mais cores do que diferentes tons de cinzento. Desta forma a variabilidade de cores pode ser utilizada para realçar pequenas diferenças entre níveis de cinzentos. O processo que transforma uma imagem originalmente em níveis de cinzento numa imagem em diferentes níveis de cor denomina-se por representação em **pseudocor** ou **pseudocolor**.

A visualização da informação em cor verdadeira (visualização aproximada à realidade percebida pelos nossos olhos) é denominada de **representação em cor verdadeira**. Esta representação corresponde à combinação colorida das bandas **Vermelho-Verde-Azul**, também denominado *RGB* (do inglês **Red-Green-Blue**).

Qualquer alteração, quer na ordem das bandas quer na informação espectral que compõe a imagem, produz uma imagem diferente, que será denominada de falsa cor.

6.1 Composição colorida cor verdadeira

- Adicione as bandas vermelho, verde e azul da imagem *Landsat 8* (consulte a Tabela 1).
- Proceda à composição colorida em cor verdadeira.

Abra o menu **Band set**  na janela *SCP* e seleccione as bandas pela ordem correta, seguidas de . Utilize as setas   para ordenar as bandas. Em **quick wavelength settings** escolha *Landsat 8 OLI*. Escolha **Create virtual raster of band set** e em seguida faça **Run** .

- Faça o melhoramento do contraste na nova imagem colorida (note que, agora, terá 3 histogramas diferentes para manipular, um por cada cor da imagem).

6.2 Composição colorida em falsa cor

- Adicione as restantes bandas da gama infravermelha da imagem *Landsat 8*. Se necessário faça Refresh list  para atualizar a lista das bandas na janela do plugin *SCP*.
- Proceda à composição colorida em falsa cor 5-4-3, retirando as bandas que não interessam na composição com o botão  (**Delete Row**). A cor predominantemente vermelha corresponde a quê?

- c. Proceda às composições coloridas em falsa cor **6-5-4**, **7-6-4**, **7-5-3** em imagens diferentes e observe as diferenças.
- d. Que combinação usaria para melhor visualizar a zona de praia emersa?

7. Representação em pseudocor

- a. Adicione aos projeto a banda 10 da imagem *Landsat 8*.
- b. Melhore o contraste da imagem através do histograma (**BLDR** sobre a camada no Painel das Camadas ► **Propriedades** ► **Histograma**).
- c. Mude para o separador **Estilo** e escolha **Banda de cor falsa simples** em **Processar tipo**. Para os valores **Min** e **Máx** copie os valores mínimo e máximo que definiu no histograma.
- d. Em **Cor** escolha um esquema de cores (ou edite um manualmente) que permita representar os valores mais altos a vermelho e os mais baixos a azul. Verifique se o vermelho corresponde ao valor mais alto e o azul ao mais baixo; caso contrário, clique em **Inverter**.
- e. Clique em **Classificar** e aparecerão as cores associadas aos intervalos, de acordo com o esquema de cores que escolheu. Faça **Aplicar** (Figura 5). Nota: por defeito a aplicação apresenta 5 cores, mas pode aumentar o seu número, escolhendo, no modo, **Intervalo igual** e alterando o número de classes a representar; a aplicação atribui automaticamente mais cores intermédias ao esquema de cores.



Figura 5 – Banda 10 da imagem *OLI Landsat 8* em pseudocor.

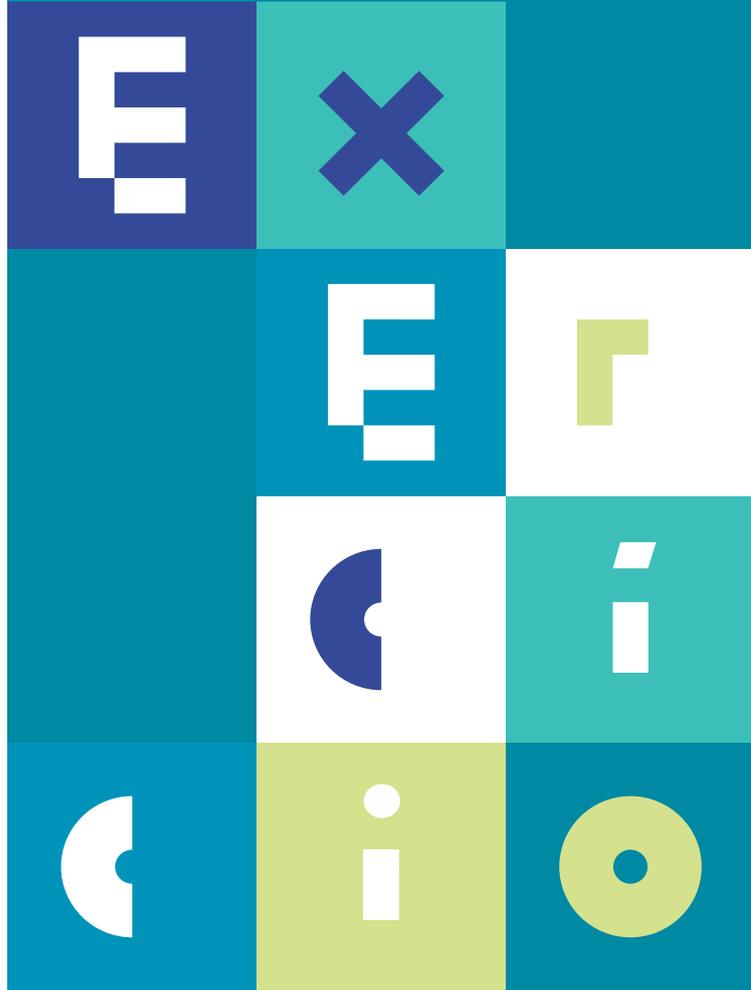
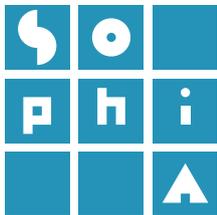
- f. Amplie a região metropolitana de Lisboa e interprete as diferenças. Dica: use como auxílio na interpretação a composição colorida **5-4-3**.
- g. Grave a informação da rampa de cores num ficheiro .qml (em **Estilo ► Guardar estilo**) na pasta onde guardou os restantes ficheiros deste exercício e dê-lhe o nome **PseudocorL8B10**).

D. SISTEMATIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS

1. Para que servem as operações de realce?
2. Qual a combinação de bandas que corresponde à composição colorida em cor verdadeira nas imagens *Landsat 8*?
3. Qual a diferença entre falsa cor e pseudocor?

Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) Launched February 11, 2013	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

Tabela 1. Bandas e respetivos comprimentos de onda das imagens Landsat 8 (retirado de http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php).



EXERCÍCIO 3

CORREÇÕES GEOMÉTRICAS DE IMAGENS ÓTICAS

Objetivos



O objetivo deste exercício é proceder à correção geométrica de imagens .

A correção geométrica é uma das operações incluídas no pré-processamento.

Neste exercício irá corrigir a posição geométrica, neste caso georreferenciar uma imagem retirada da Internet através de duas formas distintas: o posicionamento com pontos homólogos e o posicionamento com coordenadas conhecidas.

A. OBTENÇÃO DE INFORMAÇÃO

1. **Obtenha a carta de sedimentos superficiais da plataforma continental portuguesa, disponível numa publicação científica do LNEG (http://www.lneg.pt/download/9638/24_2952_ART_CG14_ESPECIAL_II.pdf).**
 - 1.1 Abra o documento e amplie a figura 1 de forma a ocupar a totalidade do monitor. Utilize a ferramenta de corte do *Windows* (*Snipping Tool* ) para gravar uma imagem a partir do recorte da carta de sedimentos publicada. Grave duas cópias da imagem em formato *.JPG*.
2. **Abra um novo projeto *QGIS*.**
3. **Adicione o serviço de mapas com a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) em *WMS* disponibilizado pelo IGEO (Direção-Geral do Território).**

- 3.1 Navegue até ao sítio www.igeo.pt, vá a dados abertos e pesquise “caop”. Carregue na opção **Serviços ► Caop Continente ► Continente WMS** e copie o endereço disponibilizado. Verifique, na ficha técnica, qual o sistema de referência utilizado na carta.
- 3.2 Carregue o serviço WMS para o seu projeto QGIS. No menu **Camada** escolha **Adicionar camada ► Adicionar camada WMS WMTS** (ou vá diretamente ao botão ). Escolha **Novo**, dê o nome CAOP à ligação e cole no **URL** o endereço copiado no ponto anterior (Figura 1), fazendo **OK** a seguir.

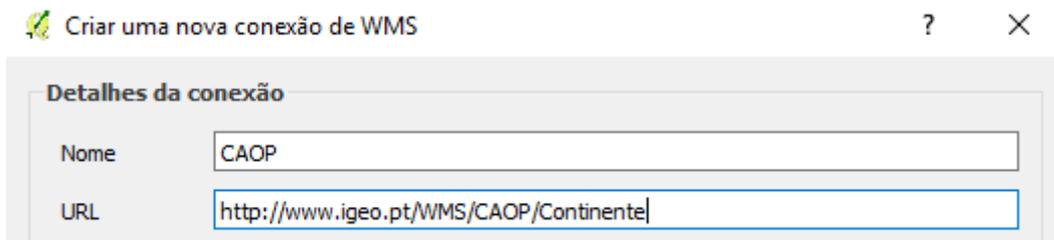


Figura 1 - Adicionar serviços de mapas em WMS.

- a. Na mesma janela clique em **Conectar**. Selecione a camada Distritos-2016 e faça **Adicionar** (Figura 2).

ID	Nome	Título	Resumo
0	CAOP_Continente	CAOP-Continente	Serviço de Visualização conforme o perfil INSPIRE (ISO19128-WMS 1.3.0), enquadr...
1	Troco_AreaAdmin...	Troco_AreaAdmin...	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2016. Para mais informaçõe...
4	AreaAdministrati...	AreaAdministrati...	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2015. Para mais informaçõe...
7	Freguesias-2016	Freguesias-2016	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2015. Para mais informaçõe...
10	Concelhos-2016	Concelhos-2016	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2016. Para mais informaçõe...
13	Distritos-2016	Distritos-2016	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2016. Para mais informaçõe...
16	NUTS3-2016	NUTSIII-2016	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2016. Para mais informaçõe...
19	NUTS2-2016	NUTSII-2016	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2016. Para mais informaçõe...
22	NUTS1-2016	NUTSI-2016	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2016. Para mais informaçõe...
25	Mun_UT2_UT3-C...	Mun_UT2_UT3-C...	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2016. Para mais informaçõe...
28	UT3_CAOP2016	UT3-CAOP2016	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2016. Para mais informaçõe...
31	UT2-CAOP2016_...	UT2-CAOP2016_...	Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Versão 2016. Para mais informaçõe...
34	inspire_common:...	inspire_common:...	

Figura 2 – Lista de camadas disponíveis na CAOP.

Poderá, se assim o entender, alterar a cor dos contornos dos polígonos, bastando para isso aceder às propriedades da camada e, no separador **Estilo**, escolher, em **Tonalidade**, **Colorir** e, em seguida, escolher a cor desejada.

- b. Verifique o sistema de coordenadas do projeto QGIS e (re)defina o SRC com o sistema de coordenadas da CAOP.

B. GEORREFERENCIAÇÃO DE IMAGENS ATRAVÉS DE PONTOS HOMÓLOGOS

4. Identifique na CAOP a zona representada na carta de sedimentos que gravou no ponto 1 (do Cabo Mondego ao Cabo Carvoeiro) e faça *zoom* até essa zona (Figura 3).

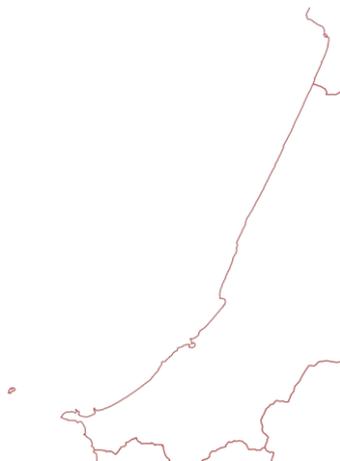


Figura 3 – Localização da zona representada pela carta de sedimentos na CAOP.

5. Ative, se necessário, o módulo de georreferenciação do QGIS (em **Módulos ► Gerir e Instalar Módulos**, verifique se está ativo o módulo  Georreferenciador GDAL).
6. Através do menu *Raster* abra o módulo Georreferenciador e georreferencie a imagem através de pontos homólogos (utilize, por exemplo, enseadas e promontórios reconhecíveis no litoral).
 - 6.1 Em  navegue até à pasta onde guardou a carta de sedimentos e abra a imagem, escolhendo o mesmo SRC da CAOP (**Configurações-> Propriedades do raster ► Geral ► Sistemas de referência de coordenadas**). Maximize a janela, se necessário.
 - 6.2 Na janela Georreferenciador faça **Adicionar Ponto**  e escolha um ponto na carta de sedimentos que seja fácil de identificar na CAOP, por exemplo um ponto no contorno da costa na (utilize a ferramenta zoom – *scroll* e botão do meio do rato - para maior rigor).

- 6.3** Após seleccionar o ponto na carta de sedimentos, escolha “A partir da janela do mapa”  para ir para a CAOP, onde irá escolher o ponto homólogo (utilize a ferramenta zoom para maior rigor). Faça OK.
- 6.4** Repita o procedimento de 6.2 e 6.3 para adicionar os restantes pontos (no mínimo 4). Caso se engane nalgum ponto poderá eliminá-lo, seleccionando-o na tabela da janela Georreferenciador e com o BDLR fazer **Remove**.
- a. Vá a **Configurações da transformação** e preencha de acordo com a Figura 4. Faça OK. Clique em **Iniciar Georreferenciamento** .

Na janela do projeto será carregado automaticamente o novo mapa georreferenciado. Arraste a CAOP para cima no Painel das Camadas de forma a visualizar os contornos dos distritos sobre a carta dos sedimentos (Figura 5).

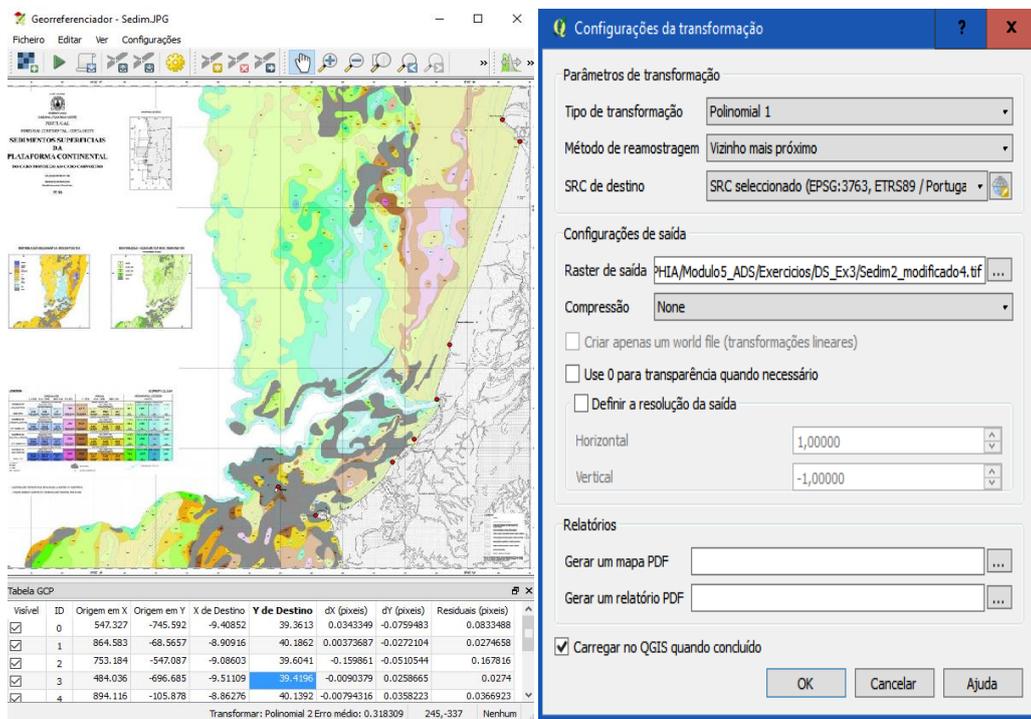


Figura 4 – Módulo de georreferenciação.

- 6.5** Volte ao georreferenciador e escolha outros tipos de transformação e métodos de reamostragem, verificando as diferenças no erro médio apresentado no fundo da tabela que contém os pontos. Caso não esteja satisfeito com o erro apresentado, acrescente mais pontos homólogos. Escolha diferentes nomes para os novos resultados. No final faça **Iniciar Georreferenciamento** .

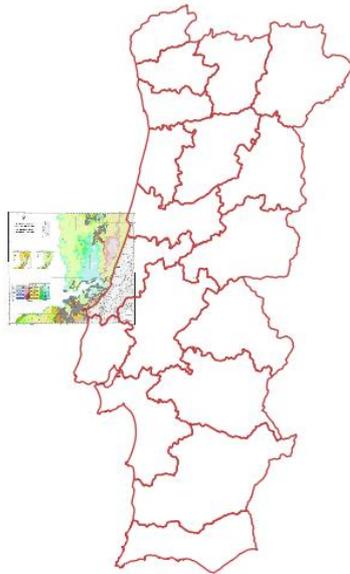


Figura 5 – Resultado da georreferenciação.

7. Georreferencie a imagem através de posicionamento de pontos em coordenadas conhecidas.

7.1 Tente reconhecer as coordenadas e o sistema de coordenadas dos pontos representados na carta de sedimentos da Figura 6 (utilize o *PDF* original para verificar esta informação).

Para proceder à georreferenciação da imagem com pontos coordenados, poderá optar por utilizar as coordenadas geográficas reconhecidas na graticula, e neste caso deverá redefinir o sistema de coordenadas do seu referencial para o sistema de coordenadas respetivo, definindo ainda uma transformação de coordenadas apropriada.

Em alternativa, poderá utilizar as mesmas posições/pontos, introduzindo as coordenadas transformadas para o sistema de coordenadas do seu georreferencial de trabalho (neste caso Sistema *ETRS89-TM06*), esta opção permite ter uma estimativa de erro de georreferenciação, em metros, que não acontece no caso anterior por se tratar de coordenadas geográficas.

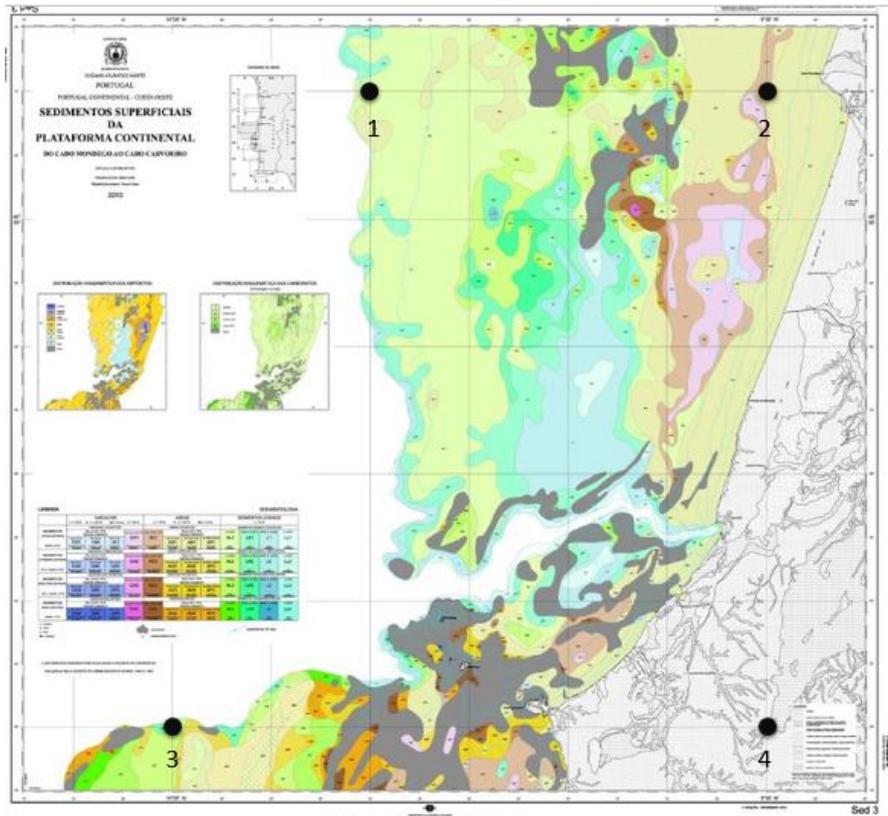


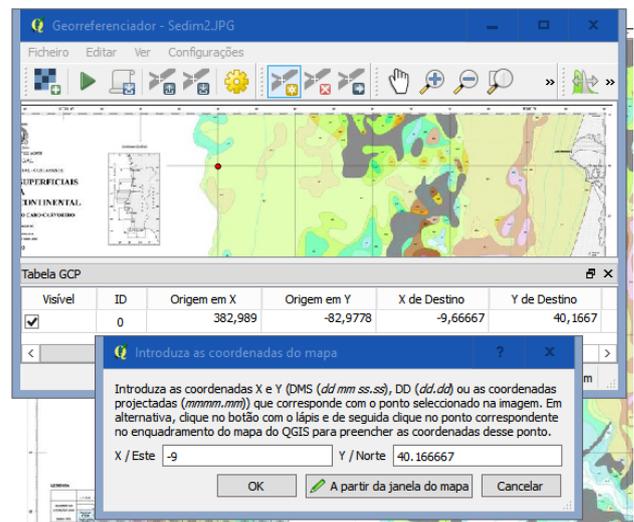
Figura 6 - Imagem com pontos cujas coordenadas foram reconhecidas da grelha de coordenadas da imagem.

7.2 Inicie a georreferenciação da nova imagem através de pontos com coordenadas conhecidas. Neste caso vamos optar pelas coordenadas transformadas para o sistema de coordenadas projetadas do georreferencial (ETRS 89-TM06).

a. Faça **Ficheiro ► Reiniciar Georreferenciador** para limpar os pontos de controlo e carregue a carta de sedimentos da plataforma que ainda não utilizou com o botão .

b. Defina o SRC do raster como o mesmo da CAOP – ERTS89-TM06. Em **Configurações ► Propriedades do raster ► Sistema de referência de coordenadas**. Esta operação assegura que as coordenadas introduzidas estão neste sistema de coordenadas.

c. Introduza os quatro pontos representados na Figura 6 com o mesmo procedimento anterior () e atribua-lhes as coordenadas projetadas listadas na Tabela 1.



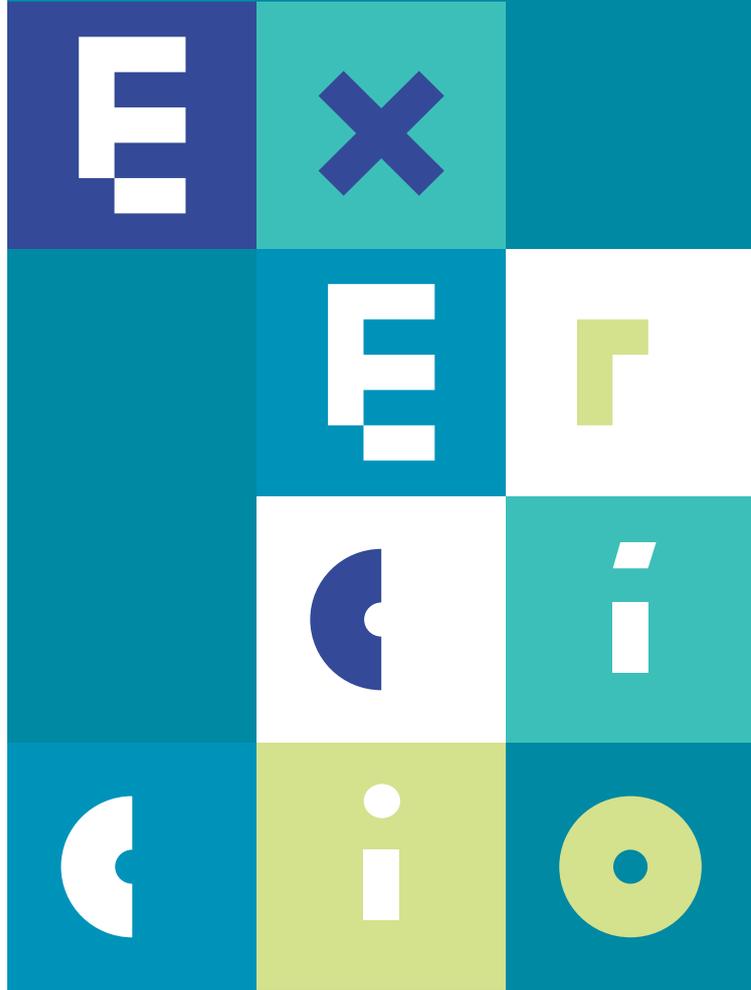
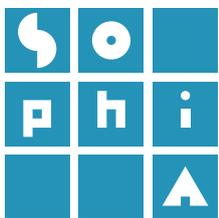
- d. Nas configurações da transformação assegure que o SRC de destino é o EPSG:3763), dando um novo nome ao *raster* de saída. No final faça **Iniciar Georreferenciamento** .

7.3 Verifique o erro médio associado à última georreferenciação efetuada.

8. Qual o método de georreferenciação mais preciso? Porquê?

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos pontos reconhecidos na carta de sedimentos (representados na Figura 6).

PONTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (ELIPSOIDE INTERNACIONAL <i>DATUM</i> LISBOA)		COORDENADAS PROJETADAS (<i>ETRS 89-TM06</i>)	
	LONGITUDE	LATITUDE	X	Y
PONTO 1	9° 40' W	40° 10' N	-130743.78	56647.32
PONTO 2	9° 00' W	40° 10' N	-73950.47	55879.57
PONTO 3	10° 00' W	39° 20' N	-160966.22	-35522.57
PONTO 4	9° 00' W	39° 20' N	-74848.43	-36648.41



4

Exercício 4

CORREÇÃO RADIOMÉTRICA

Objetivos



O objetivo deste exercício é proceder à correção radiométrica de imagens de satélite. A correção radiométrica é uma das operações que se incluem na fase de pré-processamento. Neste exercício não serão efetuadas operações de correção atmosférica, apenas serão convertidos os valores de níveis digitais (DN) para valores com significado físico (e.g. radiância e refletância).

A. INTRODUÇÃO

As correções radiométricas principais correspondem à transformação de níveis digitais para valores de radiância e refletância e a operações de correção atmosférica.

Uma vez que os dados de satélite são obtidos através de um sinal que atravessa a atmosfera, o valor registado num dado local (píxel) da imagem não é um registo exato do valor no terreno, pois a magnitude do sinal é, normalmente, alterada ao interagir com a atmosfera.

A correção atmosférica nem sempre é necessária mas, em determinados casos, é aconselhada, como por exemplo:

- No cálculo de razões entre duas bandas, uma vez que comprimentos de onda mais pequenos experimentam maior *scattering* (dispersão) e vice-versa, enviesando assim os resultados;
- Quando se pretende relacionar os níveis de radiância da superfície com algum fenómeno físico;
- Na comparação de medições realizadas em datas diferentes, onde condições atmosféricas serão geralmente diferentes.

B. CORREÇÃO RADIOMÉTRICA DE IMAGENS ÓTICAS

As imagens Landsat 8 são disponibilizadas em números digitais (*DN – Digital Number*) pelos sensores *OLI (Operational Land Imager)* e *TIRS (Thermal InfraRed Sensor)*, podendo os valores ser recalculados de forma a obter:

- radiância espectral no topo da atmosfera (L_λ);
- refletância espectral planetária no topo da atmosfera (ρ_λ);
- temperatura de brilho em Kelvin (K) ou graus Celsius (°C).



Os produtos *Landsat 8* providenciados pelo *USGS EROS Center* exibem informação em números digitais (*DN*) quantificados e calibrados, representando imagens multiespectrais adquiridas pelos sensores a bordo do *Landsat 8*. Os produtos são fornecidos em formato de números inteiros a 16 *bits*, podendo ser redimensionados para refletância no topo da atmosfera (*TOA reflectance*) ou radiância (*radiance*), utilizando os coeficientes fornecidos no ficheiro de metadados (ficheiro ”_MTL.txt”). Este ficheiro também contém as constantes térmicas para converter as imagens térmicas *TIRS* para temperatura de brilho. Informação adicional pode ser consultada em http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php.

1. Conversão de números digitais para radiância espectral no topo da atmosfera (*TOA*) das bandas 10 e 11 (Infravermelho térmico).

A conversão de *DN* para L_λ é feita através da expressão:

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_L$$

onde L_λ é a radiância espectral no topo da atmosfera (em $W/(m^2 * sr * \mu m)$); M_L é o fator multiplicativo da radiância parametrizado para cada banda (*RADIANCE_MULT_BAND_X*, onde *X* é o número da banda); Q_{cal} é o número digital do píxel e A_L é o fator aditivo parametrizado para cada banda (*RADIANCE_ADD_BAND_X*).

- 1.1 Crie uma pasta de trabalho com o nome **AE_Ex4**, com uma subpasta denominada **Corr_Radiometrica**.
- 1.2 Num projeto **QGIS** novo adicione as bandas 10 e 11 da imagem *Landsat 8* descarregada no exercício 2.
- 1.3 Abra o módulo **SCP** que instalou no exercício 2 e escolha **Preprocessing**
▶ **Landsat**.

- Em  escolha a diretoria onde está guardada a imagem *Lansat 8* e em  escolha o ficheiro **MTL** que contém os metadados com a informação a incluir na conversão.
- Da lista de bandas que foi carregada em baixo, precisaremos apenas das bandas 10 e 11; para excluir as restantes, selecione-as e faça .
- Faça **Run**  e aguarde o aviso sonoro.
- Grave o resultado na pasta **Corr_Radiometrica**.

1.4 Minimiza a janela do módulo **SCP** e observe as diferenças entre as imagens originais e as recém-criadas (automaticamente carregadas), por exemplo, no que respeita aos limites máximos e mínimos. Abra os histogramas e compare-os (Figura 1), utilizando a ferramenta *zoom* se necessário (**BLER** para aproximar e **BLDR** para afastar, arrastando sobre o histograma).

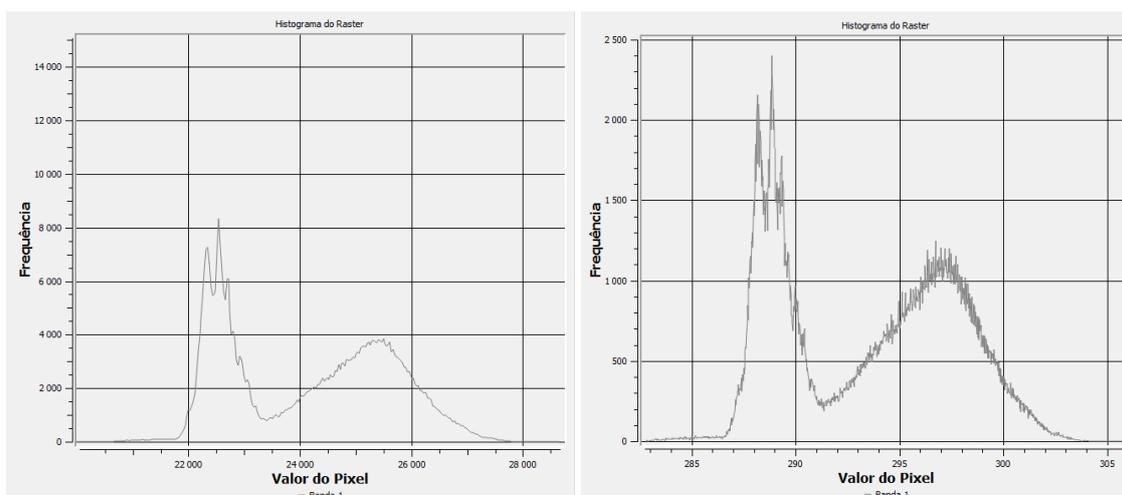


Figura 1 – Histograma da banda 11 da imagem *Landsat 8* antes (esquerda) e após (direita) a conversão para radiância espectral *TOA*.

2. Conversão de números digitais para refletância espectral no topo da atmosfera (*TOA*) das bandas 1 a 8 (multiespectrais).

A conversão de números digitais para refletância espectral no topo da atmosfera é realizada pela expressão:

$$\rho\lambda' = M_{\rho}Q_{cal} + A_{\rho}$$

Onde $\rho\lambda'$ é a refletância espectral planetária no topo da atmosfera, sem a correção do ângulo solar; M_p é o fator multiplicativo da refletância parametrizado para cada banda (*REFLECTANCE_MULT_BAND_X*, onde X é o número da respectiva banda); Q_{cal} é o número digital do pixel e A_p é o fator aditivo parametrizado (*REFLECTANCE_ADD_BAND_X*) para cada banda.

A refletância espectral no topo da atmosfera corrigida do ângulo solar é dada por:

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})}$$

Onde $\rho\lambda$ é a refletância espectral planetária, θ_{SE} é o ângulo de elevação solar local (o ângulo de elevação solar central da imagem, em graus, é fornecido no ficheiro de metadados - *SUN_ELEVATION*) e θ_{SZ} é o ângulo zenital solar local, sendo calculado pela expressão $\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$.

Desta forma a expressão final de conversão dos níveis digitais para refletância espectral no topo da atmosfera é:

$$\rho\lambda = \frac{M_p Q_{cal} + A_p}{\sin(\theta_{SE})}$$

2.1 No módulo **SCP** volte a escolher, em , a diretoria onde estão guardadas as imagens *Landsat 8*. Selecione, na lista de bandas em baixo, as bandas 9, 10 e 11 e faça . Verifique se estão na lista apenas as bandas 1 a 8.

a. Faça **Run**  (por serem muitas imagens, o programa poderá levar algum tempo a processá-las).

b. Grave o resultado na subpasta **Corr_Radiometrica**.

2.2 Minimize novamente o módulo **SCP** e observe as diferenças entre as imagens originais e as recém-criadas, principalmente no que respeita aos limites máximos e mínimos.

3. Conversão para temperatura de brilho.

As imagens térmicas fornecidas pelo sensor **TIRS** (*Thermal InraRed Sensor*) podem ser convertidas de radiância espectral *TOA* para temperatura de brilho expressa em graus Kelvin ou em graus Celsius. A temperatura de brilho no sensor (também denominada de temperatura radiante - T_{rad}) assume que a Terra é um corpo negro¹, i.e., com emissividade igual a 1, e inclui os efeitos atmosféricos (e.g. como a absorção) e outras emissões ao

¹ Corpo que absorve toda a radiação incidente.

longo do caminho percorrido entre superfície e sensor. A temperatura de brilho no sensor em graus Kelvin pode ser estimada pela expressão:

$$T_{rad} = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

onde T_{rad} é a temperatura de brilho no sensor em graus Kelvin; K_1 é a constante térmica específica de cada banda de infravermelho térmico (bandas 10 e 11), designada por **K1_CONSTANT_BAND_X** no ficheiro de metadados; K_2 é a segunda constante térmica específica de cada banda, designada por **K2_CONSTANT_BAND_X**; e L_λ é a radiância espectral no topo da atmosfera (em $W/(m^2 * sr * \mu m)$).

A temperatura de brilho em graus Celsius é dada pela expressão:

$$T_{rad(^{\circ}C)} = T_{rad} - 273.15$$

- 3.1 Para converter as bandas **TIRS** para temperatura de brilho em graus Kelvin, abra novamente o módulo **SCP**, escolhendo, em , a mesma diretoria da imagem **Landsat 8**, selecionando **Brightness temperature in Celsius**.
- 3.2 Repita os passos contidos no ponto 1.3 para selecionar as bandas 10 e 11 e correr a aplicação. Quando fizer **Run** e surgir a janela de procura de diretorias, crie, dentro da pasta **Corr_Radiometrica**, uma nova subpasta denominada **TEMP** (utilize o **BLDR** ► **New** ► **Folder**).
- 3.3 Compare os valores numéricos e os histogramas das novas imagens (Figura 2) com os das criadas no ponto 1.

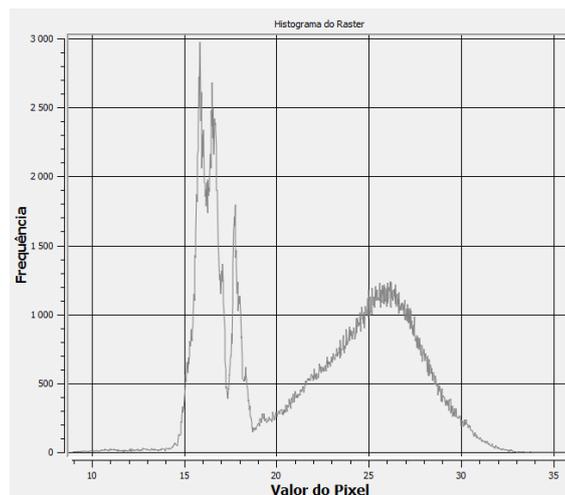


Figura 2 – Histograma da banda 10 da imagem **Landsat 8** após conversão para temperatura de brilho em graus Celsius.

- 3.4 Converta agora para temperaturas de brilho em graus Kelvin.

- a. Volte ao módulo **SCP** e escolha o separador **Band calc** 
- b. Faça  para carregar todas as camadas que estão ativas e escolha a última que criou, referente à temperatura em °C, clicando duas vezes sobre esta.
- c. Acrescente o resto da expressão para converter em Kelvin (utilize a expressão dada no início deste ponto).
- d. Faça **Run**.

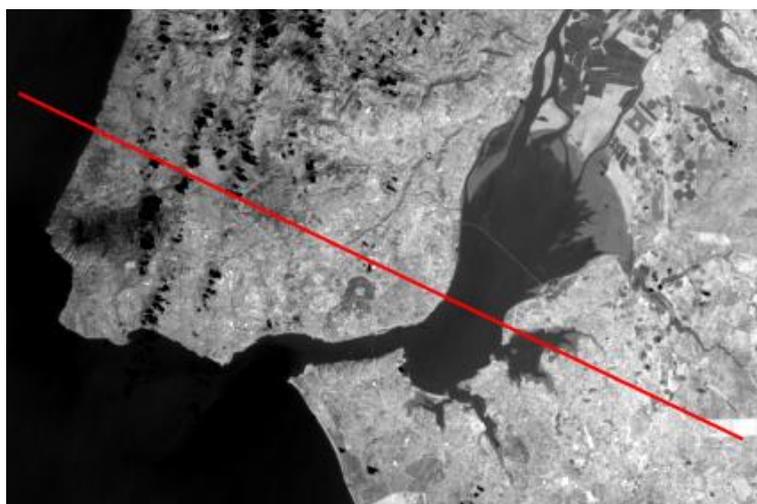
Poderá acontecer que a nova imagem não carregue conforme o esperado. Experimente abrir o histograma e alterar os valores mínimo e máximo de forma a corresponderem aos valores de temperatura do ficheiro equivalente em °C, adicionados de 272.15.

4. Representação gráfica da variação da temperatura na região de Lisboa.

4.1 Instale o módulo **Profile Tool**.

4.2 Abra o módulo Profile Tool e selecione uma das bandas térmicas corrigida para temperatura de brilho em graus Celsius, fazendo *zoom* para a região do estuário do Tejo.

- a. Faça **Add Layer** no canto inferior direito, para seleccionar esta imagem como a fonte dos dados para o perfil.
- b. Trace uma linha que atravessa todo o estuário, semelhante à da Figura 3. Termine a linha com duplo clique.



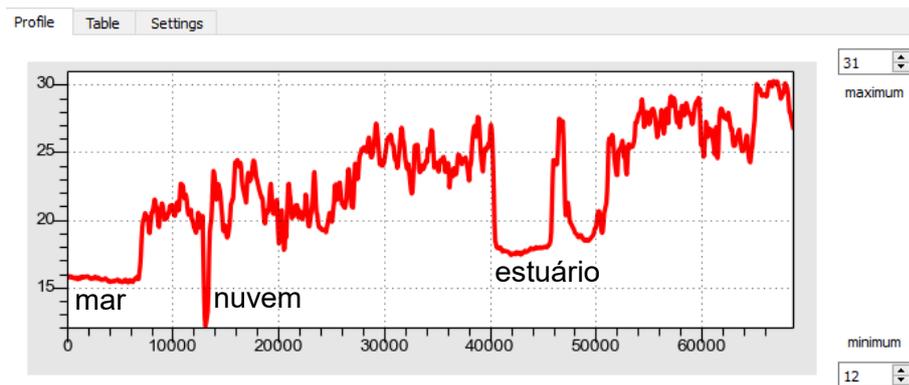


Figura 3 – Módulo *Profile Tool*, com a imagem TIRS como fundo.

- c. Grave o perfil em formato PDF na pasta *Corr_Radiometrica* e analise-o, comparando com a imagem e relacionando as variações de temperatura com a morfologia.

4.3 Mantendo a mesma imagem (térmica) como fonte dos dados para o perfil, faça *zoom* à zona do estuário do Sado e trace uma *polyline* desde a foz até ao rio Sado (à semelhança da Figura 4), terminando com duplo clique.

Note que cada vértice da *polyline* fica registado no perfil com uma linha vertical.

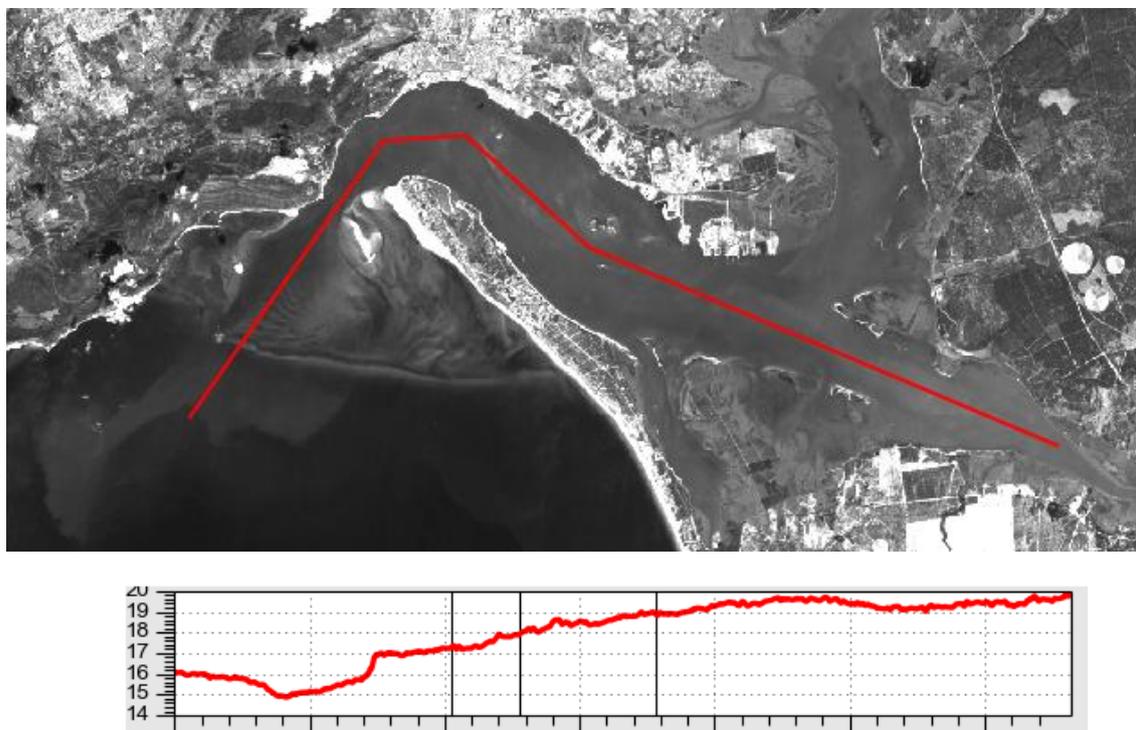


Figura 4 - Módulo *Profile Tool*, com a banda 3 como fundo.

- a. Grave o perfil em formato PDF (com um nome diferente) na pasta **Corr_Radiometrica** e analise-o, comparando com a imagem e com o perfil anterior.

5. Comparação da informação espectral teórica com a informação das imagens.

A *USGS* tem uma série de ferramentas e serviços de apoio a quem trabalha com as imagens por eles disponibilizadas. Destes serviços destaca-se o *Spectral Viewer*, uma ferramenta que permite determinar as melhores bandas de uma imagem para interpretar ou estudar determinada propriedade do terreno.

Esta ferramenta permite a visualização de como as bandas de diferentes satélites registam a intensidade do comprimento de onda (cor) da luz, denominado de Resposta Espectral Relativa. O *Spectral Viewer* dispõe de informação para vários satélites e para vários materiais, como a água ou a vegetação.

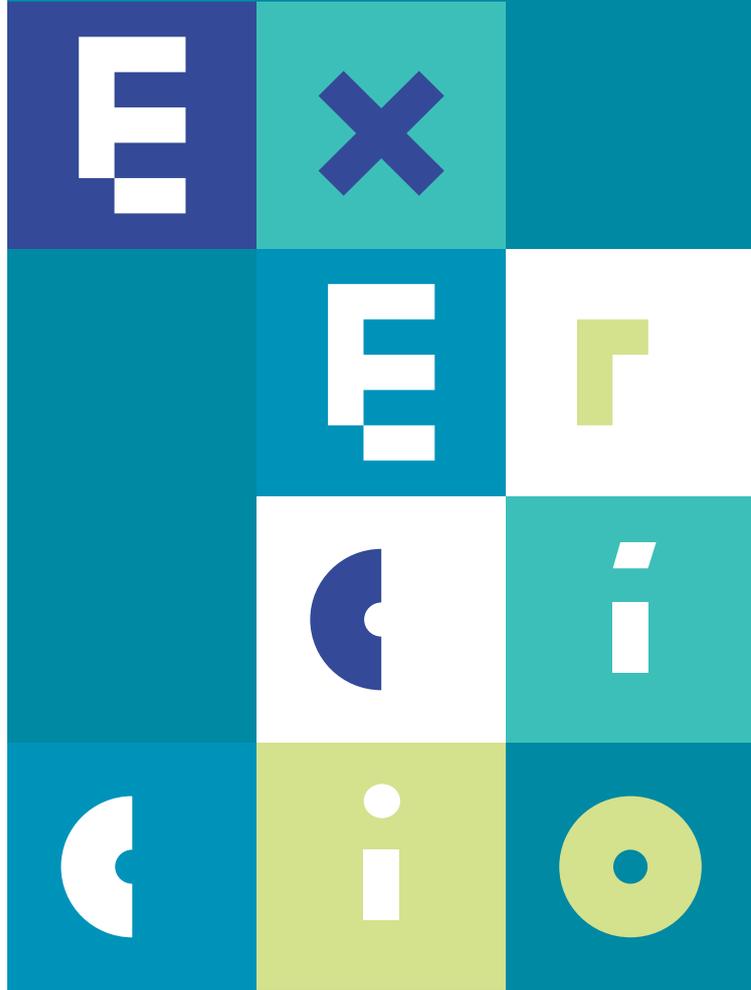
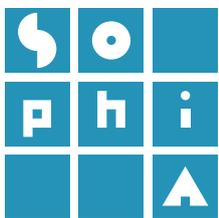
Esta ferramenta é usada em modo *online* e está disponível em http://landsat.usgs.gov/tools_spectralViewer.php.

5.1 Compare a informação espectral teórica da refletância da água e a respetiva informação exibida pela banda 4.

- a. Trace um perfil sobre a água (numa zona onde a água esteja límpida) na imagem da refletância TOA da banda 4.
- b. Compare-o com o perfil exibido pela ferramenta *Spectral Viewer*.
- c. Trace novo perfil sobre outra zona onde a água apresente sedimento em suspensão. Indique as diferenças.

5.2 Compare a informação espectral da vegetação.

- a. Compare a informação espectral da vegetação do tipo *Fir Spruce* com a vegetação do parque de Monsanto em Lisboa.
- b. Experimente outros tipos de vegetação.



Exercício 5

PLUMAS TÚRBIDAS



Objetivos

O objetivo deste exercício é detetar plumas túrbidas utilizando operações algébricas entre bandas.

A. INTRODUÇÃO

Os estuários e as zonas costeiras ligam os ecossistemas terrestres aos oceânicos, proporcionando zonas de mistura entre águas fluviais, costeiras e abertas. Estas áreas de interface são ricas em nutrientes, compostos orgânicos muito importantes para a produção primária e heterotrófica nas zonas costeiras. Os processos que ocorrem junto à costa, como a produção primária, a atividade microbiana e a produção secundária são afetados por este aporte de nutrientes de origem continental.

Uma vez que a carga de sedimentos em suspensão pode desempenhar um papel importante no ciclo de nutrientes, importa conhecer a dinâmica destas zonas de mistura, designadas por **plumas túrbidas** (Figura 1). As plumas túrbidas podem estar associadas à presença de sedimentos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes ou contaminantes.

Por exemplo, as plumas túrbidas podem ser distinguidas usando diferentes assinaturas espectrais. Os coeficientes de absorção total são mais afetados pela concentração de sedimento em suspensão do que pela concentração de clorofila ou matéria orgânica dissolvida.



Figura 1 - Imagem com plumas túrbidas junto à costa.

B. OPERAÇÕES ALGÉBRICAS - DETEÇÃO DE PLUMAS TÚRBIDAS EM IMAGENS ÓTICAS DE ALTA RESOLUÇÃO.

1. Descarregar e corrigir os níveis radiométricos de uma imagem ótica da Região Autónoma da Madeira.

1.1.1 Aceda ao *site* da DGT com o endereço: <http://www.dgterritorio.pt/> e pesquise **Madeira concelhos**.

a. Aceda a CAOP2015 (Carta Administrativa de Portugal) e navegue até **CAOP (download)**.

b. Clique em **Carta Administrativa Oficial de Portugal – use a versão mais recente**, faça o *download* dos polígonos da Área Administrativa da Madeira.

Abra um novo projeto *QGIS* (verifique se tem o SRC **WGS 84**) e adicione o ficheiro vetorial descarregado, após descompressão. Faça *zoom* à zona da ilha da Madeira.

Em vez do *website Earth Explorer*, será utilizado o módulo **Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)** para pesquisar e descarregar as imagens.

2. Abra o módulo **SCP** e escolha o separador **Landsat download**, preenchendo as suas credenciais do *Earth Explorer*.

2.1 Utilize a função  (**Set area in the map**) para determinar a área de pesquisa como a Região Autónoma da Madeira.

2.2 Escolha **L8 OLI/TIRS** e a data **2014-01-10** e faça **Find**  para ver a lista de resultados. Utilize a função **Preview**  para pré-visualizar e escolher a imagem a descarregar (esta função carrega automaticamente no projeto a camada com a pré-visualização da imagem *Landsat*).

Pode, no **Painel das Camadas** do projeto, arrastar a camada vetorial para cima, de modo a sobrepor-se às pré-visualizações das imagens *Landsat*.

a. Apague  a imagem que não quer descarregar, selecionando a respetiva linha.

b. Deixe ficar selecionadas as três opções associadas ao *download* no separador **Landsat download** e faça **Run** , escolhendo a localização para guardar as imagens *Landsat*.

Por se tratar de várias imagens a descarregar e pré-processar, este passo irá demorar algum tempo. Por ter deixado selecionada a opção **Preprocess images**, o módulo *SCP*

executa automaticamente a conversão para refletância espectral espectral espectral no topo da atmosfera: o separador **Preprocessing ► Landsat** mostra o que é executado, por defeito, quando aquela opção é selecionada (**Landsat conversion to TOA reflectance and brightness temperature**).

O módulo irá guardar as imagens *Landsat* originais na pasta que designou e irá carregar no projeto *QGIS* as imagens já pré-processadas com a conversão para refletância no topo da atmosfera (*TOA*), guardando na pasta as originais descarregadas.

Note que, para as imagens térmicas (B10 e B11) o módulo não executou a conversão, porque esta só é executada para imagens óticas (Figura 2).

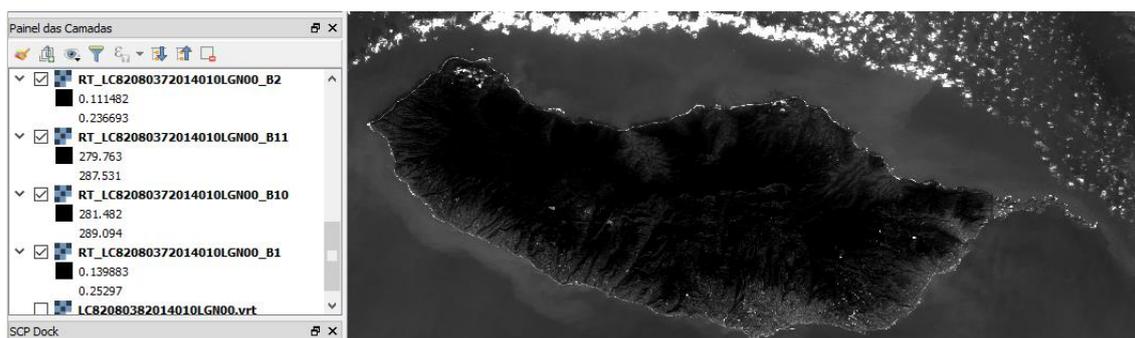


Figura 2 – Valores máximos e mínimos das camadas (bandas óticas 1 e 2 e bandas térmicas 10 e 11).

3. Criar máscaras de área de interesse e terra.

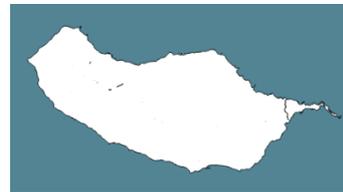
A criação de máscaras irá fazer uso de dados vetoriais de apoio que podem ser descarregados da Internet. Irá utilizar, uma vez mais, a camada CAOP da Madeira que descarregou do *site* da DGT.

A região de análise das plumas túrbidas será a costa sul da ilha da Madeira, pelo que será necessária uma máscara da ilha. Para efetuar este procedimento é aconselhável simplificar a informação vetorial, utilizando nesta camada vetorial a instrução **Polygon Dissolve** (**Processamento ► Caixa de Ferramentas ►** Pesquisar “dissolve”). A aplicação atribui automaticamente o nome **Dissolved Polygons** à nova camada (se desejar pode atribuir-lhe outro nome).

Uma vez dispor de um polígono único para a região que queremos, é possível aplicá-lo como máscara a ficheiros do tipo *raster*. Em primeiro lugar irá delimitar a zona de interesse e de seguida, sobre esta, proceder à remoção dos valores de terra.

3.1 Crie uma **Nova Camada Shapefile** , do tipo polígono. Nomeie-a “Area” e torne-a editável com o botão .

- a. Com a ferramenta **Adicionar elemento**  , faça um retângulo que inclua a ilha da Madeira (termine o polígono com o **BLDR**). Esta é a nossa área de interesse.
- b. Verifique se todas as camadas do projeto têm o mesmo sistema de coordenadas (SC) e caso isso não se verifique coloque todas as camadas com o mesmo SC.
- c. Utilize a ferramenta **Difference** (da **Caixa de Ferramentas**) para subtrair a camada da ilha da Madeira (**Dissolved Polygons**) da área de interesse.
- d. Aplique este polígono como máscara para excluir a área de terra na imagem corrigida da banda 4 (**RT_LC82080372014010LGN00_B4**), utilizando a ferramenta **Clip**.



Pode optar entre criar ficheiros temporários ou gravá-los na sua pasta de trabalho, com nomes escolhidos por si. Este último ficheiro deverá ser gravado com o nome **B4_mask**.

4. Calcular a concentração de partículas em suspensão

O cálculo simplificado da concentração de partículas em suspensão (CPS) pode ser realizado usando a banda 4 a partir da expressão:

$$CPS = A\rho_{TOA}^4$$

onde $A = 289.29 \text{ gm}^{-3}$ (ver Vanhellemont & Ruddick, 2014) e o índice 4 refere-se à banda 4.

4.1 Calcule a concentração de partículas em suspensão (CPS) segundo a expressão acima:

4.1.1 Usando a camada **B4_mask** e a função **Calculadora Raster** calcule a CPS (Figura 3);

- a. Grave a camada como **CPS** e faça **OK**.

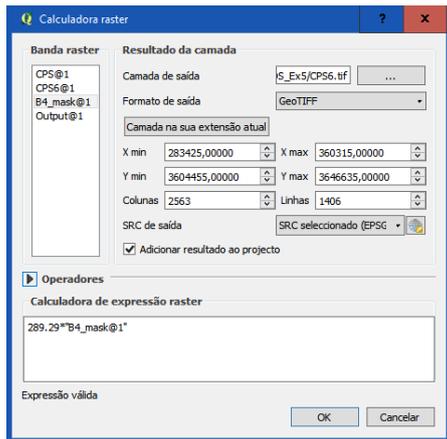


Figura 3 – Cálculo da concentração de partículas em suspensão (CPS).

4.1.2 Represente os valores de CPS numa imagem em pseudocor e exclua os valores que representam as nuvens (por exemplo valores superiores a 30):

- a. No Painel das Camadas, **BDLR** sobre a camada ► **Propriedades** ► **Estilo** ► **Banda de cor falsa simples** e defina os limites **Min** e **Máx**, escolhendo a seguir uma paleta de cores variadas (ex.: *BrBG*) e o modo Quantis.

Pode atribuir as cores a intervalos definidos automaticamente ou pode criar estes intervalos manualmente. Note que as zonas com nebulosidade ficam falsamente classificadas como zonas de maior CPS (Figura 4).

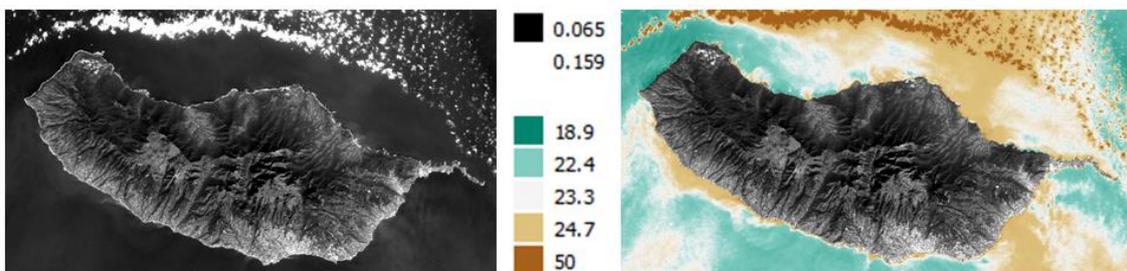


Figura 4 – Imagem corrigida para refletância TOA antes (esquerda) e após (direita) aplicação da fórmula para cálculo da CPS.

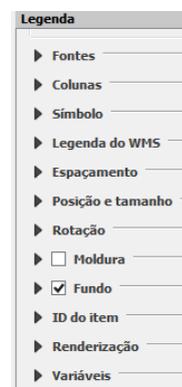
5. Criação de um mapa temático de concentração de partículas em suspensão.

A criação de mapas temáticos das propriedades estimadas usando imagens de satélite é muitas vezes o objetivo final da deteção remota.

5.1 Usando a camada **CPS** proceda à criação de um mapa temático.

- a. Vá a Novo Compositor de Impressão  e atribua-lhe o nome CPS.

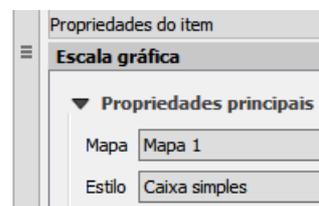
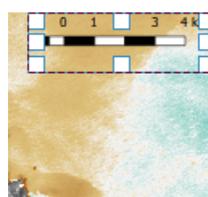
- b. Faça **Adicionar novo mapa**  e selecione a área que este vai ocupar no compositor desenhando um retângulo.
- c. Utilizando a ferramenta **Mover conteúdo do item** , posicione a zona sudoeste da ilha da Madeira no centro da janela do compositor, de forma a mostrar as principais plumas túrbidas (se desejar, poderá alterar do mapa no separador **Propriedades principais**).
- d. Adicione uma legenda e personalize-a: vá a **Adicionar nova legenda**  e, em **Propriedades do item**, escolha quais as camadas que quer representar (seleccionando as camadas que deseja excluir e clicando em ).



A janela de edição da legenda permite grande flexibilidade na sua apresentação, com um grande número de propriedades que podem ser personalizadas.

A janela **Itens** permite definir qual o elemento a ser editado e permite também alterar a ordem de sobreposição dos diferentes elementos entre si (arrastando-os).

- e. Adicione a escala gráfica em , desenhando um retângulo (se tiver mais do que um mapa, tenha atenção ao nome do mapa que aparece no separador das **Propriedades principais**, associado à legenda).
- f. Adicione a indicação de norte em  e  (neste último é necessário digitar a letra “N”).
- g. Exporte a imagem criada em **Compositor** ► **Exportar como Imagem**, gravando-a na pasta do exercício (Figura 5).
- h. Grave o modelo em **Compositor** ► **Guardar como Modelo**, na pasta do exercício.



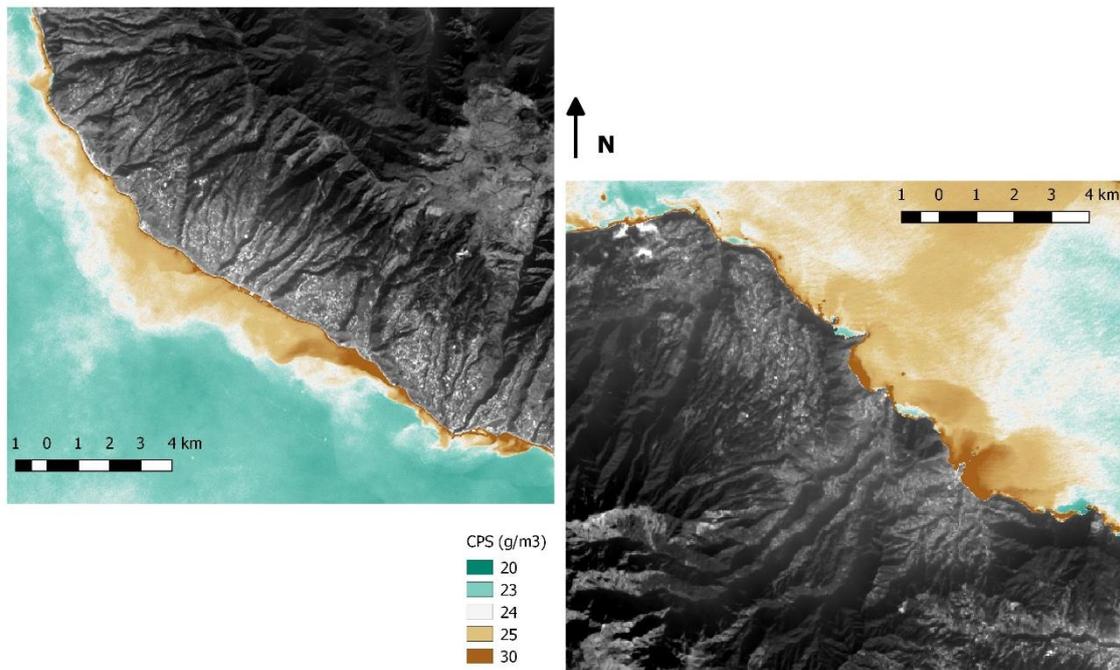
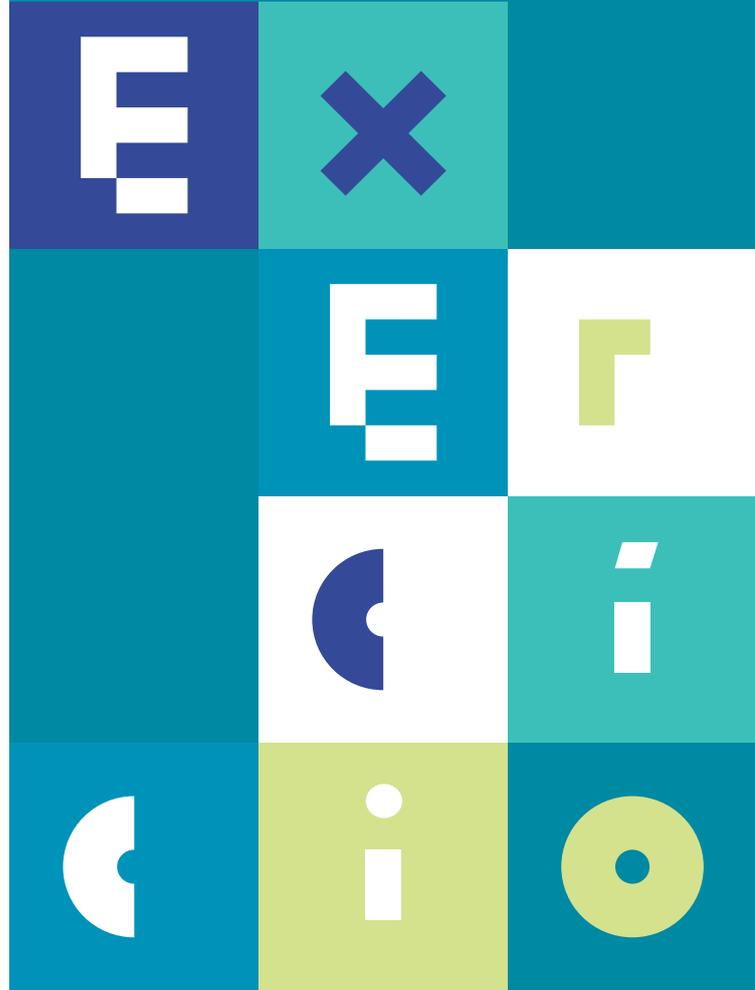
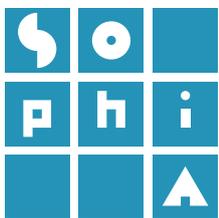


Figura 5 - Mapa temático da concentração de partículas em suspensão (CPS) na costa sudoeste (à esquerda) e na costa nordeste (à direita) da ilha da Madeira.

C. REFERÊNCIAS:

Vanhellemont, Q. and Ruddick, K., 2014, Turbid wakes associated with offshore wind turbines observed with Landsat8, *Remote Sensing of Environment*, 145:105-155. DOI: [10.1016/j.rse.2014.01.009](https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.01.009).



Exercício 6.1

MAPEAMENTO DE FUNDOS MARINHOS

Objetivos



O objetivo deste exercício é proceder ao mapeamento de fundos marinhos usando dados de detecção remota do fundo do mar, nomeadamente dados de sondadores acústicos e imagens óticas, usando classificação automática.

A. INTRODUÇÃO – DADOS *BACKSCATTER*

Existe um conjunto de técnicas geofísicas, sedimentológicas e biológicas que podem ser utilizadas para obter informação sobre os fundos oceânicos.

De entre os equipamentos de geofísica, os sondadores acústicos, como o sonar de varrimento lateral e os sondadores multifeixe, destacam-se pelo potencial que apresentam na identificação de diferentes tipos de sedimentos superficiais e na construção de modelos digitais de terreno que reproduzem o relevo submarino. Esta informação, aliada à colheita de amostras no fundo, permite cartografar as suas características.

Os sondadores acústicos funcionam através da medição da intensidade do retorno do sinal acústico (*backscatter*) a partir do fundo do mar, sendo esta intensidade função das propriedades dos sedimentos e da rugosidade do fundo (material refletor). De uma forma geral, um retorno forte – tons claros - está associado à presença de rocha e/ou sedimentos grosseiros; um retorno fraco – tons cinza escuros - está associado a sedimentos mais finos.

Também a rugosidade irá afetar a refletividade do solo, micro topografias, tais como *ripples* ou bioturbação, podem também ser cartografadas, pois apresentam um sinal de retorno intensificado.

B. MAPEAMENTO DOS FUNDOS MARINHOS CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

1. Imagens *backscatter* de sonar de varrimento lateral

A imagem da intensidade do retorno do sinal acústico (*backscatter*) utilizada neste exercício, obtida a partir de sonar de varrimento lateral, foi gentilmente cedida pela Divisão de Geologia Marinha – Secção de Geofísica, do Instituto Hidrográfico (<http://www.hidrografico.pt/geologia-marinha.php>)¹.

1.1 Classificação automática de uma imagem.

- a. Abra no QGIS a imagem *backscatter* adquirida com o sonar de varrimento lateral, que se encontra na pasta **de dados deste exercício**.
- b. Localize a área onde foi realizado o levantamento de sonar de varrimento lateral, usando o serviço WMS do exercício 3 (limites CAOP).
- c. Indique a resolução espacial do levantamento.
 1. Abra as Propriedades da camada ► Metadados ► Propriedades ► Tamanho do Pixel.
- d. Identifique, visualmente, áreas de rocha/ sedimento grosseiro e sedimentos finos, baseando-se nos valores de intensidade presentes na imagem.
- e. Classifique o tema **Sonar** usando um algoritmo de classificação automática.
- f. Abra a ferramenta **Cluster analysis** no menu **Processamento ► Caixa de Ferramentas**, escolhendo, nas ferramentas de processamento disponíveis **SAGA (2.1.2) ► Image Analysis ► Cluster analysis**².
- g. Escolha o método **Combined Minimum Distance / Hillclimbing** e, como número de classes (**Clusters**), 3. Clique em **Run** e analise os resultados.
- h. Experimente diferentes números de classes: 4, 5, 10 e 20. Mude a simbologia da classificação – experimente dar a mesma tonalidade às classes que considerar pertencerem ao mesmo tipo de fundo. Observe o resultado.
- i. Observe as diferenças entre as classificações anteriores e escolha a que obteve melhores resultados, justificando a sua escolha. Grave essa opção como **Sonar_Unsupervised** e apague as restantes.

¹ Para mais informações sobre os equipamentos disponíveis no Instituto Hidrográfico consultar: <http://www.hidrografico.pt/sondadores-multifeixe.php>.

² Esta já não se encontra presente nas versões mais recentes do QGIS.

Exercício 6.2

MAPEAMENTO DE FUNDOS MARINHOS

Objetivos



O objetivo deste exercício é proceder ao mapeamento de fundos marinhos usando dados de deteção remota do fundo do mar, nomeadamente uma imagem de satélite adquirida por um sensor ótico, em conjunto com operação de vizinhança do tipo classificação automática.

C. INTRODUÇÃO – DADOS ÓTICOS

Nas zonas costeiras pouco profundas e com águas límpidas a radiação solar consegue penetrar na coluna de água e atingir o fundo. Se a natureza do substrato for uniforme é possível estimar a profundidade da coluna de água, uma vez que, a diferentes profundidades, corresponderão diferentes intensidades do sinal. Se, por outro lado, o fundo for diferenciado é possível mapear essas diferenças.

A segunda parte deste exercício consiste em classificar a profundidade relativa da coluna de água, na região do banco do Cambalhão (junto à península de Tróia), assumindo que a água nesta zona é límpida e o fundo é uniforme (de natureza arenosa). A profundidade da coluna de água pode ser classificada em 4 domínios principais: **supratidal**, **intertidal**, **subtidal pouco profundo** e **subtidal profundo**. A imagem a classificar é uma imagem ótica *Landsat 8*, recortada para a área de interesse (Figura 1). O nível da maré no momento de aquisição desta imagem era -0.8 m em relação ao nível médio do mar (NMM).



Figura 1 - Imagem *Landsat 8* recortada para a área de interesse - o banco do Cambalhão em Tróia.

1. Imagens óticas do sensor Landsat 8

1.1 Classificação assistida da imagem ótica.

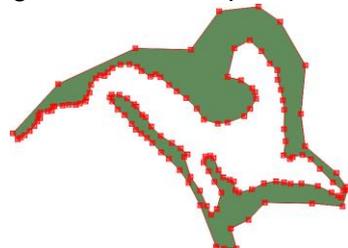
- a. Abra um novo projeto QGIS, verifique se este tem as transformações de SRC (Sistema de Referência de Coordenadas) em modo “on the fly” e adicione  a imagem compósita **I8130908**, presente na pasta de dados do exercício, subpasta **Landsat8_Geotiff**.
- b. Proceda à representação da área em composição colorida em cor verdadeira.

1.1.1 Selecione a área de interesse – zonas húmidas e área marinha.

- a. Neste ponto serão eliminadas as zonas de terra usando o tema vetorial **Terra_Mask**.
 1. Adicione  o tema vetorial **Terra_Mask**, presente na mesma pasta.

Como queremos excluir a área de terra e não de mar, temos de criar uma nova máscara a partir da camada *Terra_Mask*:

2. Como vamos editar a camada, crie uma cópia de segurança da camada *Terra_Mask*: faça **BDLR** no **Painel das Camadas** sobre a camada *Terra_Mask* ► **Guardar como...**, guardando na pasta dos dados do exercício com o nome **Terra_Mask2**.
3. **BDLR** sobre a nova camada ► **Alternar Edição** em 

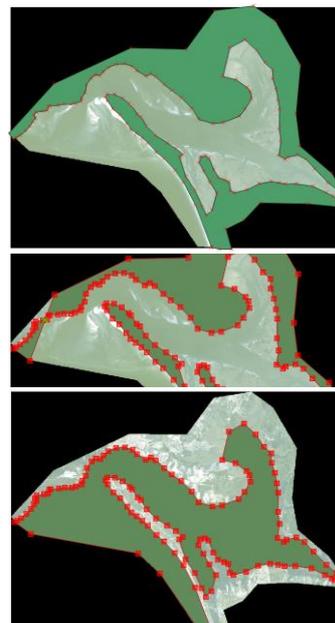


A camada fica com os vértices editáveis.

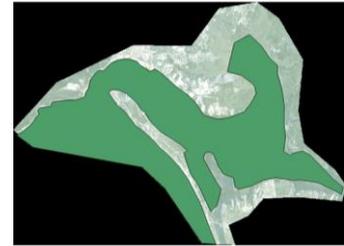
4. Ligue a camada *raster*  **I8130908**, de forma a ficar visível sob a máscara.

Em vez de criarmos novos vértices, iremos utilizar os existentes no polígono, que não farão falta na criação da nova máscara.

5. Mova os vértices um a um, puxando-os a partir do contorno norte do polígono, utilizando a **Ferramenta de Nós** , alinhando-os com o contorno sul da imagem *raster* com informação diferente de zero.



6. Apague os vértices que não utilizou, selecionando-os com o rato e usando a tecla **Delete**.



7. Pare a edição da camada em .

1.1.2 Definição das áreas de treino.

Neste ponto será realizada a classificação assistida da camada de água e zonas húmidas pelo método da máxima verosimilhança, disponível no módulo **Semi-automatic Classification Plugin - SCP**.

A classificação assistida necessita de um ficheiro com as assinaturas das áreas de treino, definidas pelo utilizador. O primeiro passo de qualquer classificação assistida será, necessariamente, definir as classes onde treinar o classificador. As classes a utilizar neste exercício representam os diferentes domínios:

Supratidal – correspondente a zonas de praia emersa – areia seca;

Intertidal – correspondente a zonas sob influência da maré;

Subtidal pouco profundo – correspondente a zonas pouco profundas;

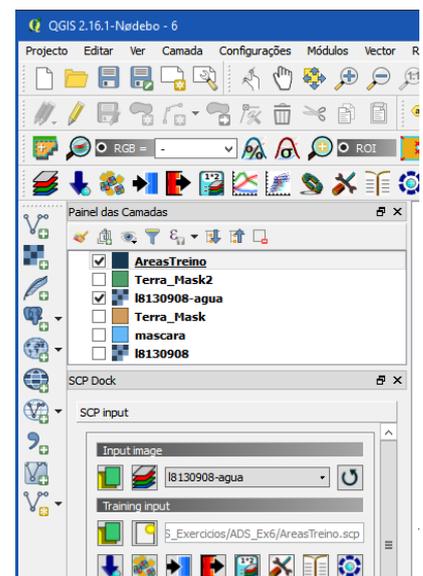
Subtidal profundo – correspondente a zonas profundas;

Raso – zona interna do estuário sujeita à ação da maré;

Sapal – zona interna do estuário sujeita à ação da maré mas com vegetação.

- a. Na janela **SCP Dock** ► **SCP input** ► **Input image** seleccione a imagem **I813098** em  **I813098_mar**, como a camada a utilizar na classificação.

- b. Em **Training input** clique em  e grave o ficheiro das áreas de treino na pasta dos dados do exercício, com o nome **AreasTreino.scp**.



- c. Verifique (**BDLR** na barra superior da aplicação) se tem ativa a barra de ferramentas **SCP Working Toolbar**. Ative-a se necessário e escolha  (**Create a ROI³ polygon**).



- d. Trace um polígono para caracterizar uma das classes, definindo os seus vértices e terminando com **BDLR** (pode utilizar o *scroll* do rato para ampliar ou afastar a imagem e o botão central para arrastar – função *pan*). Tome como exemplo os polígonos da Figura 2.

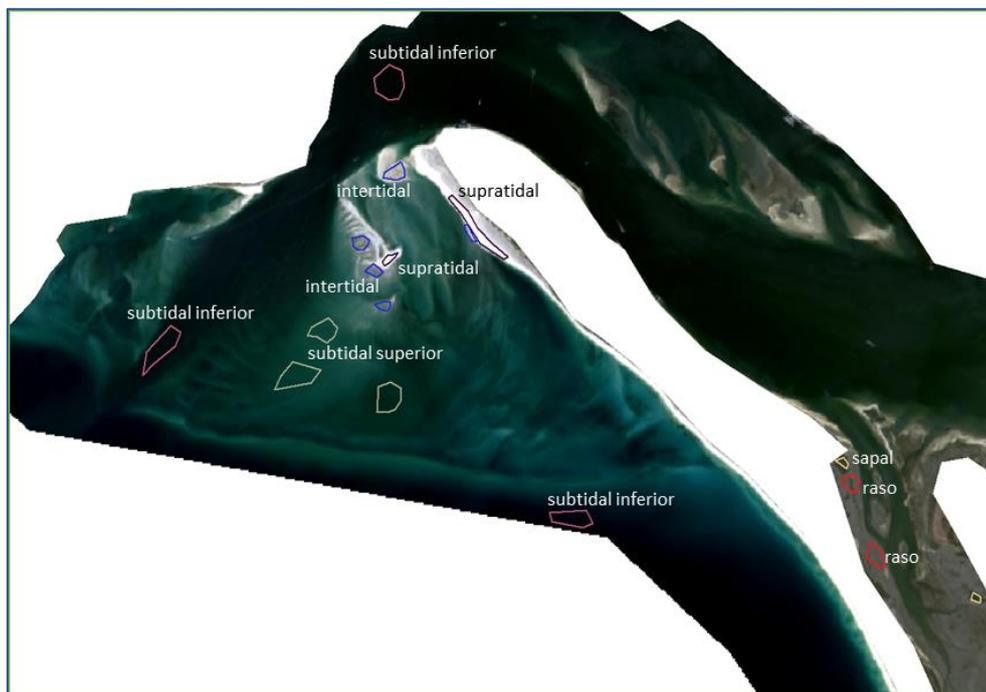
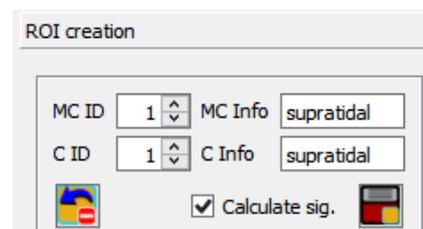


Figura 2 – Exemplo de localização dos polígonos referentes às áreas de treino.

- e. Na janela **SCP Dock** abra o separador **Classification dock** (se necessário, para maior facilidade na utilização, arraste o **SCP Dock** para fora da janela da aplicação) e, em **ROI creation**, preencha o nome da classe a atribuir ao polígono recém-desenhado.



³ As iniciais **ROI** significam **Region Of Interest**, ou área de interesse.

Para melhores resultados, podem desenhar-se vários polígonos para representar a mesma classe. A designação **Class** identifica cada polígono (assim como o código **C ID**) e a designação **Macroclass** identifica o conjunto de polígonos que representa a mesma classe (assim como o código **MC ID**).

- f. Termine com  para enviar os dados do primeiro polígono para a **ROI Signature list**, em cima.
- g. Repita os 3 pontos anteriores para as restantes classes, aumentando manualmente o código **MC ID** sempre que passe para uma classe diferente da anterior. A aplicação aumenta automaticamente o código **C ID** para cada polígono criado.

Classification dock

ROI Signature list

	S	Type	MC ID	C ID	C Info	Color
1	<input checked="" type="checkbox"/>	B	1	1	supratidal	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	B	2	2	intertidal	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	B	2	3	intertidal	
4	<input checked="" type="checkbox"/>	B	3	4	subtidal superior	
5	<input checked="" type="checkbox"/>	B	3	5	subtidal superior	
6	<input checked="" type="checkbox"/>	B	4	6	subtidal inferior	
7	<input checked="" type="checkbox"/>	B	4	7	subtidal inferior	
8	<input checked="" type="checkbox"/>	B	4	8	subtidal inferior	

Na imagem classificada queremos 6 diferentes cores para as 6 diferentes **macroclasses** (e não para as 12 **classes**).

- h. Passe para o separador **Macroclasses** do **SCP Dock** ► **Classification dock**. Aqui poderá corrigir os nomes das classes e atribuir cores manualmente (pode carregar um esquema de cores pré-existente em ).

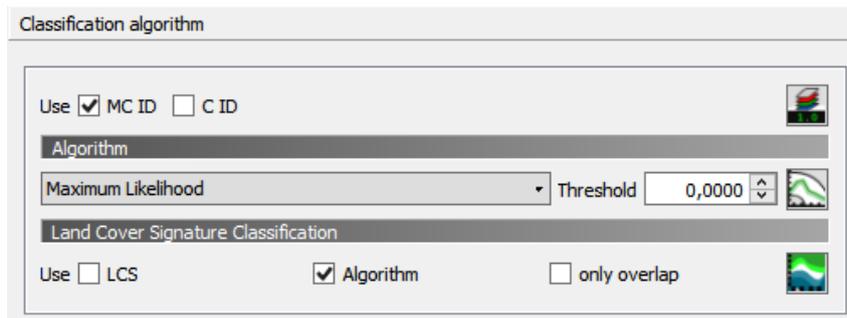
MC ID	MC Info	Color
1 1	supratidal	
2 2	intertidal	
3 3	subtidal superior	
4 4	subtidal inferior	
5 5	raso	
6 6	sapal	

Classification style

Load qml

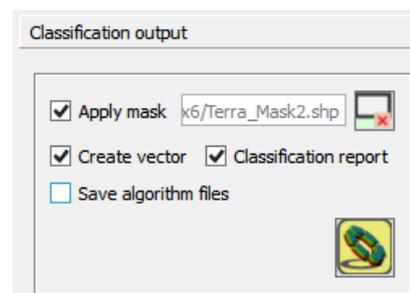
É possível alterar nomes e cores na lista de assinaturas ROI, clicando duas vezes no elemento a alterar.

- i. Passe para o separador **Classification algorithm** e escolha usar **MC ID** e o algoritmo **Maximum Likelihood**.



O algoritmo processa cada uma das classes individualmente, mas escolhendo a opção **MC ID** a aplicação atribui a mesma cor às diferentes classes que pertençam à mesma macroclasse.

- j. Em **Classification output** escolha **Apply mask** e procure a máscara criada anteriormente (**Terra_Mask2**). Esta opção fará com que o algoritmo de classificação incida apenas sobre as áreas de água e zonas de transição, excluindo as áreas de terra. Escolha também **Create vector** e **Run** .



- k. Retire as zonas a negro da imagem (os elementos não classificados), abrindo a janela de estilos da nova camada classificada e tornando transparente a classe **Unclassified** (duplo clique sobre a cor a alterar e reduzindo a zero a opacidade). Faça o mesmo na camada vetorial que criou (l. Figura 3).

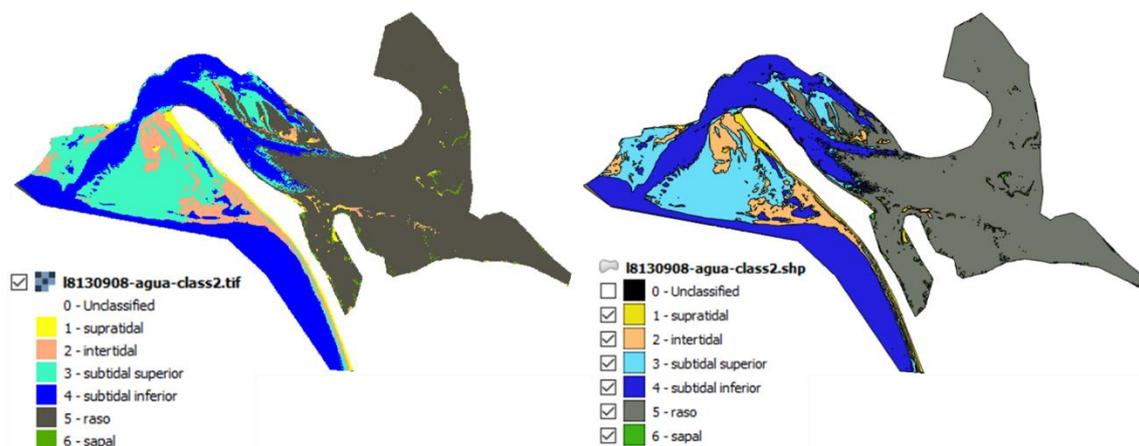
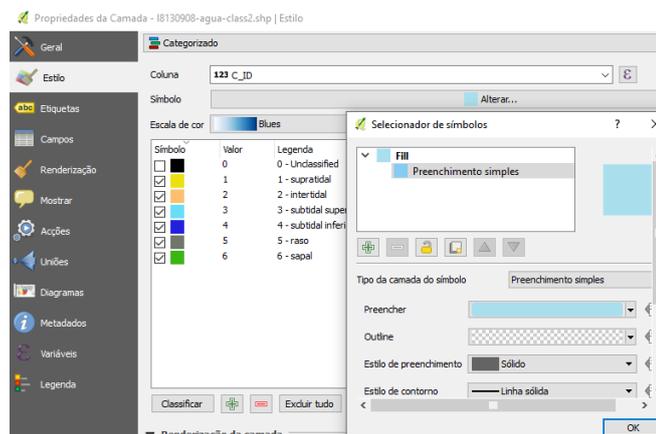


Figura 3 – Aspeto final das camadas classificadas (à esquerda a camada matricial, à direita a camada vetorial).

Poderá alterar as cores da camada vetorial de forma a corresponderem às cores da camada matricial. Se preferir, poderá também retirar os contornos na camada poligonal (em **BDLR ► Propriedades ► Estilo ► Símbolo ► Alterar ► Preenchimento simples ► Limite transparente**).



- m. Compare ambos os resultados (matricial e vetorial) e verifique se estão de acordo com o que observa na imagem original.

Exercício 6.3

MAPEAMENTO DE FUNDOS MARINHOS

Objetivos



O objetivo deste exercício é proceder ao pós-processamento das imagens anteriormente classificadas. O processo de filtragem é muito utilizado na pós-classificação, uma vez que permite melhorar a classificação obtida. A filtragem consiste na aplicação de filtros, isoladamente ou de forma sucessiva, com o objetivo de generalizar determinada característica ou de eliminar o ruído.

D. FILTRAGEM

1. Aplicação de filtros para eliminação de ruído.

1.1 Aplicar filtros de generalização para limpeza de uma das imagens anteriormente classificadas.

As imagens anteriormente classificadas, quer a imagem de *backscatter* quer a imagem ótica, apresentam zonas bem classificadas, mas outras zonas apresentam alguns píxeis que claramente se encontram mal classificados. Aplicando alguns filtros de generalização é possível melhorar a classificação inicial.

- a. Escolha uma das imagens classificadas para realizar o processo de filtragem.
- b. Usando o filtro **Classification sieve**  disponível no **SCP** (no separador **Postprocessing** ) tente melhorar a classificação (Figura 4).

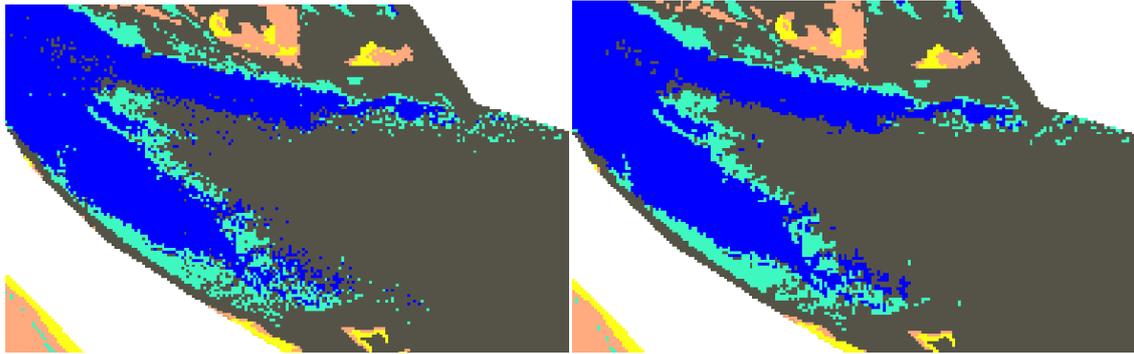
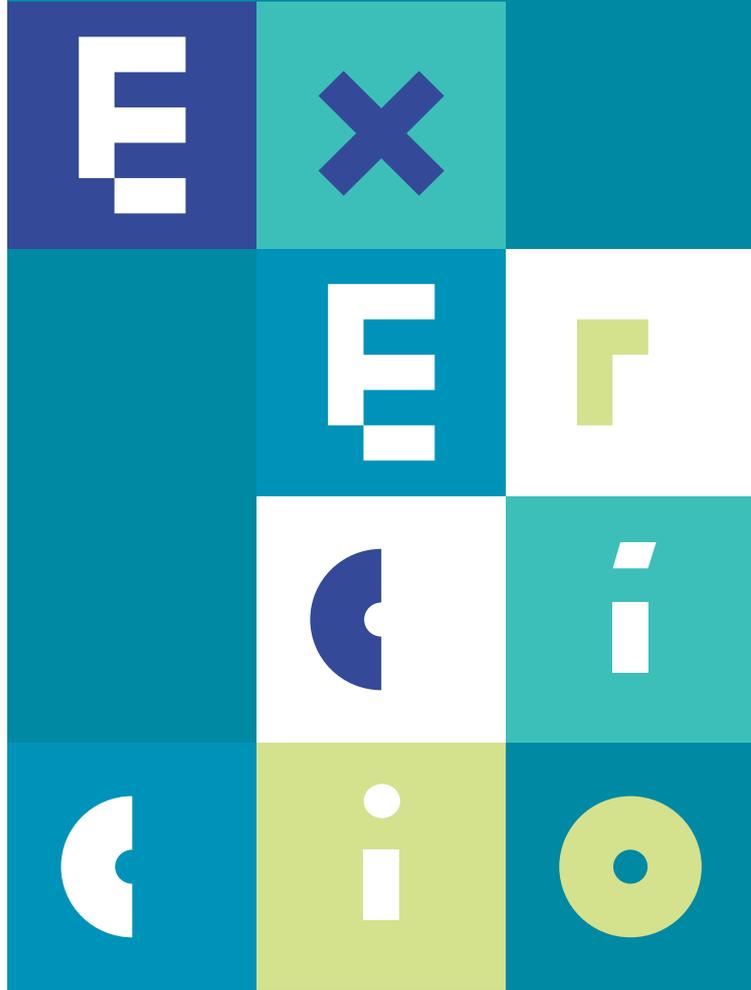
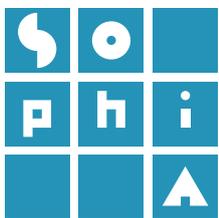


Figura 4 – Pormenor da zona central do estuário, antes (esquerda) e após (direita) aplicação do filtro Sieve.



7

Exercício 7

MAPEAMENTO DE MANCHAS DE ÓLEO – IMAGENS SAR



Objetivos

O objetivo deste exercício é proceder ao mapeamento de manchas de óleo e de embarcações usando imagens SAR (imagens geradas por sistemas radar de abertura sintética).

As imagens SAR são ideais na deteção de manchas de petróleo, uma vez que estas manchas (oil slick) aparecem como zonas escuras nas imagens. Do ponto de vista operacional, a deteção destas manchas é realizada em dois passos distintos: 1) deteção de slicks e 2) classificação para determinar a natureza do slick – natural (biológico) ou artificial (manchas de óleo).

As imagens SAR também são muito utilizadas na deteção de embarcações, uma vez que estas apresentam um retorno muito grande do sinal na zona onde as embarcações estão presentes.

A. INTRODUÇÃO

Uso de imagens de satélite em situação de emergência.

A 13 de novembro de 2002 o petroleiro *Prestige*, que transportava 77 mil toneladas de petróleo, sofreu uma rutura num dos seus tanques, durante uma tempestade ao largo da costa da Galiza. Às 8:00 da manhã de 19 de novembro, o navio partiu-se ao meio, afundando-se durante a tarde e libertando o petróleo para o mar.

O incidente do *Prestige* poluiu centenas de quilómetros de linha de costa e mais de uma centena de praias nas costas de Espanha, França e Portugal, tendo sido considerado o maior desastre ambiental na história da Península Ibérica.

No sentido de apoiar as agências responsáveis pela resposta ao incidente do derrame de petróleo, a Agência Espacial Europeia (ESA) forneceu dados espaciais dos satélites *ERS* e *Envisat*, quase diariamente, desde 17 de novembro.



Figura 1 – Notícia no site da BBC do acidente do *Prestige* na Galiza. (<http://news.bbc.co.uk/1/hi/world/europe/2487739.stm>)

Algumas destas imagens, utilizadas no esforço de mapeamento e mitigação do derrame, estão disponibilizadas no *site* da *ESA* e podem ser descarregadas de forma gratuita.

A aplicação **SNAP** (*Sentinel Application Platform*), criada para a análise e processamento de imagens *Sentinel*, é gratuita e permite, para além da aplicação de filtros, processamentos mais extensos e complexos. O processamento e análise de imagens SAR com esta aplicação é o tópico da formação SOPHIA – Tópico 3 - Detecção Remota: Aplicação de Imagens de Radar de Abertura Sintética. Neste exercício pretende-se apenas demonstrar a capacidade do QGIS na leitura de alguns ficheiros típicos de imagens SAR (como o .N1) e na extração simples de informação usando este tipo de imagens.

B. CARTOGRAFIA DE EMERGÊNCIA - IMAGENS SAR

1. Descarregar a imagem SAR da altura do derrame

1.1 Descarregue a imagem SAR do sensor ASAR a bordo do satélite *Envisat*.

- a. Navegue até: https://earth.esa.int/web/guest/data-access/sample-data/-/asset_publisher/tg8V/content/prestige-oil-spill-galicia-spain-1623?p_r_p_564233524_assetIdentifie#_56_INSTANCE_z3vD_matmp.
- b. Em **Available Sample Data** escolha **ASAR**.
- c. Descarregue a imagem **ASAR Wide Swath** (WS) denominada ASA_WSM_1PXPDE20021117_104431_000000672011_00180_03741_0009.N1.gz, correspondente ao dia 17-11-2002 e grave numa pasta à sua escolha.
- d. Com o botão  adicione a imagem descarregada (terá primeiro de descomprimir a pasta gravada) ao seu projeto.

- e. Nas **Propriedades do Projeto** e separador **SRC**, active a opção **Enable 'on the fly' CRS transformation (OTF)** e escolha como sistema de coordenadas o sistema de coordenadas geográficas WGS84.
- f. Verifique a resolução espacial da imagem carregada e compare com a resolução espacial da Tabela 1 anexa.

2. Mapear a extensão do derrame.

O mapeamento de manchas de óleo na água, numa imagem *SAR*, é facilitado pelo facto destas manchas se apresentarem em tons mais escuros relativamente aos restantes elementos da imagem. Isto acontece porque a superfície coberta de óleo apresenta menor rugosidade, o que por sua vez influencia o retorno do sinal para o sensor *SAR* (o retorno de sinal nesta circunstância é muito fraco, originando valores escuros na imagem). O mapeamento da área de derrame de petróleo no dia 17 de novembro de 2002 será baseado nesta característica das imagens *SAR*.

2.1 Delimitação automática do derrame

A delimitação automática do derrame pode ser realizada, de forma simples, a partir da definição de um valor de limiar (*threshold*) correspondente ao máximo valor de píxel considerado como pertencente à mancha de óleo e acima do qual se considera que não há presença de petróleo. A imagem é então classificada em dois valores: **1** (óleo) e **0** ou **Nodata** (não óleo).

- a. Definição de um valor de limiar adequado para representar a presença de óleo na água.
- b. Em **Propriedades da camada**, separador **Histograma**, experimente diferentes valores de limiar usando os valores Min e Max de representação do histograma. Vá fazendo **Aplicar** para visualizar as diferenças. Experimente diferentes valores até encontrar aquele que melhor se ajusta (tente por exemplo Min:300 e Max:301 como primeira aproximação).
- c. Uma vez definido o valor proceder à classificação da imagem usando a ferramenta **Calculadora Raster**. Introduza o código abaixo alterando "SAR@1" para o nome do *raster* a classificar e os valores 301 e 302 pelos valores máximos e mínimos encontrados no ponto anterior.

$$("SAR@1" \leq 301)*1 + ("SAR@1" >302)*0$$

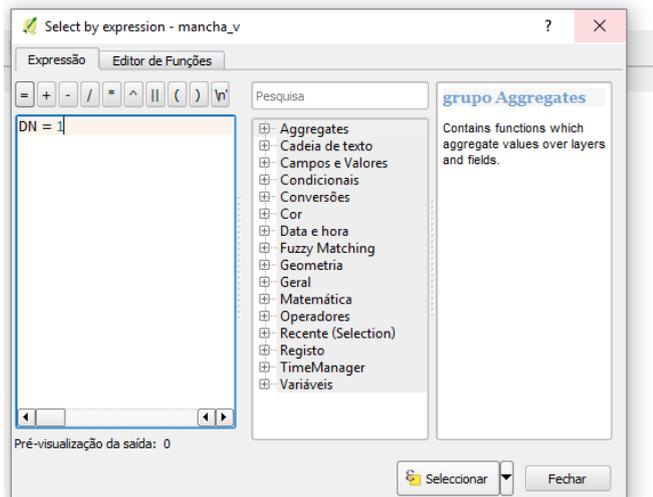
Desta operação resulta que os valores representados por 1 correspondem às zonas de óleo e os valores 0 a todas as restantes áreas.

- d. Proceda à limpeza da imagem usando um filtro apropriado. Experimente, por exemplo, o filtro **Majority filter** presente em **Ferramentas de Processamento** ► **SAGA(2.1.2)** ► **Raster Filter** com um raio de 4.

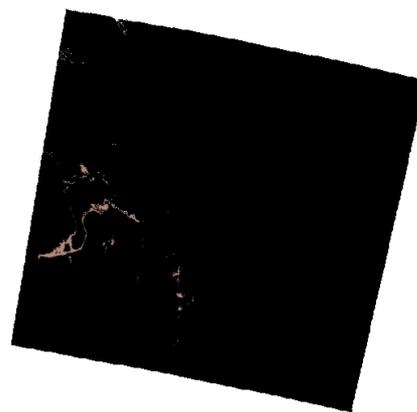
- e. Quando estiver satisfeito com o processo de filtragem, guarde a imagem *raster* final com o nome **Mancha**.

2.2 Calcular a área afetada pelo derrame

- a. Converta a imagem de formato raster para polígonos: **Raster ► Conversão ► Vectorizar (Raster para vector)**. Grave com o nome Mancha_v.
- b. Com a ferramenta  selecione os polígonos com o campo DN = 1.



- c. Mantendo a seleção exporte a nova shapefile com o nome Mancha_v1 (**BDLR ► Guardar Como**) tendo o cuidado de selecionar a opção **Guardar apenas os elementos selecionados**.
- d. Edite a nova camada vetorial de forma a eliminar o polígono externo.



Uma vez que a nossa camada vetorial se encontra com o sistema de coordenadas geográficas, para efetuar o cálculo das áreas terá que proceder à sua projeção para um sistema de coordenadas retangulares.

- e. Altere o sistema de coordenadas da camada para ETRS89 – PTM06 (BDLR ► Propriedades ► Geral ► Sistemas de referência de coordenadas).
- f. Abra a calculadora de campos  e escolha a opção **Criar um novo campo** e escreva **Area** como **Nome do campo de saída**. Escolha **Número decimal (real)** no **Tipo de campo de saída**. Na expressão digite **\$area** e faça **OK**. Sai do modo de edição e grave os resultados.
- g. Use a ferramenta  para calcular a área total do derrame.

2.3 Detecção de embarcações

É possível detetar a presença de embarcações nas imagens SAR, de forma muito simples, uma vez que estas apresentam um retorno muito forte do sinal (valores brancos) devido à reflexão especular dupla. Desta forma, e à semelhança do que foi feito para detetar a mancha de óleo, definir-se-á um valor de limiar para a identificação das embarcações, sabendo que neste caso o retorno é mais forte (tons brancos).

- a. Adicione novamente a imagem original ao QGIS.
- b. Repita os pontos 2.1.b. e 2.1.c tendo em consideração a informação fornecida anteriormente. Experimente os valores de limiar Min e Máx de 3000 e 3001 respetivamente como primeira aproximação.
- c. Mascare as zonas de terra usando a função Cortador (**Raster ► Extração ► Corte**). Use como camada máscara a shapefile **Mask_Terra_Mask** na pasta de exercícios QGIS. Grave o Resultado como **SAR_Mar**.
- d. Proceda à classificação deste novo *raster* usando os valores de limiar previamente definidos no ponto b anterior. Nomeie a reclassificação como **Barcos**.
- e. Converta a imagem de formato raster para polígonos: **Raster ► Conversão ► Vectorizar (Raster para vector)**. Grave com o nome **Barcos_v**.
- f. Edite a nova camada vetorial até ficar satisfeito com os resultados.

2.4 Produção de cartografia e disponibilização a terceiros

A produção de mapas temáticos é um dos objetivos da cartografia de emergência. A sua disponibilização a terceiros pode efetuar-se, não só em formato *raster* ou vetorial mas, também em formato PDF. Desta forma, proceder-se-á à produção de um mapa com a área afetada pelo derrame e disponibilizar-se-á em formato PDF com informação geográfica associada.

- a. Represente a mancha de petróleo identificada na imagem SAR através de um mapa semelhante ao da Figura 2. Use a ferramenta  (**Novo Compositor de Impressão**) e adicione a camada vetorial **Mancha_v**.

b. Exportar o mapa em formato PDF usando o botão 

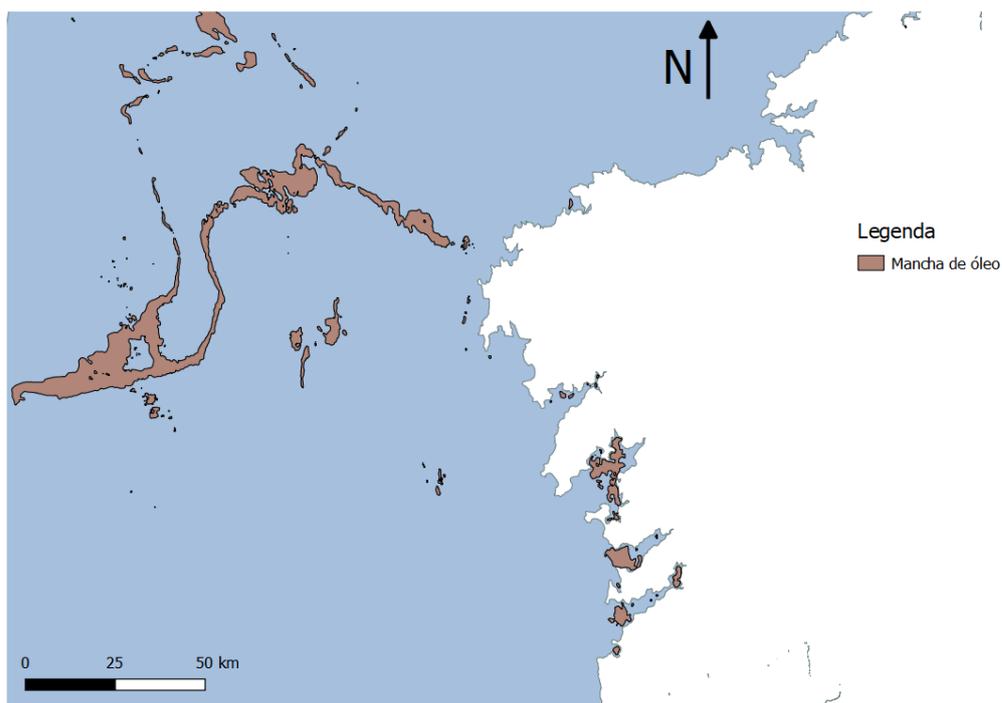
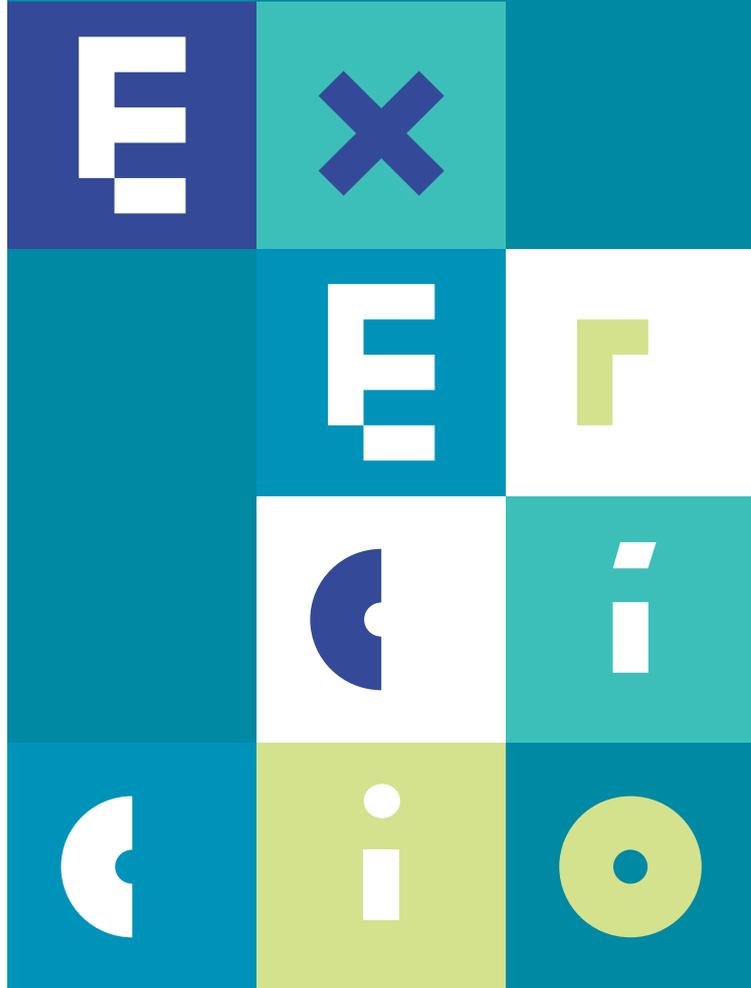
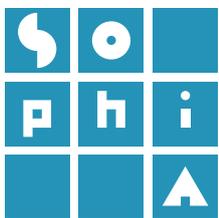


Figura 2. Mapa temático da localização do derrame de petróleo ao largo da costa da Galiza.

PRODUCT ID	ASA_WSM_1P
NAME	ASAR wide swath standard image
DESCRIPTION	ASAR product generated from Level 0 data collected when the instrument is in wide swath mode. The product includes slant range to ground range corrections per definition. The product covers a continuous area along the imaging swath.
COVERAGE	400 km * 400 km (approximately) for a scene; 400 km * 4000 km max for a stripe
GEOMETRIC RESOLUTION	approximately 150 m * 150 m
RADIOMETRIC RESOLUTION	Product ENL > 11.5
PIXEL SPACING	75 m * 75 m
SIZE	59 Mbytes for a scene 584 Mbytes for a stripe
DATASET	each product scene containing the following: (1) header MPH + SPH (2) 5400 data records (3) 5450 samples/record (4) 2 bytes/sample
AUXILIARY DATA	Orbit state vector . Time correlation parameters. Main Processing parameters ADS, Doppler Centroid ADS, Chirp ADS, Antenna Elevation Pattern ADS, SR/GR ADS, Geolocation Grid ADS, SQ ADS
INTERNAL CALIBRATION	For the purpose of calibration 1. Data I/Q correction 2. Replica construction 3. Calibration pulse processing 4. Elevation gain function calculation 5. Noise power estimation

Tabela 1. Características da imagem ASAR_WSM_1P. Retirado de: http://envisat.esa.int/services/sample_products/asar/asar_sample_products.pdf



Exercício 8

DADOS MULTIDIMENSIONAIS

Objetivos



O objetivo deste exercício é representar dados de natureza multi-dimensional em formato NetCDF em QGIS. Neste exercício pretende-se representar a variação espacial de alguns parâmetros de onda no Atlântico Norte e durante 2 dias.

A. INTRODUÇÃO – FORMATO NETCDF

O *NetCDF (Network Common Data Form)* é um formato de arquivo projetado para suportar a criação, acesso e partilha de dados científicos, muito utilizado pelos geocientistas, especialmente nas comunidades que gerem dados atmosféricos e oceanográficos para armazenar variáveis (temperatura, pressão, velocidade do vento, altura de onda, etc.).

B. AQUISIÇÃO DE DADOS

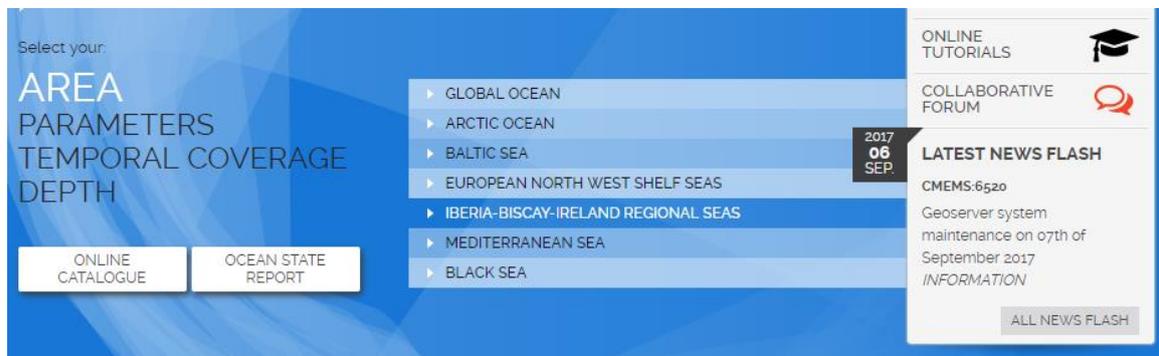
O portal **Copernicus Marine Environment Monitoring Service** - <http://marine.copernicus.eu/> - constitui um importante repositório de dados oceanográficos a nível europeu.

“Marine data is an engine for “smart and sustainable growth” in the European Union, as stated in the recent Marine Knowledge 2020 EC Communication. The Copernicus Marine Service has been designed to respond to issues emerging in the environmental, business and scientific sectors. Using information from both satellite and in situ observations, it provides state-of-the-art analyses and forecasts daily, which offer an unprecedented capability to observe, understand and anticipate marine environment events.” (<http://marine.copernicus.eu/>).

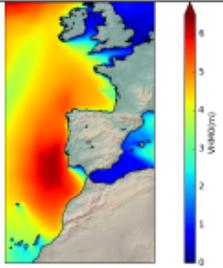
1. Descarregar a informação da temperatura superficial do oceano do Portal Copernicus.

- a. Navegue até ao endereço <http://marine.copernicus.eu/>.

b. Na seleção por área escolha IBERIA-BISCAY-IRELAND REGIONAL SEAS.



c. Escolha o conjunto de dados IBI_ANALYSIS_FORECAST_WAV_005_005 e consulte a descrição dos dados clicando em  .

IBI_ANALYSIS_FORECAST_WAV_005_005	
ATLANTIC-IBERIAN BISCAY IRISH- OCEAN WAVE ANALYSIS AND FORECAST	
MODEL	
SW1 MWT VMDR SW2 WW VSDXY SWH	
0.1 degree x 0.1 degree (Surface only)	
From 2015-01-01 to Present	
hourly-mean	
MORE INFO  ADD TO CART  WMS Sub-setting	

Os dados representam o produto IBF MFC: previsão de ondas de alta resolução de curto prazo (5 dias) para a área IBI (Ibérica Biscay Irish). O sistema de modelo de onda MFC IBI é executado diariamente pela Puertos del Estado e é baseado no modelo MFWAM, é executado numa grelha de 10 km de resolução horizontal e forçado com os dados do vento ECMWMF. Além de gerar o produto de previsão de 5 dias entregue aos usuários do CMEMS, o sistema de ondas IBC MFC está configurando para fornecer internamente alguns parâmetros de acoplamento adequados para serem usados como forçando numa corrida acoplada de previsão de modelo de oceano IBI NEMO.

d. Inicie o download dos dados clicando em  . Coloque as suas credenciais para fazer o Log in, se ainda não for usuário crie uma nova conta.

- e. Escolha o produto IBI_ANALYSIS_FORECAST_WAV_005_005-HOURLY; como data de início **2017-09-10 23:00:00** e de fim **2017-09-11 23:00:00** (Figura 1); e escolha as variáveis **VMDR** e **VHM0** (Figura 2).

Figura 1 – Escolha do intervalo de tempo.

		direction from	_from_direction	
<input checked="" type="checkbox"/>	VMDR	Mean wave direction from(Mdir)	sea_surface_wave_from_direction	degree
<input type="checkbox"/>	VMDR_SW1	Mean primary swell wave direction from	sea_surface_primary_swell_wave_from_direction	degree
<input type="checkbox"/>	VMDR_WW	Mean wind wave direction from	sea_surface_wind_wave_from_direction	degree
<input type="checkbox"/>	VTM02	Spectral moments(0,2)wave period(Tm02)	sea_surface_wave_mean_period_from_variance_spectral_density_second_frequency_moment	s
<input type="checkbox"/>	VTPK	Wave period at spectral peak/peak period(Tp)	sea_surface_wave_period_at_variance_spectral_density_maximum	s
<input checked="" type="checkbox"/>	VHM0	Spectral significant wave height (Hm0)	sea_surface_wave_significant_height	m

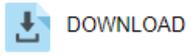


Figura 2 – Escolha das variáveis.

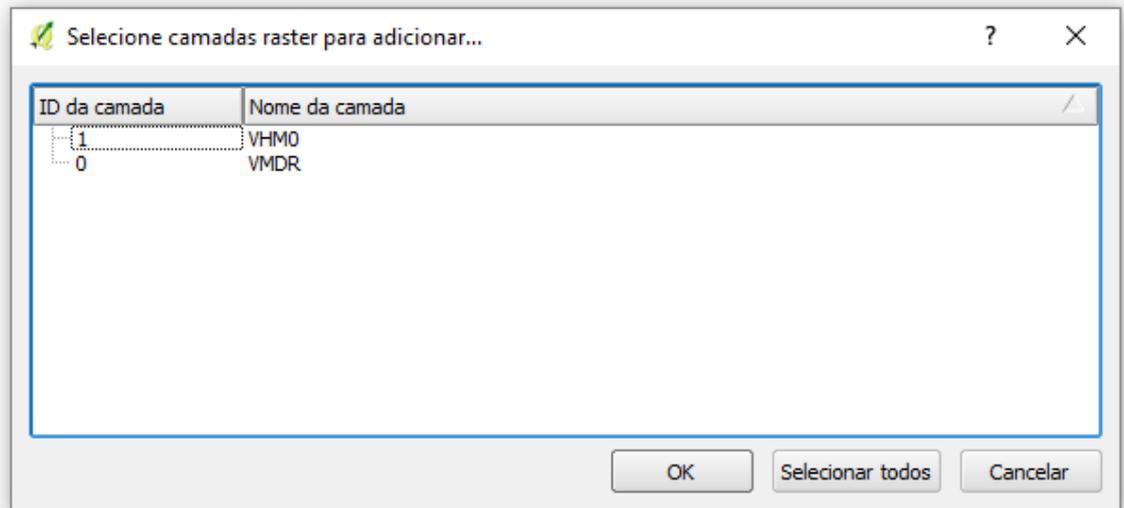
- f. Faça o *download* da imagem (canto superior/inferior direito)  e novamente download no caixa **SUBSETTER** depois de calcular o tamanho do ficheiro para as datas escolhidas . Grave o ficheiro na pasta do exercício.

O sistema de downloads **SUBSETTER** e **DIRECT GET FILE** apenas permitem fazer download de ficheiros até 2048 Mb, mas usando o sistema **FTP** é possível fazer o download de dados sem limitações.

C. REPRESENTAÇÃO DOS DADOS EM QGIS

2. Abra o ficheiro descarregado de extensão **.nc** com a ferramenta .

a. Na janela de seleção da camada *raster* faça **Selecionar todas** e clique **OK**.



O QGIS reconhece de imediato que o ficheiro é um ficheiro NetCDF, aparecendo um menu para selecionar qual o arquivo NetCDF que o utilizador deseja abrir, que sistema de coordenadas de referência a ser usado e qual variável a importar. Se apenas uma variável estiver disponível o QGIS cria automaticamente um ficheiro *raster* dessa variável.

No caso específico do nosso ficheiro, o QGIS deteta que o ficheiro não tem sistema de coordenadas, atribuindo-lhe automaticamente o sistema de coordenadas geográficas EPSG 4326, WGS84.

A ação anterior permitiu que fossem carregados para o QGIS os dois *rasters* com informação referente a VHMO e VMDR.

b. Selecione um esquema de cores que lhe pareça apropriado para cada uma das variáveis e explore as diferenças. O que representam as variáveis VHMO e VMDR?

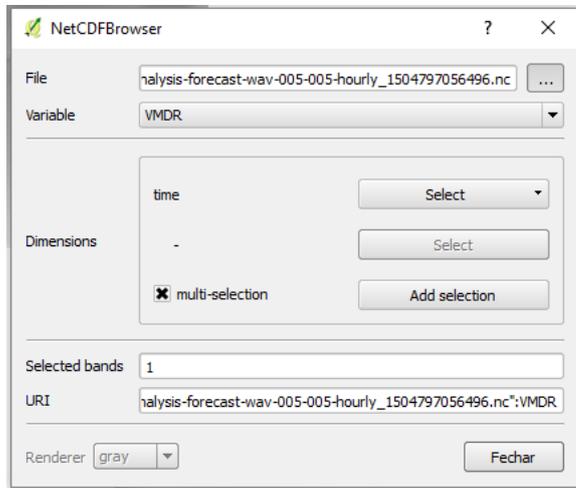
D. REPRESENTAÇÃO DA VARIAÇÃO TEMPORAL

3. Instalar o módulo **NetCDF Browser** que permite extrair os dados temporais que queremos representar.

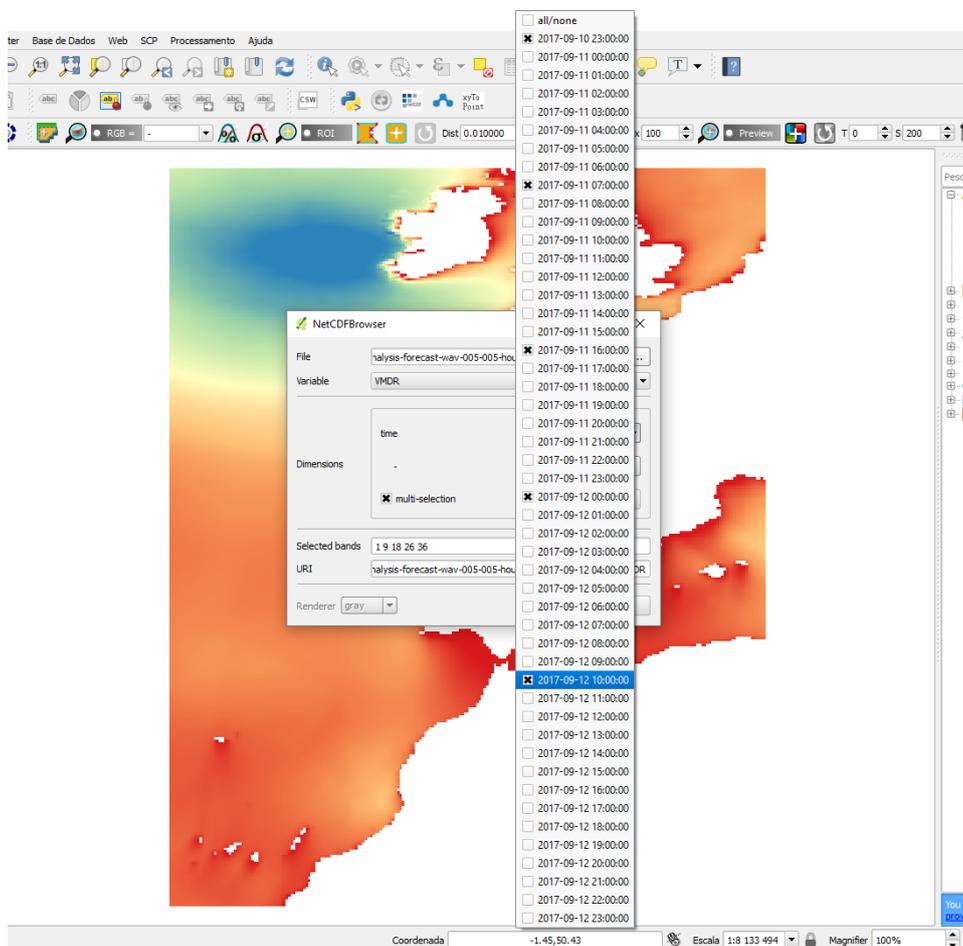
a. No separador Módulos -> Gerir e Instalar Módulos instale o módulo *NetCDF Browser*.

b. Clicando em  abra o módulo instalado.

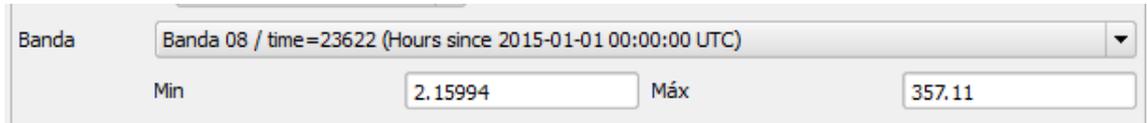
c. Selecione o ficheiro NetCDF descarregado.



d. Escolha uma das variáveis para fazer a visualização e clique em **Select** para escolher as datas a extrair. O QGIS abre uma janela com todas as datas disponíveis e selecione 5 datas espaçadas de algumas horas.

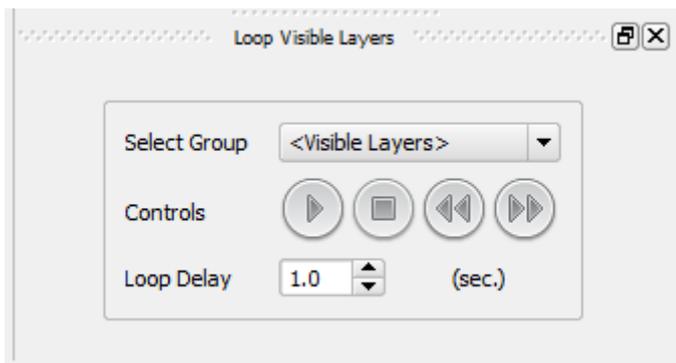


- e. Adicione as datas seleccionadas ao QGIS fazendo **Add Selection**.
- f. Edite cada uma das camadas *raster* com uma simbologia apropriada. Verifique que a camada que está a editar corresponde à Banda (do menu propriedades) que seleccionou anteriormente, pois o ficheiro *raster* continua a conter toda a informação temporal do ficheiro original.



4. Instalar o módulo **Loop Visible Layers** que permite visualizar cada camada em sequência.

- a. No separador Módulos -> Gerir e Instalar Módulos instale o módulo **Loop VisibleLayers**.
- b. Coloque visíveis as camadas *rasters* criadas pelo módulo anterior e cuja simbologia foi editada, e coloque invisíveis as camadas NetCDF criadas no ponto 2.
- c. Na janela do módulo clique em  para ver a evolução da variável escolhida ao longo do tempo.



Promotores e Parceiros



Financiamento



Entidades Participantes



Apoios e Colaborações





CONHECIMENTO PARA A GESTÃO DO AMBIENTE MARINHO