



**LABSIGDER**

Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica e Detecção Remota



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

**FutureWater**

Research and consultancy for a sustainable future of our water resources

## **Projecto de Reforço de Capacidades em Detecção Remota para o Desenvolvimento Agrícola de Angola” - K2K (Knowledge to Knowledge)**

**Programa de formação de formadores**

# **INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E DETECÇÃO REMOTA PARA A GESTÃO AGRÍCOLA ATRAVÉS DO USO DO SOFTWARE QUANTUM GIS – Parte 2**

**MANUAL EM PORTUGÊS “TELEDETECÇÃO E SERVIÇOS AGRÁRIOS”**

**Módulo 2: Introdução à Teledetecção ou Detecção Remota**

**Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica e Detecção Remota (LABSIGDER) - Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade José Eduardo dos Santos (Huambo, Angola)**

**&**

**Wageningen University and Research (Netherlands)**



Rijksoverheid  
Nederland

**Huambo, Julho de 2021**

## FICHA TÉCNICA

TÍTULO: Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica e Detecção Remota para a Gestão Agrícola Através do Uso do Software Quantum Gis – Parte 2: Manual em Português “Teledetecção e serviços agrários”: Módulo 2: Introdução à Teledetecção ou Detecção Remota

AUTOR: Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica e Detecção Remota – LABSIGDER, Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, Universidade José Eduardo dos Santos – UJES (Huambo, Angola) & Universidade de Wageningen (Holanda)

SITE LABSIGDER: [www.labsigder.fcaujes.com](http://www.labsigder.fcaujes.com)

EDITOR: Isaú Alfredo Bernardo Quissindo

REDACÇÃO, COMPOSIÇÃO E TRADUÇÃO: Grupo de Trabalho

FINANCIAMENTO: Agência de Cooperação Holandesa

ISBN: 978-989-53264-1-9

### **Grupo de Trabalho:**

*Ángel de Miguel García (Wageningen Environmental and Research)*

*Herco Jasen (Wageningen Environmental and Research)*

*Claire Jacobs (Wageningen Environmental and Research)*

*Ngoma Manuel Fortuna (LABSIGDER, FCA-UJES)*

*Isaú Alfredo Bernardo Quissindo (LABSIGDER, FCA-UJES)*

### **Supervisão:**

*Professora Doutora Imaculada da Conceição F. H. Matias – PhD (FCA-UJES)*

*Professora Doutora Virgínia Lacerda Quartin - PhD (FCA-UJES)*

## Conteúdos

Instalação do QGIS (2.18 Las Palmas).....	5
Módulo 2: Introdução à Teledetecção ou Detecção Remota .....	6
Conceitos básicos de detecção remota .....	6
Introdução .....	6
Tipo de processos em detecção remota.....	7
Espectro electromagnético: assinaturas espectrais.....	8
Estrutura de uma imagem digital. Visualização de imagens de satélite .....	12
Conceito de resolução em detecção remota .....	16
Principais sensores ópticos e térmicos.....	17
Exercício IX: Busca, selecção e descarga de imagens de satélite gratuitas: landsat, sentinel, aster, modis .....	18
9.1 Introdução ao EarthExplorer e sua interface .....	18
9.2 Interface do usuário .....	18
9.3 Registo do usuário .....	19
9.4 Realização da pesquisa .....	20
9.5 Seleção de dados e critérios adicionais .....	21
9.6 Resultados.....	23
9.7 Pedido e downloads de produtos .....	27
9.8 Visualização de imagem através do servidor WMS (Web Map Service) .....	29
9.9 Outros portais de download de imagens de satélite .....	31
9.9 Exercício a ser realizado .....	33
Exercício X: Visualização e interpretação de imagens de satélite com a ferramenta de Classificação Semi Automática (SCP) do QGIS .....	33
10.1 Pré-processamento e correcção de imagens .....	34
10.2 Composição das cores .....	38
Exercício XI: Classificação de classes de uso de solo através de imagem de satélite - SCP .....	42
11.1 Modificação de bandas de cores .....	43
11.2 Criar áreas de treinamento .....	45
11.3 Pré-qualificação .....	49
11.4 Classificação final.....	51
Exercício XII: Índices.....	53
12.1 Índice de Vegetação de Diferença Normalizada - NDVI.....	53

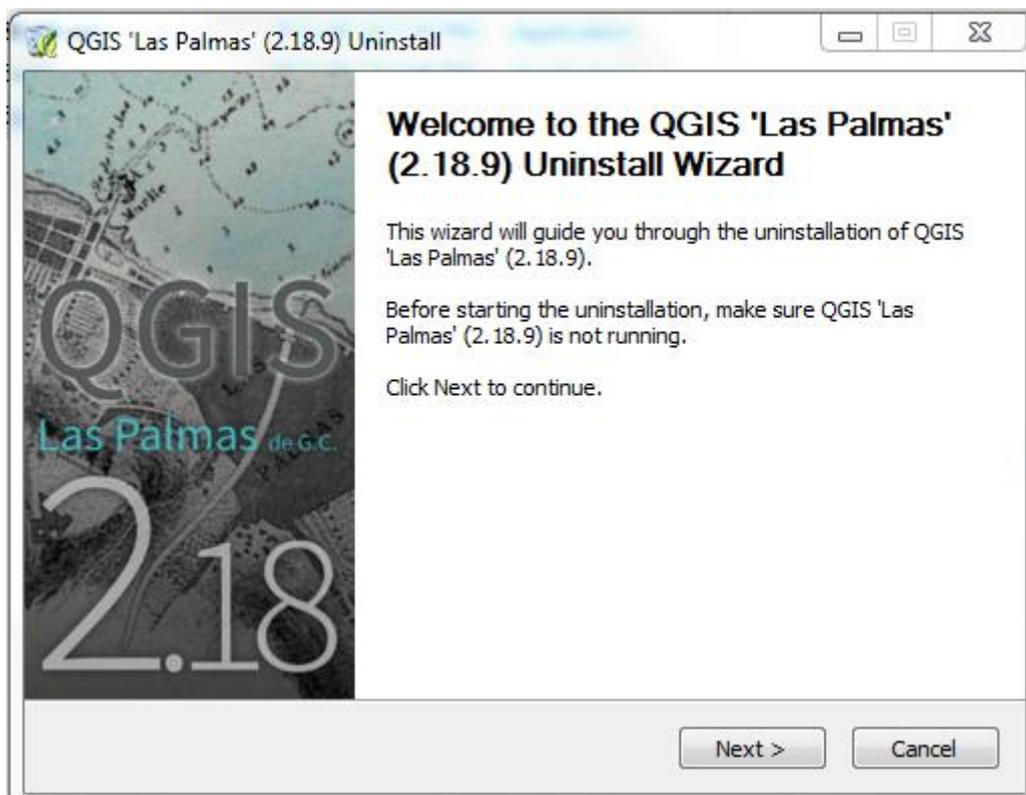
12.2 Índice de Água de Diferença Normalizada - NDWI.....	58
12.3 Índice de Água de Diferença Normalizada Modificado - MNDWI .....	59
Exercício XIII: Classificação por clases de cobertura de solo .....	60
13.1 Teoria da classificação de assinaturas ou clases de cobertura de solo – teoría .....	61
13.2 Criação de bandas .....	63
13.3 Criação de ROIs e definição de limites / margens espectrais.....	64
13.4 Classificação de clases de cobertura de solo.....	69

## Instalação do QGIS (2.18 Las Palmas)

Instalar o QGIS é muito simples. A versão padrão está disponível para computadores que operam com os sistemas operativos MS Windows e Mac OS X. O QGIS é um projecto em constante desenvolvimento, de modo que, a partir de Outubro de 2017, a última versão disponível foi o QGIS Las Palmas (2.18).

1 Abrir QGIS-OSGeo4W-2.18.9-1-Setup-x86\_64.exe localizado no CD (a versão .dmg se tiveres um Macintosh).

2 Siga as instruções do instalador (Figura 1).



**Figura 1.** Instalação do software Quantum Gis

Você também poderá encontrar alguns materiais em português no seguinte link:  
[http://qgis.org/pt\\_PT/docs/](http://qgis.org/pt_PT/docs/).

1. Guia do usuário do QGIS
2. Manual de Treinamento do QGIS
3. Breve Introdução aos SIG

## Módulo 2: Introdução à Teledetecção ou Detecção Remota

### Conceitos básicos de detecção remota

#### Introdução

A detecção remota é a técnica de obtenção de informação (normalmente apresentado como imagens digitais) à distância dos objectos em leitura, sem contacto físico entre os objectos e os sensores no espaço e plataformas aerotransportadas. Especificamente, a informação que recebem esses sensores corresponde à um **fluxo de energia radiante** do meio que se transforma em formato digital para posterior processamento.

A origem do fluxo de energia do meio colectado pelos sensores tem três fontes:

- Radiação solar reflectida pelos objectos;
- A radiação emitida pelos objectos, devido à sua temperatura;
- A radiação emitida pelos objectos e reflectida pelo próprio sensor.

Apesar da complexidade e custo de implementação dessas tecnologias, a teledetecção apresenta muitas vantagens e benefícios inovadores. Em primeiro lugar, as plataformas de satélite localizado a uma altura orbital geram uma cobertura global e periódica da superfície terrestre, permitindo a ter uma visão global dos processos. Os dados obtidos por diferentes sensores são homogêneos e em formato digital, gerando informação de grandes superfícies em um instante. Uma vez que temos missões operacionais desde os anos 70, temos um arquivo úteis no estudo de processos ocorridos no passado. Mas se temos de destacar uma das vantagens da detecção remota é a capacidade de os sensores registrarem informação dos objetos em diferentes comprimentos de onda, permitindo analisar o seu comportamento em regiões não visíveis do espectro (infravermelha, térmica, RADAR).

De forma resumida, a radiação emitida pelos objectos em diferentes comprimentos de onda, e que depois de atravessarem a atmosfera é registada / captada pelo sensor, de modo a permitir a caracterização de objectos, avaliar variáveis biofísicas e estudar os fenômenos que ocorrem na superfície terrestre, as massas de águas continentais e marinhas e a atmosfera.

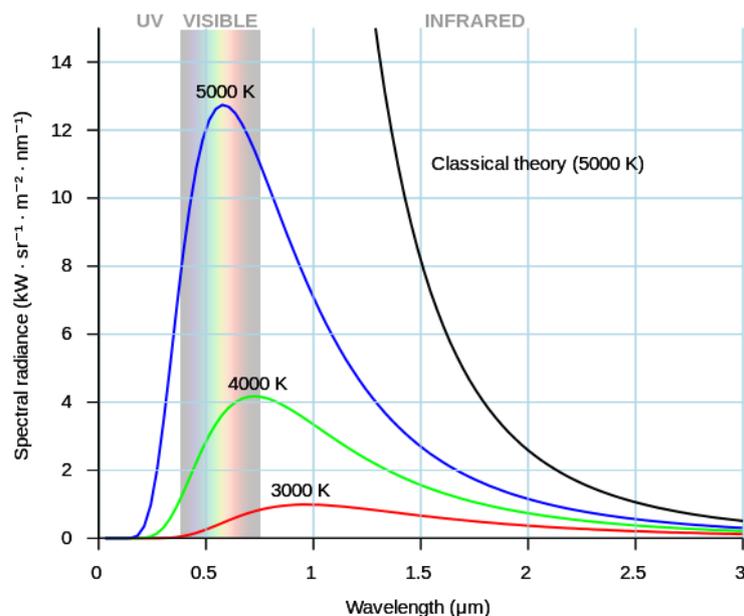
Isso torna sua aplicação muito útil nas diversas áreas do saber, como Geologia, Geografia, Biologia, Agronomia, Meteorologia, etc. No caso da hidrologia, da

hidrogeologia, da qualidade de água, estão sendo feitos inúmeros avanços significativos que não teriam sido possíveis sem a aplicação dessas técnicas.

#### Tipo de processos em detecção remota

Na natureza, todos os corpos emitem energia (emissividade) de acordo com a primeira Lei de Planck ([http://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Planck](http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Planck)) que relaciona a radiação electromagnética emitida por um corpo negro em equilíbrio térmico a uma temperatura definida (Figura 2). De acordo com a lei de Stefan ([http://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Stefan-Boltzmann](http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Stefan-Boltzmann)) a emissividade radiante é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta do corpo negro, o que significa que pequenas mudanças de temperatura implicam em grandes modificações da energia emitida. Isto é verdade para um corpo perfeitamente negro ou radiador que emite o máximo de suas possibilidades, mas na realidade, todos os corpos se comportarão como corpos cinzentos com diferentes graus de eficiência.

Por outro lado, os corpos também irradiam (irradiância) a energia que vem de outro corpo através do espaço. A magnitude detectada por um sensor é a radiância que constitui o fluxo radiante deixada por uma unidade de área em uma direcção particular seguindo um ângulo sólido particular ([http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81ngulo\\_s%C3%B3lido](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81ngulo_s%C3%B3lido)).



**Figura 2.** Curvas de emissividade de corpos negros em diferentes temperaturas de acordo com a lei de Planck (Fonte: [http://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Planck](http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Planck))

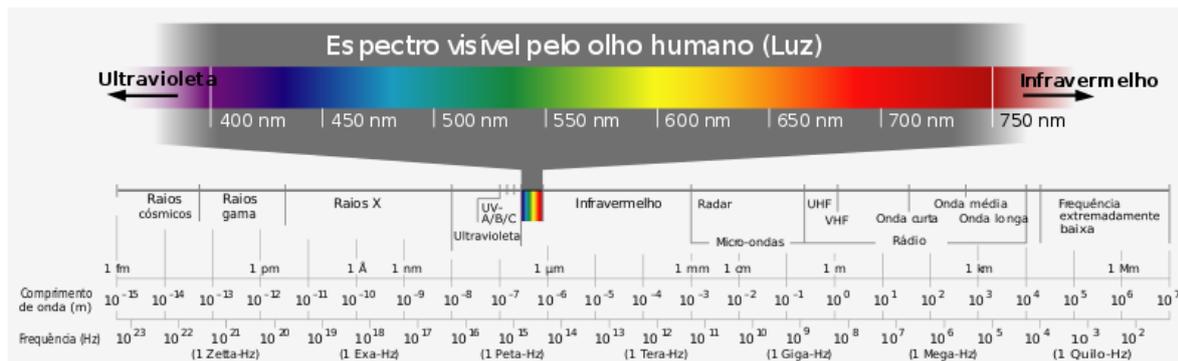
Independentemente da radiação emitida por um corpo; a radiação que recebe principalmente do sol pode: reflectir-se (reflectividade ou albedo) e é reenviado ao espaço; absorver-se (absorção) e causar um aumento da energia do objeto; e transmitir-se (transmissividade) para outros objectos. Uma vez que a radiação interage com a atmosfera e os objetos, a proporção de cada um desses três processos depende do comprimento de onda e das características dos objetos.

Em detecção remota, o que é muito útil é a componente de reflectividade ou albedo que consiste na razão matemática entre o fluxo reflectido e o fluxo incidente em diferentes comprimentos de onda. A proporção de fluxo reflectido é diferente para cada material em cada comprimento de onda e é o que permite identificar os objectos, suas características e os processos que ocorrem no meio. Essa reflectividade resultante dependerá de: composição, estrutura e localização da superfície terrestre; geometria da observação (ângulo de incidência do emissor de foco, etc.); e comprimento de onda incidente.

#### **Espectro electromagnético: assinaturas espectrais**

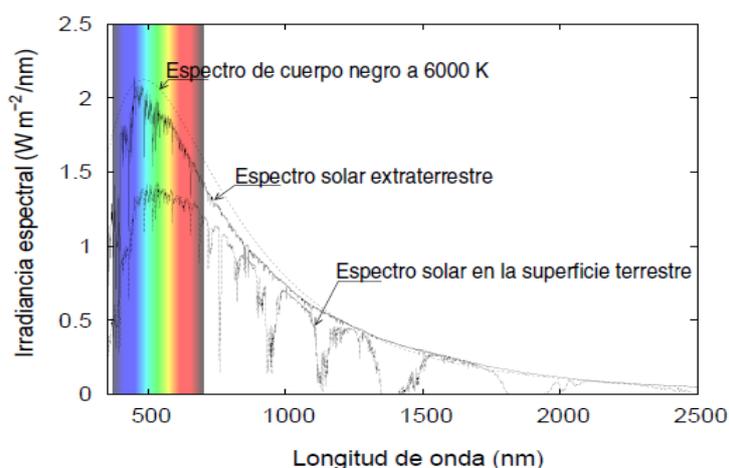
O conjunto de comprimentos de onda que a radiação pode conter é chamado de espectro eletromagnético. O espectro é dividido em uma série de regiões onde as ondas apresentam comportamento e características homogêneas. Em detecção remota, definem-se as seguintes regiões de interesse (Figura 3):

- VISÍVEL (0,4  $\mu\text{m}$  a 0,7  $\mu\text{m}$ ): corresponde a luz visível e, por sua vez, divide-se em Azul (0,4  $\mu\text{m}$  a 0,5  $\mu\text{m}$ ); Verde (0,5  $\mu\text{m}$  a 0,6  $\mu\text{m}$ ); e Vermelho (0,6  $\mu\text{m}$  a 0,7  $\mu\text{m}$ ).
- INFRAVERMELHO (0,7  $\mu\text{m}$  a 14  $\mu\text{m}$ ): está dividida em infravermelho próximo (0,7  $\mu\text{m}$  a 1,3  $\mu\text{m}$ ), infravermelho médio (1,3  $\mu\text{m}$  a 8  $\mu\text{m}$ ) e infravermelho distante ou térmico (8  $\mu\text{m}$  a 14  $\mu\text{m}$ ). O infravermelho próximo deve-se principalmente a radiação solar e o térmico ao calor da Terra.
- MICRO-ONDAS (1 mm a 1 m): região do espectro onde trabalham os sistemas RADAR (*Radio Detection And Ranging* ou Detecção e Telemetria por Rádio).



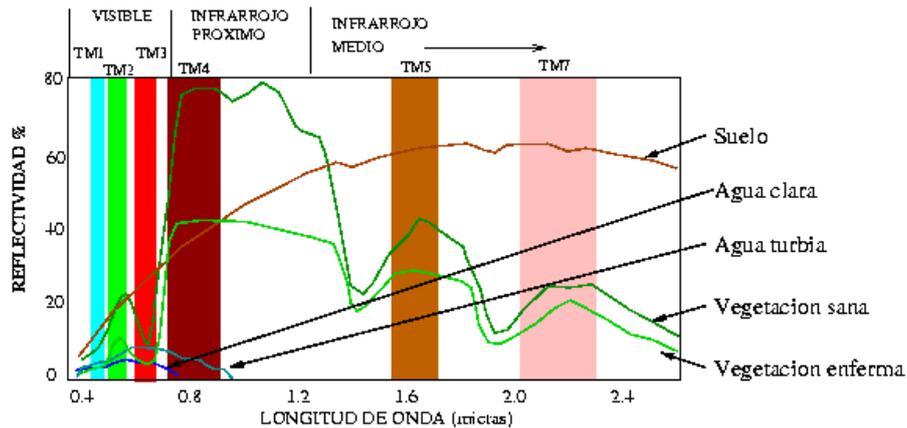
**Figura 3.** Espectro visível pelo olho humano

Uma vez que o Sol não é um corpo negro e a atmosfera absorve radiação em certos comprimentos de onda devido à presença de gases e partículas sólidas e líquidas dispersos nela (principalmente vapor de água, dióxido de carbono, oxigênio, ozônio), o espectro solar na superfície terrestre não é contínuo, e os sensores vão aproveitar as janelas atmosféricas (Figuras 4 e 5) onde a transmissividade da atmosfera é maior.



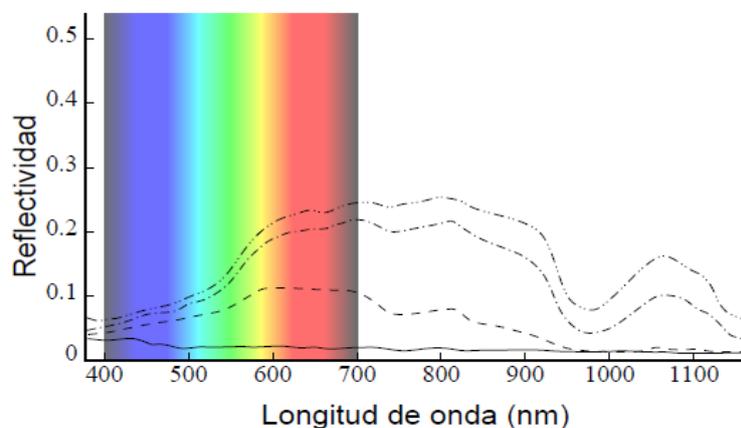
**Figura 4.** Espectros solares e janelas atmosféricas

A **resposta espectral** em termos de reflectividade dos objectos perante a radiação solar ao longo dos diferentes comprimentos de onda (visível, infravermelho próximo, infravermelho médio e térmico) é definida como assinatura espectral ou apenas assinatura. O comportamento da assinatura espectral pode servir para identificar, em princípio, cada tipo de cobertura, mas este objecto / assinatura não é de correspondência constante ou homogêneo, pois varia de acordo com todos os outros fenómenos / bjectos de interação (Figura 5).



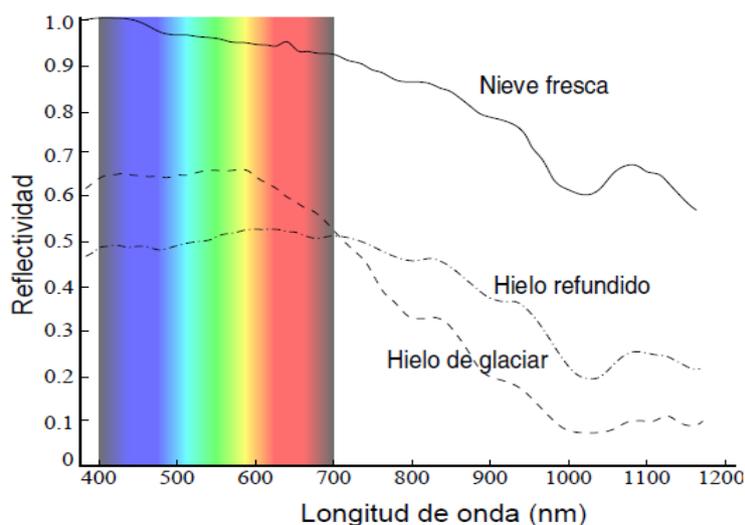
**Figura 5.** Espectros solares e janelas atmosféricas

**A água** é caracterizada por sua baixa reflectividade no visível que diminui à medida que o comprimento de onda aumenta de forma que no infravermelho próximo já é muito baixo (Figura 6). A presença de partículas suspensas, matéria orgânica e materiais no fundo de águas pouco profundas proporcionará uma maior reflectividade. Nas águas com fitoplâncton há um aumento na região verde e uma diminuição no azul. Essas modificações são usadas para realizar estudos de qualidade da água.



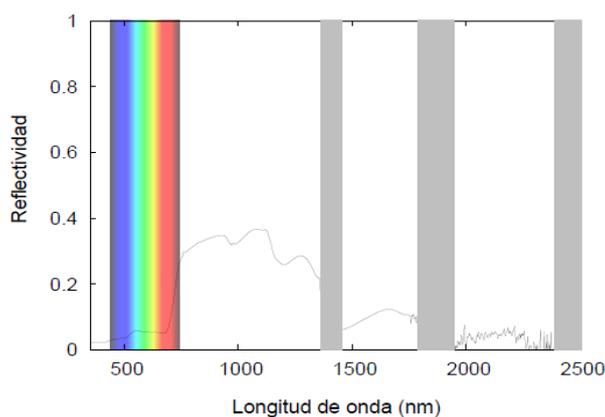
**Figura 6.** Assinatura espectral da água limpa (linha contínua) e outras águas com diferentes gradientes de turbidez (linhas tracejadas)

Em contraste, **a neve** tem um comportamento diferente da água porque tem uma reflectividade muito alta que atinge 100% em azul. Quando a neve fresca se compacta em gelo ou derrete, a reflectividade diminui. A neve e as nuvens podem ser confundidas pela sua alta reflectividade, porém para a neve se confunde apenas quando apresentar comprimentos de onda superiores a 1,4  $\mu\text{m}$ , enquanto que o comprimento de onda das nuvens permanece alta. Ver Figura 7.



**Figura 7.** Assinatura espectral característica da neve

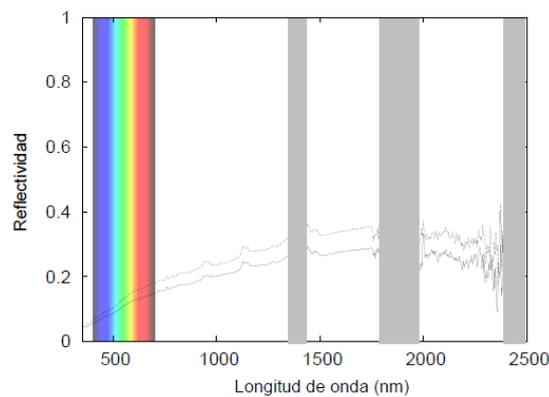
A **vegetação saudável** apresenta um contraste de reflectividades muito altas no espectro visível e no infravermelho próximo. Enquanto que no visível tem baixa reflectividade com auge na região verde devido à presença de clorofila, no quase infravermelho sua reflectividade é muito alta porque não utiliza esse tipo de onda. No infravermelho médio, a reflectividade é alta, embora haja picos de baixa reflectividade associados aos comprimentos de onda em que a água da planta absorve a energia. No caso de **vegetação doente**, o contraste visível / infravermelho próximo é consideravelmente atenuado (Figura 8). Espécies de plantas têm diferentes padrões de assinatura espectral devido a variações na estrutura interna das folhas.



**Figura 8.** Assinatura espectral característica da vegetação saudável

A **assinatura espectral dos solos** é relativamente baixa e aumenta em direcção ao infravermelho, mas muito condicionada pelas diferentes características edáficas. A reflectividade dos solos aumenta com o aumento do teor de água. O tamanho médio

das partículas aumenta a reflectividade, embora texturas finas geralmente tenham um maior teor de humidade. Outra característica do solo é o seu conteúdo em matéria orgânica, quanto maior e menos decomposto, mais escuro o solo e, portanto, menos reflexivo. A composição química e mineralógica também influencia a resposta espectral dos solos, de tal forma que os minerais de argila têm uma queda considerável na reflectividade em 2,2  $\mu\text{m}$  que as areias não têm ou a presença de óxidos de ferro que aumentam a reflectividade em vermelho (ver Figura 9).



**Figura 9.** Assinatura espectral característica dos solos

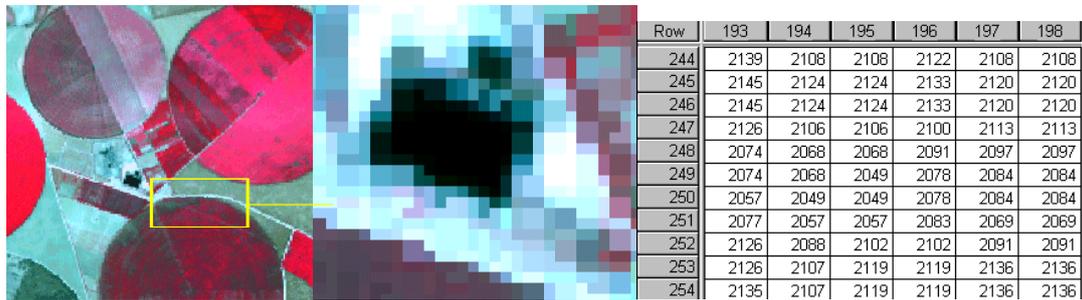
#### Estrutura de uma imagem digital. Visualização de imagens de satélite

A imagem digital resulta da visualização da informação registrada pelos detectores do sensor em uma distribuição bidimensional da energia E-M, que é a resposta de uma superfície à iluminação com energia E-M.

A luminância tem uma dependência espacial, isto é, a intensidade luminosa é diferente em cada ponto da superfície iluminada. Uma imagem discreta é aquela formada por um conjunto finito de valores de luminância, obtidos pela amostragem equi-espacial de uma imagem contínua.

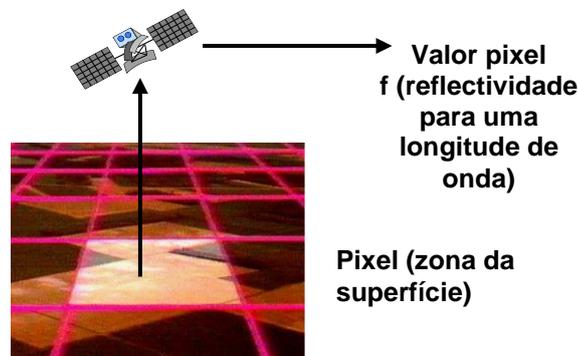
Tal como as imagens do tipo raster descrita no módulo anterior, esta imagem é discreta e finita, pois espacialmente possui um número finito de células de determinado tamanho e em termos de sua luminância seus valores são inteiros entre um mínimo e um máximo. Em suma, uma imagem digital é a adaptação ao sistema de computador da imagem discreta em que passamos a atribuir um nível de cinza a

cada elemento da imagem (pixel) através de um nível digital (ND). A ilustração de uma imagem digital pode ser vista na Figura 10.



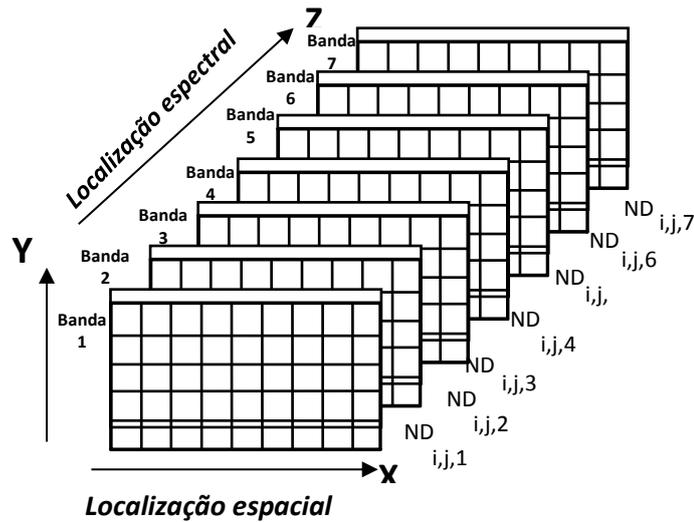
**Figura 10.** Estrutura de uma imagem digital

Um Pixel (*picture element* ou elemento de imagem) ou elemento mínimo (discreto) que constitui a imagem digital é definido pela sua posição (linha, coluna); tamanho (maior ou menor resolução espacial) e luminância (nível de cinza). A posição também é referida pelas coordenadas dos pontos no solo (centro ou cantos dos pixels). O tamanho também se refere à porção do terreno observado e a luminância depende do ND de cada pixel, que por sua vez é uma função do brilho recebido de cada porção do terreno (Figura 11).



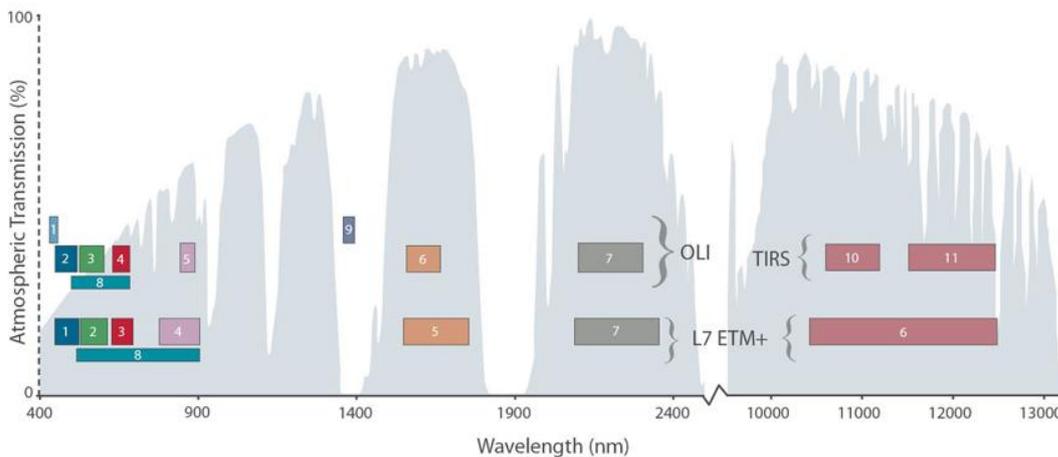
**Figura 11.** Visualização de pixels de uma imagem

Os sensores colectam informações em diferentes comprimentos de onda e geram uma imagem independente que é chamada de bandas. Assim, um sensor apresenta tantas bandas (Figura 12) quanto imagens em diferentes regiões do espectro eletromagnético



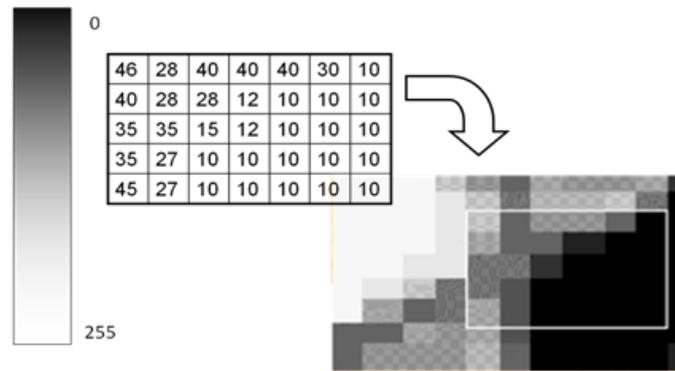
**Figura 12.** Esquema bandas de uma imagem digital

Cada sensor tem um número específico de bandas que estão em diferentes faixas de comprimentos de onda. A figura 13 mostra o número e a localização espectral de cada uma das bandas dos sistemas Landsat 7 ETM + e Landsat 8 OLI-TIRS.



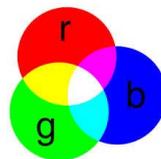
**Figura 13.** Número e distribuição das bandas do sistema Landsat 7 ETM + e Landsat 8 OLI-TIRS

Os bits de uma imagem fornecem a capacidade de discriminar entre diferentes magnitudes de intensidade da energia incidente no sensor. Os pixels de cada uma das bandas são atribuídos a um byte (8 bits) que corresponde a 256 valores possíveis ou ND. Para visualizar cada uma das bandas de forma separada, uma paleta cinza é aplicada de tal forma que o valor mínimo (0) seja atribuído à cor preta; ao valor máximo (255) da imagem a cor branca e ao resto de valores intermediários as correspondentes cores cinzentas (Figura 14).



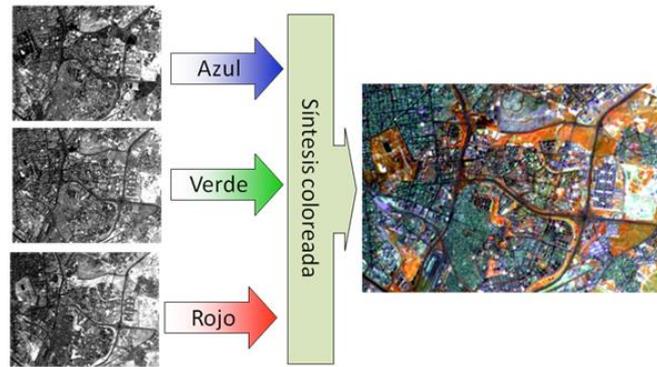
**Figura 14.** Processo de visualização de uma banda

Quando se deseja destacar as diferenças entre o ND próximo, aplica-se a cor a uma imagem monobanda (imagem colorida). As composições a cores são utilizadas para composições de bandas ou para imagens classificadas em que diferem qualitativamente umas das outras. Mas o mais comum é visualizar uma imagem multibanda composta de três bandas usando o sistema de composição RGB (Red-Green-Blue, cores aditivas primárias) que combinam luzes coloridas com determinados comprimentos de onda: Vermelho (R - Red), Verde (G - Green) e Azul (B - Blue), para obtenha todas as outras cores.



Sistema de composição de cores RGB (ver Figura 15)

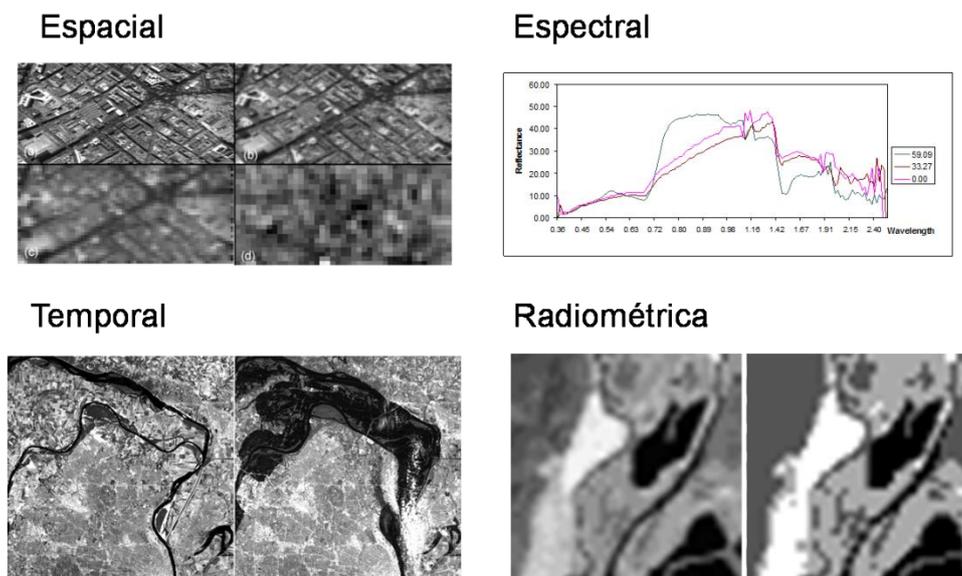
Com este sistema de visualização, atribuímos cada uma das três bandas selecionadas de uma imagem de satélite a cada uma das combinações de luz (RGB). Com este sistema, se por exemplo um pixel apresenta uma cor azul intenso, é necessário interpretar que o valor do pixel da banda que foi escolhido para visualizá-lo na faixa azul é muito alto, enquanto no resto das bandas seu valor é muito baixo ou perto de zero. Se, por exemplo, outro pixel tiver uma cor próxima ao branco, isso significa que o ND em todas as três bandas é muito alto.



**Figura 15.** Composição de cor

### Conceito de resolução em detecção remota

A detecção remota funciona com quatro tipos de resolução que são igualmente importantes ao determinar o tipo de imagem que melhor se adapta aos objetivos e à metodologia de um trabalho: a **resolução espacial** ou o **tamanho do pixel** que se refere à unidade de superfície real a partir da qual a informação está sendo tomada; a **resolução temporal** ou o tempo que o satélite leva para tirar duas imagens do mesmo local; a **resolução espectral** que se refere à capacidade de discriminar entre comprimentos de onda vizinhos no espectro, bem como o número de bandas disponíveis; e a **resolução radiométrica** ou o número de intervalos de intensidade que o sensor pode capturar (Figura 16).



**Figura 16.** Tipos de resolução em detecção remota

A tabela a seguir mostra as diferentes resoluções de alguns sensores.

**Tabela 1.** Resolução de alguns sensores

Sensor	Res. espacial	Tamaño de imagen	Res. temporal	Res. Radiométrica	Res. espectral
Meteosat	2500 m	Toda la esfera	0.5 horas	256 ND	1Vis 1Ir 1 It
NOAA AVHRR	1100 m	2700 x 2700 Km	12 horas	1024 ND	2Vis 1Ir 1It
Landsat TM	30 m	185x185 Km	16 dias	256 ND	3Vis 3Ir 1It
SPOT HRV	20 m	60x60 Km	20 dias	256 ND	2Vis 1Ir
SPOT Vegetation	1150 m	2200x200 Km	1 dia	1024 ND	2Vis 2Ir
MODIS	250 - 100 m	2330x2330 Km	1	1024 ND	36 bandas
IKONOS	4 m	100x100 Km	a petición	2048 ND	3Vis 1Ir

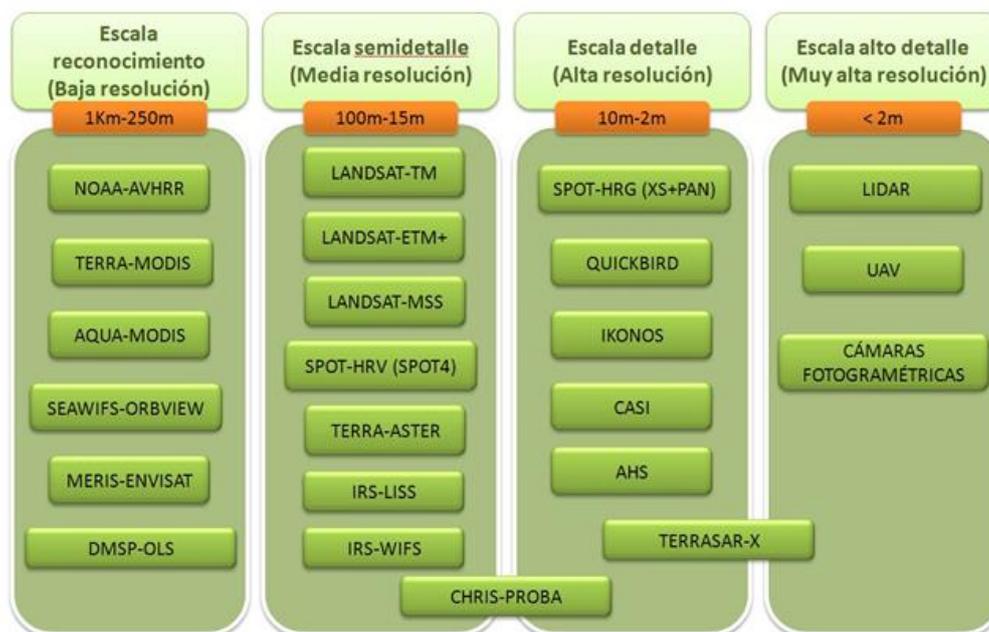
### Principais sensores ópticos e térmicos

Existe um número significativo de plataformas e programas onde estão incorporados os sensores de detecção remota que podem ser agrupados em diferentes categorias (para mais informações, consulte <http://www.pfcyl.es/documento/sat-lites-de-teledececi-n-para-la-gesti-n-del-territorio>):

- Satélites meteorológicos de alta resolução temporal e baixa resolução espacial.
- Satélites de observação da Terra com diferentes configurações de resolução.
- Satélites de alta resolução com resolução muito alta.
- Satélites hiperespectrais caracterizados pelo seu alto número de bandas espectrais.
- Satélites de radar com sensores activos que funcionam na região de microondas.

Dentre todos estes sistemas, destaca-se a série Landsat da NASA (<http://landsat.gsfc.nasa.gov/>), que data desde a década de 1970 e é dedicada ao estudo de recursos naturais. O Landsat 7 e o Landsat 8 estão actualmente operacionais e suas imagens podem ser baixadas gratuitamente de diferentes sistemas (<http://landsat.usgs.gov/>). Eles têm uma resolução temporal de 16 dias e na maioria de suas bandas uma resolução espacial de 30 metros.

Por outro lado, o sistema SPOT lançado na década de 70 pelo *Centre national d'études spatiales* actualmente possui SPOT 6 e 7 com intervalos de resolução de 20 a 2,5 m. Suas imagens não são gratuitas. Na figura 17, estão os demais sistemas organizados em função da resolução espacial de cada um.



**Figura 17.** Grupos de sensores com resolução espacial semelhante

Exercício IX: Busca, selecção e descarga de imagens de satélite gratuitas: landsat, sentinel, aster, modis

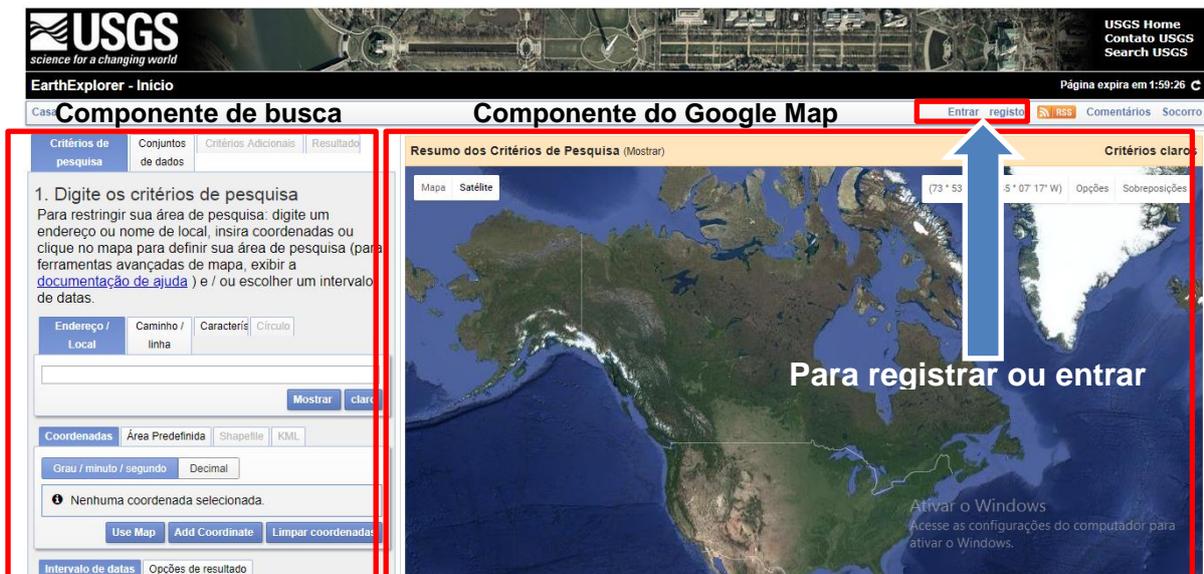
### 9.1 Introdução ao EarthExplorer e sua interface

A ferramenta *EarthExplorer* (<http://earthexplorer.usgs.gov>) oferece pesquisas on-line, interface de exploração, exportação de metadados e a possibilidade de baixar dados do ramo de ciências da terra dos arquivos do Serviço Geológico dos Estados Unidos - US Geological Survey (USGS): imagens de satélite do programa americano (Landsat, MODIS, ASTER, etc.), fotografias aéreas, dados LIDAR, SENTINEL-2 do programa europeu, etc. O *EarthExplorer* fornece uma interface de usuário aprimorada usando bibliotecas *JavaScript*, o Processador de Hipertexto (PHP) e o mecanismo espacial avançado *Oracle*.

Neste exercício, orientamos como pesquisar e baixar diferentes tipos de imagens de satélite: Landsat, MODIS, para uma área específica.

### 9.2 Interface do usuário

A interface de usuário do *EarthExplorer* (Figura 18) fornece a capacidade global de interação dos usuários com os componentes e serviços do *EarthExplorer*. A estrutura do servidor inclui os principais recursos de exploração da Terra e consiste nas funções de pesquisa de dados e componentes do Google Map.



**Figura 18.** Interface do *EarthExplorer*

- O componente de pesquisa de dados do *EarthExplorer* está na extremidade superior esquerda. Os componentes da pesquisa de dados são divididos em 4 guias: 1) critérios de pesquisa; 2) seleção do conjunto de dados consultados; 3) critérios adicionais; 4) e finalmente exibir os resultados em uma janela como uma tabela.
- O componente Google Map está localizado na extremidade direita do elemento do corpo do *EarthExplorer*. A interface da ferramenta Google Map é incorporada ao cliente *EarthExplorer*. O Google map é uma ferramenta útil para definir uma área de pesquisa e verificar se os resultados estão na área de interesse.

### 9.3 Registro do usuário

Para poder acessar as imagens e, em seguida, proceder a sua descarga, é necessário registrar e, em seguida, fazer o login (entrar) com um nome de usuário e senha através de um breve questionário.

1. Vá para Register (extremidade superior direita) e siga os passos indicados;
2. Você receberá um email de confirmação com um link de confirmação;
3. Depois de cadastrado, você deve entrar para poder acessar a aba de descarga (download) de imagens.

## 9.4 Realização da pesquisa

A ferramenta oferece diferentes possibilidades para seleccionar a área de interesse onde realizamos a busca de imagens e dados.

- Pode-se inserir um endereço ou nome de local (>>**Address/Place**) tal como se trabalha no Google Maps. O sistema corresponderá com seus critérios de busca; nesta opção deve-se seleccionar a localização e concentrar-se nesta Localização no mapa.
- Se se conhece o número da órbita e da cena (>>**Path/Row**) do satélite correspondente à área de interesse, eles também podem ser inseridos directamente.
- A maneira mais fácil é simplesmente clicar no mapa e o ponto indicador aparecerá de imediato (>>**Coordinates**). No lado esquerdo, as coordenadas do ponto digitado aparecerão. Se se adiciona mais alguns pontos, pode-se definir uma área por meio de um quadrado ou polígono. Da mesma forma, as coordenadas de cada ponto seleccionado serão listadas por ordem de inserção, com a possibilidade de editar suas coordenadas e até mesmo eliminá-las.
- Outra opção é usar uma cobertura de vetor no formato .shp (>> **Shapefile**) ou um arquivo KML com os limites geográficos da área de interesse.
- Pode-se cobrir a área de interesse no navegador, usando a opção >> **Use Map**, o sistema obtém as quatro coordenadas da extensão do mapa que também podem ser usadas como uma região de interesse para a pesquisa.
- Finalmente, pode-se seleccionar um intervalo de datas (>>**Data Range**) e o período para filtrar a pesquisa de imagens.

As pesquisas com os critérios seleccionados (Figura 19) podem ser salvas no perfil de cada usuário e ser reutilizadas usando a opção >> Salvar criterios ou **Save Criteria**. Uma vez que salva a pesquisa, o usuario pode acessá-la na opção >> **Load Favorite**.

1. Procure por Humabo na pesquisa de nomes de lugares (>> **Endereço / Local** ou **Address/Place**);
2. Selecciona uma área utilizando a ferramenta >> **Coordenadas** ou **Coordinates** que inclui a cidade do Huambo e a sua vizinhança;

3. Clique em >> **Conjuntos de Dados** ou **Data Sets** (Menu abaixo).

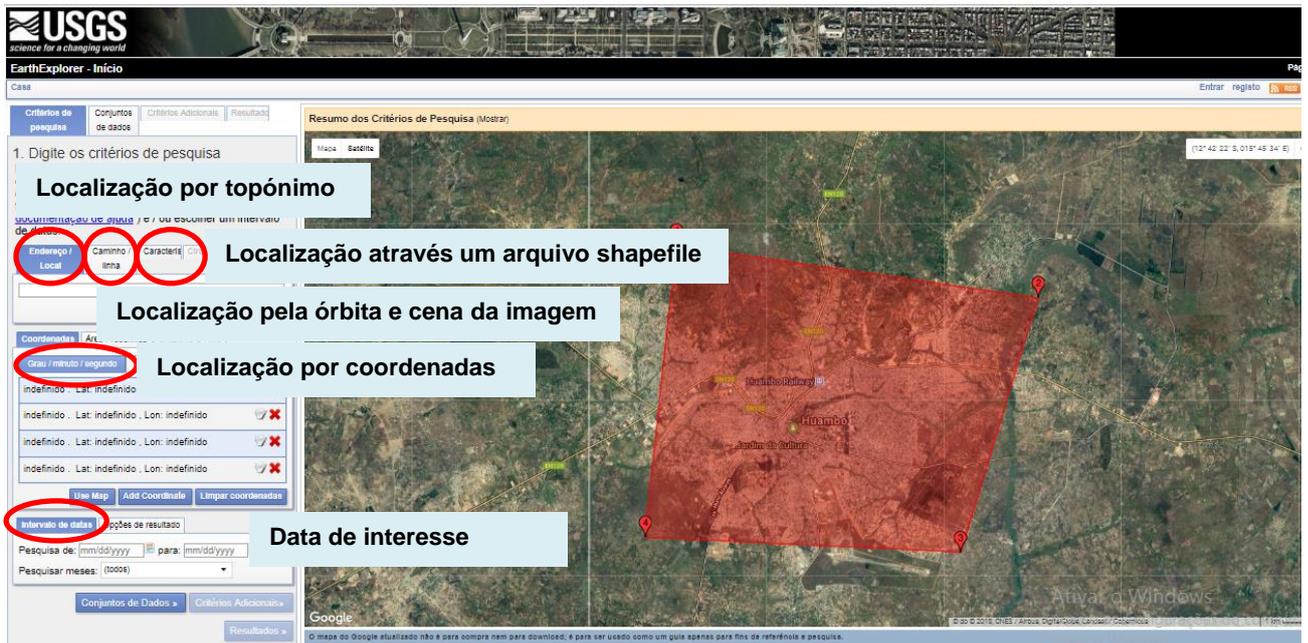


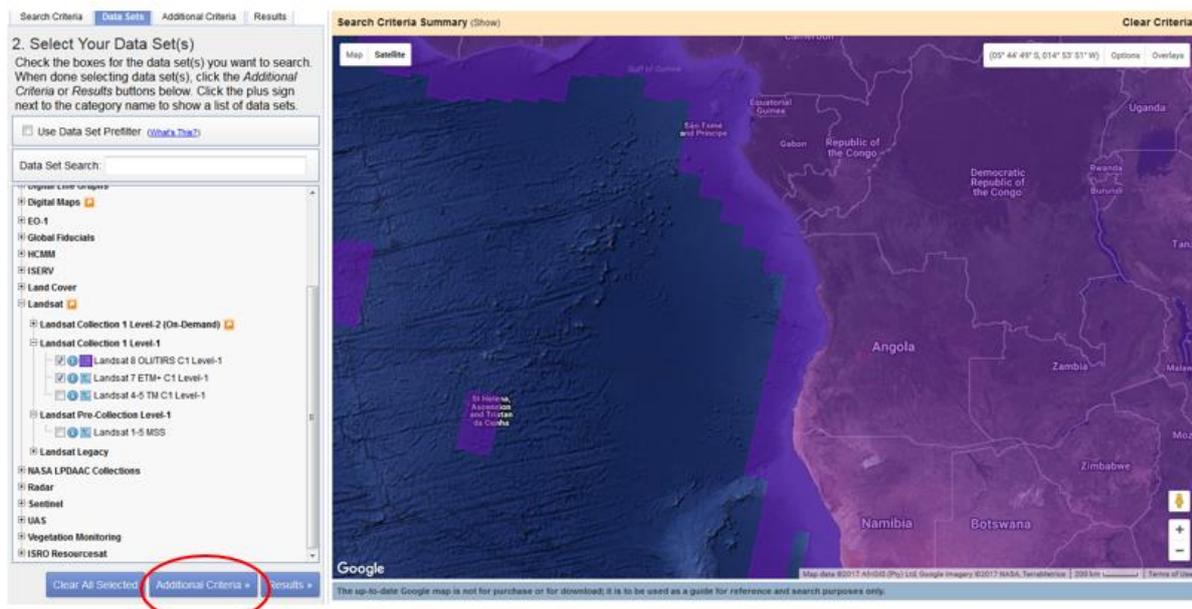
Figura 19. Pesquisas no *EarthExplorer* com os critérios selecionados

## 9.5 Seleção de dados e critérios adicionais

Na aba >> **Data Sets** acessamos as coleções das diferentes imagens de satélite, dados e produtos disponíveis a partir desta aplicação. O resultado da pesquisa incluirá somente os produtos marcados nas caixas de seleção.

O usuário pode verificar as características de cada produto com o ícone ⓘ situado à esquerda e sua cobertura global com o ícone 🌐.

1. Prima ambos os ícones no produto Landsat 8 OLI / TIRS C1 (localizado no Landsat Collection 1 Nível 1) e verifique se existe cobertura na área de estudo (Figura 20).



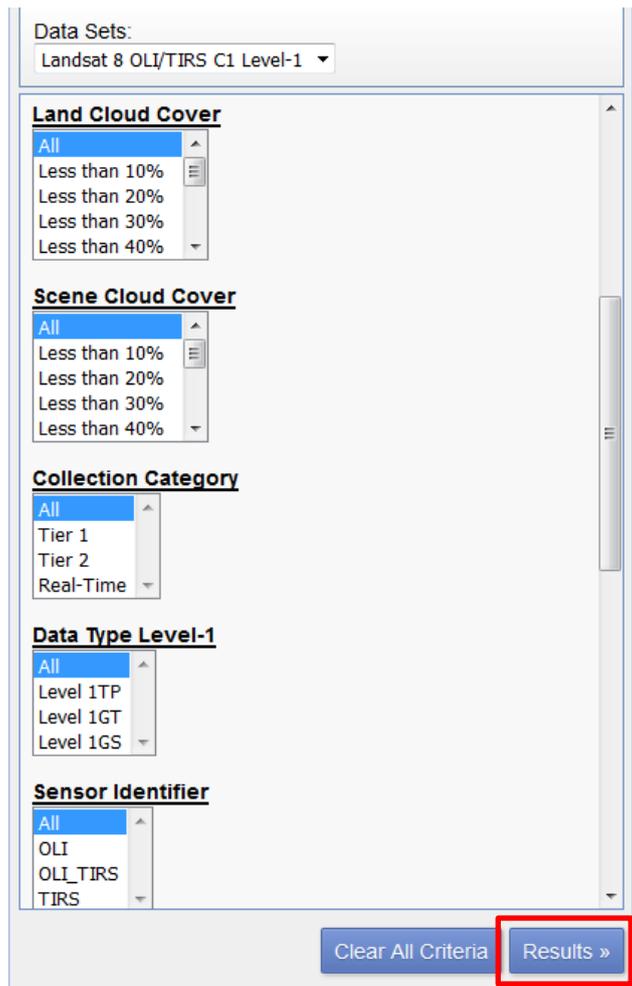
**Figura 20.** Ícone de verificação de cobertura da área de interesse

Seguidamente, podem ser estabelecidos critérios adicionais para cada um dos produtos seleccionados, de modo a garantir a qualidade mínima nas imagens de interesse. Os critérios adicionais disponíveis são diferentes para cada tipo de sensor.

De especial interesse é a possibilidade de seleccionar e/ ou captar em função de:

- 1) Tipo de sensor (**Sensor ID**) captada pela imagem;
- 2) Seleccionar o nível de processamento de imagem (**Data Type Level 1**);
- 3) Cobertura máxima de nuvens (**Cloud Cover**);
- 4) As condições do tempo atmosférico durante a aquisição de imagens diurnas ou noturnas (**Day/Night Indicator**);
- 5) As condições de observação no nadir ou fora do nadir (**Nadir/Off Nadir** – orientação perpendicular à superfície).

Quando se tem certeza dos critérios de pesquisa dos produtos de interesse, basta clicar na guia de resultados (**Results**) e, após alguns segundos, será exibida uma lista de produtos disponíveis (Figura 21).

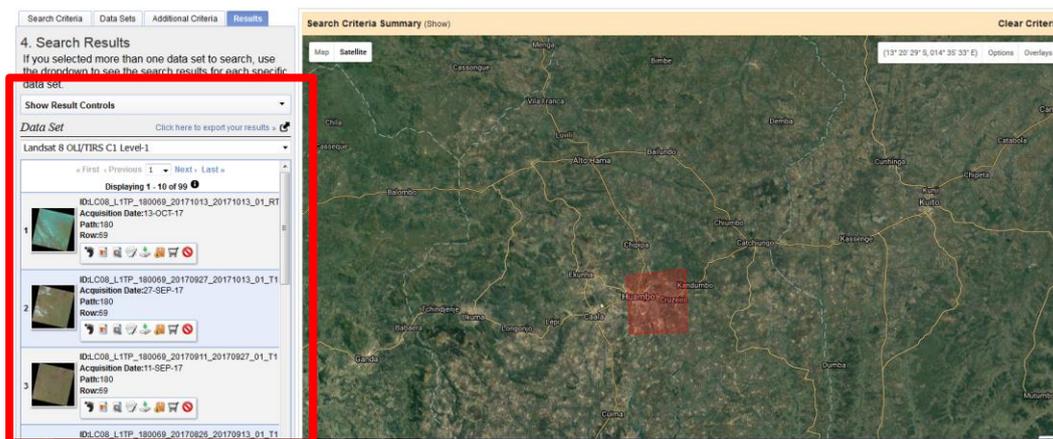


**Figura 21.** Ícone de verificação de resultados

Por exemplo, é possível usar a cobertura de nuvem como um critério de selecção e evitar imagens com alta cobertura de nuvens (Land Cloud Cover).

## 9.6 Resultados

Depois que o aplicativo fizer a pesquisa, serão listadas as imagens dos produtos disponíveis (Figura 22).



**Figura 22.** Lista de produtos disponíveis

No topo dos resultados, o aplicativo dá a opção de mostrar alterações dos resultados (**Show Result Controls / Hide Result Controls**). Se se activa a caixa de selecção, obtém-se as seguintes possibilidades:

- Mostrar os limites de todas as cenas (**Show All Footprints From Current Page**) 📏
- Mostrar uma captura de tela das cenas (**Show All Browse From Current Page**) 🖼️ .
- Adicionar todos os resultados das cenas ao programa Bulk que é um gestor de downloads massivo que será descrito mais adiante (**Add All Results From Current Page to Bulk Download**) 📦 .
- Adicionar todos os resultados das cenas à ordem de download (**Add All Results From Current Page to Order**) ⬇️ .

Se o usuário olhar para o fundo, onde estão listados as imagens disponíveis, que dá a opção de baixar resultados de metadados em diferentes formatos (**Click here to export your results**): KMZ, texto delimitado por vírgulas, FGDC, CSV, ou Arquivo vectorial Shapefile.

Na lista de imagens disponíveis por sensor, o número total de resultados obtidos é indicado e cada imagem é exibida em uma ficha (informativa) com suas informações relevantes (Figura 23).



**Figura 23.** Ficha informativa

À esquerda, há uma miniatura da imagem que, se seleccionada, pode ser ampliada para um tamanho maior. Isso é chamado de "Looks" e são JPEG de resolução total para verificar rapidamente a qualidade da imagem. No caso das imagens Landsat, pode-se visualizar uma composição em cor natural, a banda térmica e outra imagem com a banda de qualidade de dados. Nesta mesma opção pode-se acessar os atributos da imagem (**Data Set Attribute**).

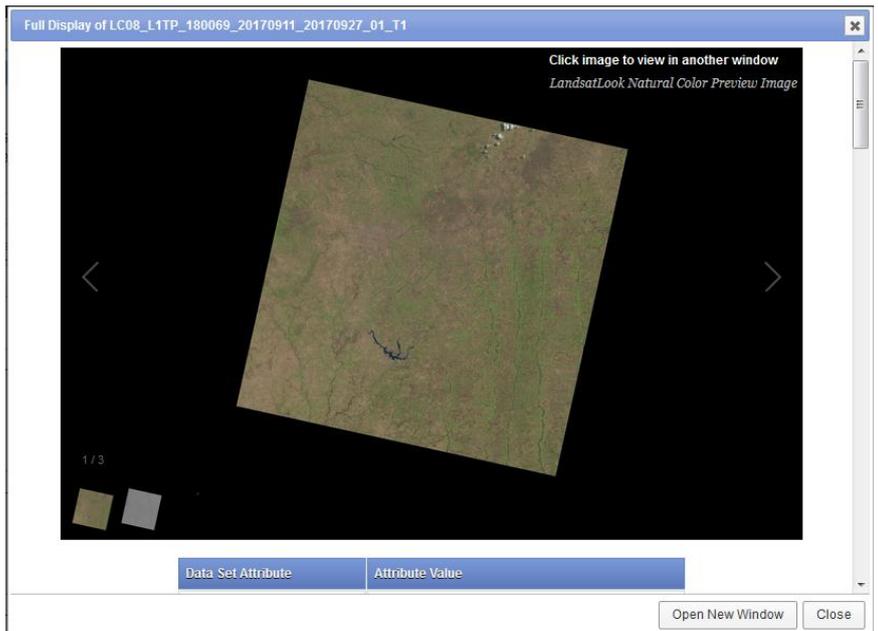
1. Selecione algumas das imagens que aparecem, verifique as opções de download, visualize a imagem (3 tipos) e seus atributos.

À direita de cada imagem, os detalhes de identificação da cena são mostrados com os seguintes dados:

ID:LC08\_L1TP\_180069\_20170911\_20170927\_01\_T1

Acquisition Date:11-SEP-17  
 Path:180  
 Row:69

Abaixo dos dados de identificação da imagem, os ícones de acesso às opções em cada uma das cenas são mostrados:

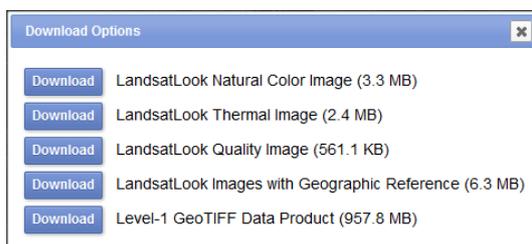


➤ Mostrar os limites das cenas no mapa .

➤ Mostrar uma captura de ecrã da cena no mapa .

➤ Exibir uma imagem grande e seus atributos .

➤ Opções de download  com as quais pode-se baixar diferentes bandas da imagen e da imagen completa (um ficheiro com todas as bandas), calibrada com o nível 1 de processamento com correções e georreferenciada em um ficheiro de 16 bits, GeoTIFF.



Data Set Attribute	Attribute Value
<a href="#">Landsat Product Identifier</a>	LC08_L1TP_180069_20170911_20170927_01_T1
<a href="#">Landsat Scene Identifier</a>	LC81800692017254LGN00
<a href="#">Acquisition Date</a>	2017/09/11
<a href="#">Collection Category</a>	T1
<a href="#">Collection Number</a>	1
<a href="#">WRS Path</a>	180
<a href="#">WRS Row</a>	069
<a href="#">Target WRS Path</a>	180
<a href="#">Target WRS Row</a>	069
<a href="#">Nadir/Off Nadir</a>	NADIR
<a href="#">Roll Angle</a>	-.001
<a href="#">Date L-1 Generated</a>	2017/09/27
<a href="#">Start Time</a>	2017:254:09:00:22.9850630
<a href="#">Stop Time</a>	2017:254:09:00:54.7550610
<a href="#">Station Identifier</a>	LGN
<a href="#">Day/Night Indicator</a>	DAY
<a href="#">Land Cloud Cover</a>	.09

➤ Adicione a imagem ao download com o programa Bulk download .

➤ Adicionar todos os resultados das imagens à ordem de download .

## 9.7 Pedido e downloads de produtos

Como foi visto anteriormente, o download das imagens pode ser feito por orden  ou usando o programa **Bulk download**  (para download em massa). Para garantir a escolha correcta das cenas / imagens, deve-se acessar a visão de produtos do pedido (**View Item Basket**).

No usuário, ve-se os produtos seleccionados (**Item Basket**) e na página os detalhes de cada imagem e o método de download seleccionado (**Order o Bulk Download**).

Neste ponto, o usuário pode modificar as opções para todas as imagens solicitada.

1. Na imagem seleccionada, vá para Bulk Download, verifique as informações em Order, seleccione o tipo de imagem que deseja baixar, neste caso baixe a imagem completa – Level 1 GEOTIFF Data Product (é uma imagen muito pesada – 1 GB).
2. Depois que a imagem for confirmada, envie a solicitação do pedido **Proceed to Checkout** e posteriormente mediante **Submit Order** (Figura 24).

Em seguida, ele é recebido em um curto espaço de tempo (às vezes leva um pouco mais dependendo do número e tipo de produtos solicitados), e será enviado e-mail durante o processo de registro, indicando o número do pedido para acessar para o processo de download.

O processo de download pode ser longo, porque as imagens completas são muito pesadas.

## Order

Note: Data sets may contain items with multiple product options. Expand a data set to view your list of ordered scenes including metadata and product options.

▲ Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 (1)  
🗑 Remove All Scenes 🗑 Modify Options For All Scenes

LC08\_L1TP\_180069\_20171013\_20171013\_01\_RT

ID: LC08\_L1TP\_180069\_20171013\_20171013\_01\_RT  
Acquisition Date: 13-OCT-17  
Path: 180  
Row: 69

Product: L8 OLI/TIRS L1 WMS ON-DEMAND ▾  
Options: None  
Output Media: DWNLD

## Bulk Download

Note: Data sets may contain items with multiple product options. Expand a data set to view your list of ordered scenes including metadata and product options.

▲ Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 (1)  
🗑 Remove All Scenes 🗑 Modify Options For All Scenes

LC08\_L1TP\_180069\_20171013\_20171013\_01\_RT

ID: LC08\_L1TP\_180069\_20171013\_20171013\_01\_RT  
Acquisition Date: 13-OCT-17  
Path: 180  
Row: 69

Products:  
LandsatLook Natural Color Image (3.3 MB)  
LandsatLook Thermal Image (2.4 MB)  
LandsatLook Quality Image (561.1 KB)  
LandsatLook Images with Geographic Reference (6.3 MB)  
Level-1 GeoTIFF Data Product (957.8 MB)

Save Changes

Proceed To Checkout »

## Order

Data Set  
Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1

## Bulk Download

Note: File sizes are approximate. Final file size may vary slightly.

Data Set  
Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1

Return To Item Basket

Submit Order

## Order #0101710196592

Note: This order summary page will expire at 7:22 AM CDT. Once expired, it will no longer be available for viewing. An email has been sent to your contact email address containing a copy of this summary.

Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1				
Entity ID	Product Description	Processing Parameters	Options	Output Media
LC08_L1TP_180069_20171013_20171013_01_RT	L8 OLI/TIRS L1 WMS ON-DEMAND	None	None	DWNLD

## Bulk Download

Your Bulk Download order number 839522 has been received. A notification has also been sent to the email provided in your ERS profile. To begin the download process, the Bulk Download Application (BDA) is required. First time users: please download, install and open the BDA. Returning users: please open the BDA installed on your system. You will be required to login using the EarthExplorer username and password used to complete your download request. Information and installation links can also be found at <https://earthexplorer.usgs.gov/bulk>

If your order is Available, highlight the order number and click Select Order. On the next page, navigate to the download destination, make changes as you see fit for your system, highlight the first item in the list, and click Begin Download. When all items are downloaded you can select another order or close the window. The system will also keep track of failed downloads and retry them.

Bulk download orders are available for two weeks, after which they are removed. You will need to place a new order to obtain data products if you do not download them from original order.

Data Set	Scenes	File Size
Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1	1	957.8 MB
	<b>Total:</b>	<b>1</b> <b>957.8 MB</b>

Return To EarthExplorer

Figura 24. Ilustração dos botões *Proceed*, *Checkout* e *Submit Order*

No caso de usar o **aplicativo Bulk Download** (Figura 25), o usuário deve primeiro baixar e instalar o programa de acordo com as instruções fornecidas pelo USGG na mesma notificação. Para fazer isso, clique no link fornecido no e-mail e na janela aberta e siga as instruções de instalação.



## Bulk Download Application 1.3.6

1.93 MB

The Bulk Download Application is an easy-to-use tool for downloading large quantities of satellite imagery and geospatial data.

Once scenes are added to a Bulk Order via Earth Explorer, the Bulk Download Application can be used to automatically retrieve them with little to no user interaction. The application will automatically iterate through the scene list and download each until all have been processed. It allows the user to re-arrange, pause, skip, and resume downloads at will.

To learn more about the application, [take the tour](#).

*Please note, you must install the application to a directory for which you have read/write permissions.*

↓ Download For Windows 32-Bit

[Do you have a different operating system?](#)

**Figura 25.** Ilustração do aplicativo Bulk Download

- Uma vez que o arquivo tenha sido baixado (formato .tar.gz), o usuário deverá descompactá-lo para seu uso. **ATENÇÃO:** O arquivo tem a extensão tar.gz, que é um tipo de arquivo que foi compactado duas vezes em vez de apenas uma. O usuário terá que descomprimir seu conteúdo duas vezes para ver as imagens. Para isso, o usuário poderá usar qualquer ferramenta de descompactação (WINZIP, WINRAR, etc).

### 9.8 Visualização de imagem através do servidor WMS (Web Map Service)

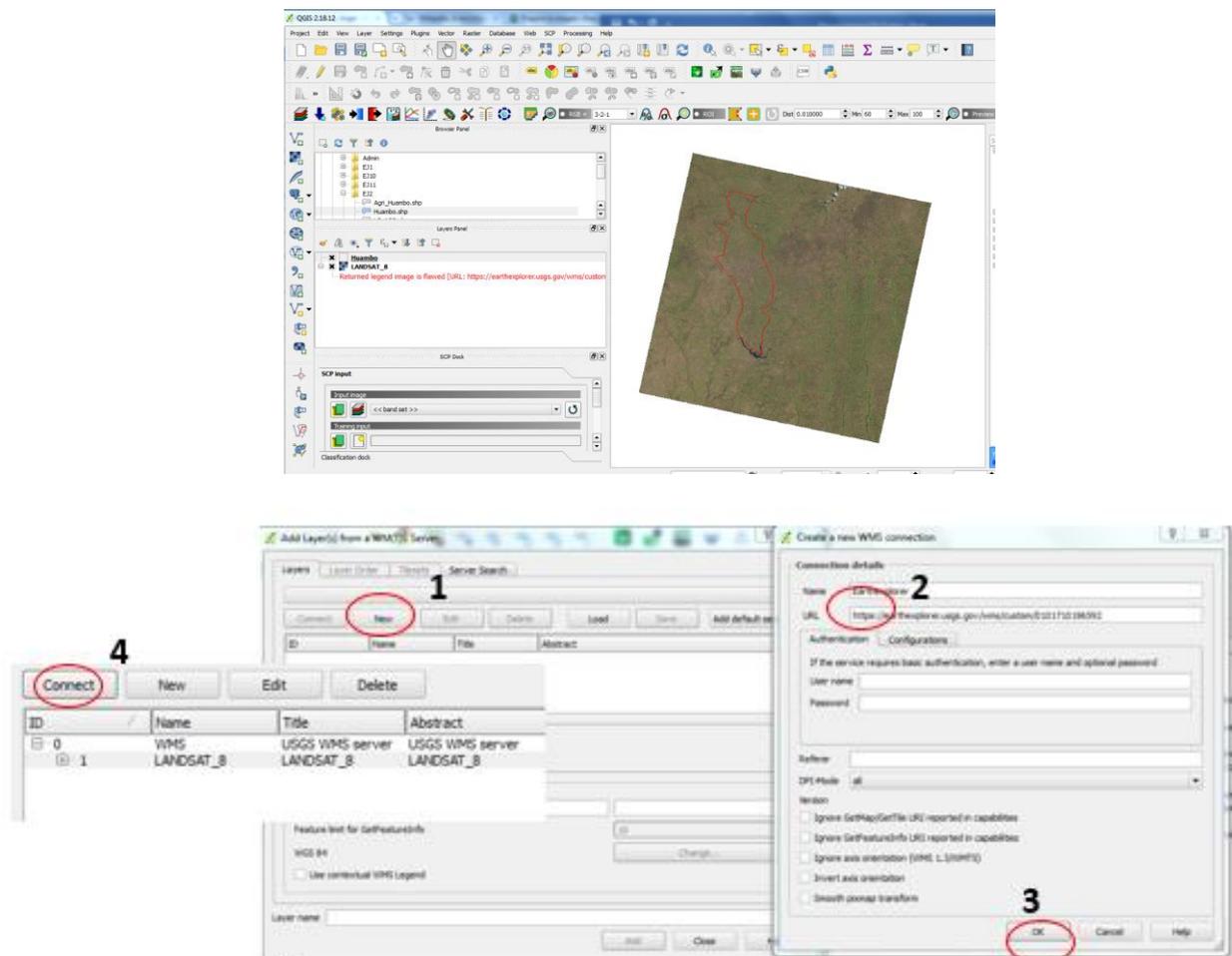
Além de baixar a imagem de forma convencional, é possível acessar a imagem através de um link WMS (Web Map Service) disponível temporariamente. Um serviço de mapeamento da web (WMS) é um serviço hospedado em um servidor remoto. Semelhante a um site, você pode acessá-lo sempre que tiver uma conexão com o servidor.

Este link permite que o usuário acesse a imagem. O servidor USGS WMS fornece acesso a uma imagem dos dados para aplicativos básicos de mapeamento e visualização de dados, mas não fornece acesso aos arquivos de dados reais. O usuário pode retornar ao EarthExplorer ou GloVis para baixar produtos de dados para uma análise mais complexa.

Observe que o link do WMS estará disponível apenas por **duas semanas**.

- Para poder visualizar a imagem a partir do link WMS, o usuário deve fazê-lo em um SIG. Para fazer isso, pode-se abrir com o QGIS.

5. No QGIS, vá para o menu superior >> *Layer* >> *Add Layer* >> *Add WMS/WMTS layer*
6. Pressione em >> *New* para criar una nueva conexión
7. Copie o URL fornecido no email e cole-o na nova janela exibida. Você pode digitar um nome (Name).
8. Pressione >> *OK* e depois na tela original, pressione >> *Connect*, para conectar-se ao servidor.
9. Seleccione a imagem desejada (neste caso, apenas LANSAT\_8 está disponível) e pressione >> *Add*.
10. Se o usuário abrir as propriedades da imagem (Raster), poderá modificar o estilo de visualização e seu CRS, mas lembre-se de que não poderá executar quase nenhum tipo de análise de imagem raster típica, além da visualização (Figura 26).

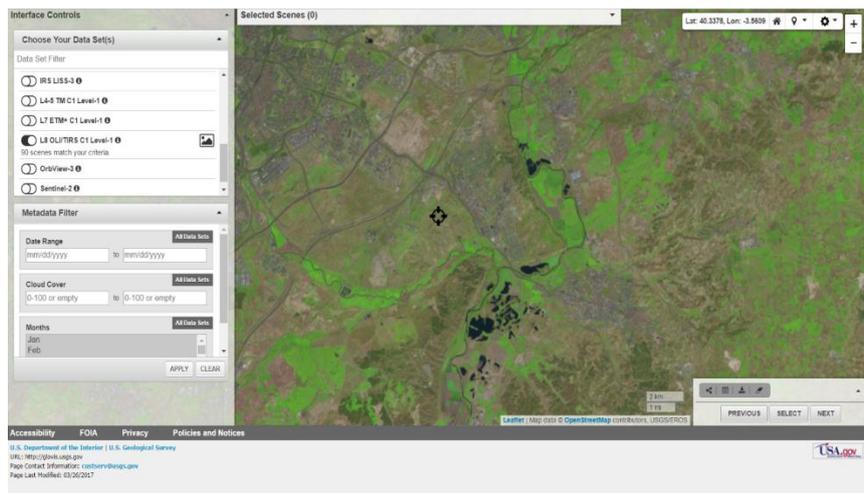


**Figura 26.** Visualização de uma imagem no QGIS e suas propriedades

## 9.9 Outros portais de download de imagens de satélite

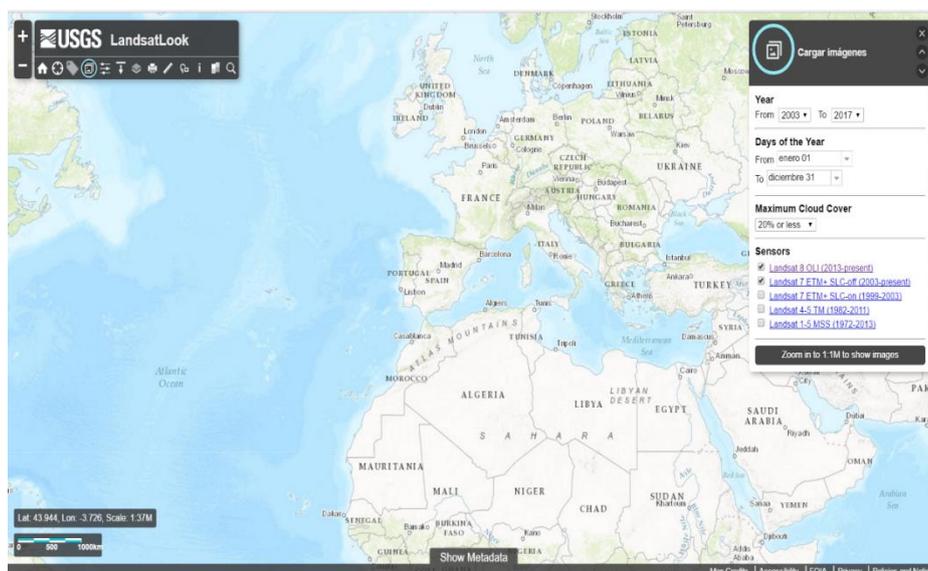
Os outros portais para baixar imagens de satélite são:

- Glovis (Next). <http://glovis.usgs.gov/next/>. um visualizador baseado na pesquisa de dados Landsat do Serviço Geológico dos EUA (USGS). Ver Figura 27.



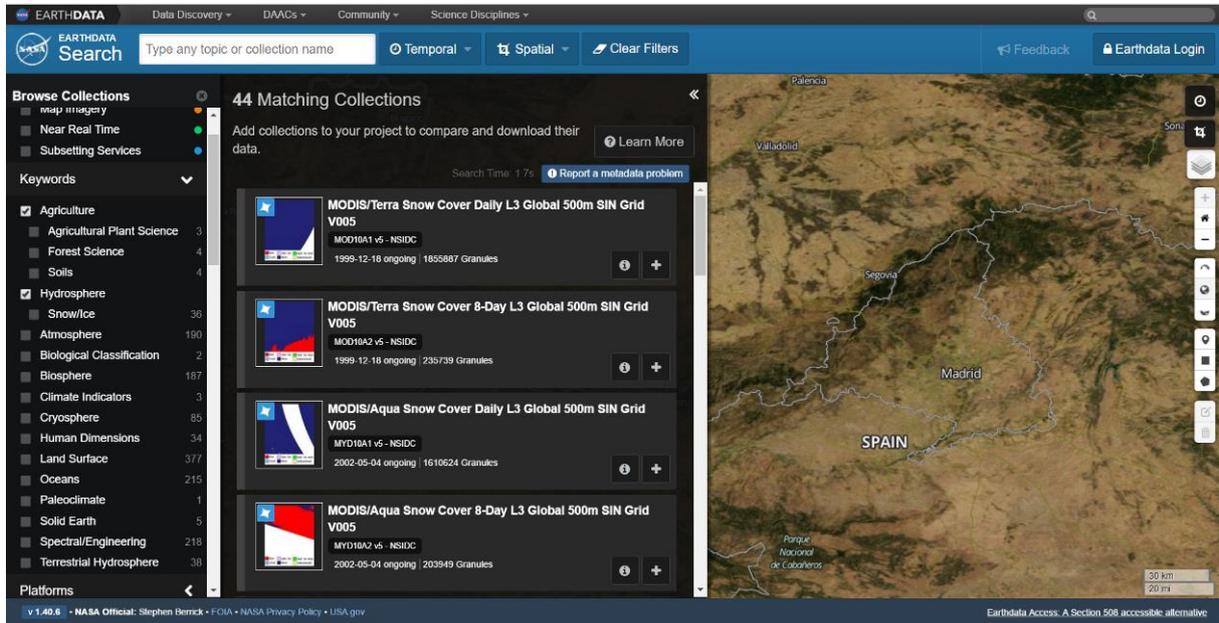
**Figura 27.** Interface do portal de dados Glovis

- Landsat Look. <https://landsatlook.usgs.gov/viewer.html>. permite a visualização rápida e acesso aos arquivos Landsat do USGS (Figura 28).



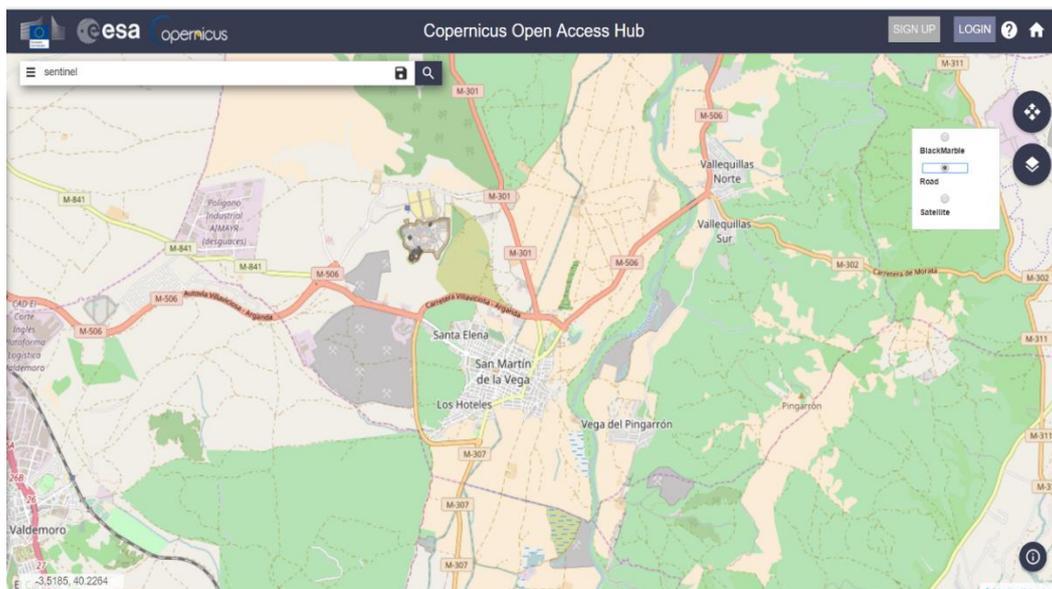
**Figura 28.** Interface do portal de dados Landsat Look

- Earth data (NASA). [https:// earthdata.nasa.gov/](https://earthdata.nasa.gov/). portal de busca e download de imagens e produtos da NASA (Agência Espacial do Governo Federal dos EUA). Ver Figura 29.



**Figura 29.** Interface do portal de dados Earth data da NASA

- Copernicus Open Access Hub (ESA). <https://scihub.copernicus.eu/>. portal de busca e download das imagens e produtos da ESA. Ver Figura 30.



**Figura 30.** Interface do portal de dados Copernicus Open Access Hub

## 9.9 Exercício a ser realizado

Realizar a aquisição / descarga de algumas imagens da série Landsat8 OLI/TIRS disponíveis, e o produto MODIS (MOD13Q1) da periferia do Huambo 2017. Os critérios de selecção utilizados são: imagens diurnas, captadas no nadir e com uma cobertura de nuvens inferior a 10%.

Em caso de trabalho em grupo, concordar com seus colegas, de modo evitar a descarga de mesma imagem de satélite.

### Exercício X: Visualização e interpretação de imagens de satélite com a ferramenta de Classificação Semi Automática (SCP) do QGIS

Como foi visto anteriormente, a aquisição de imagens pode proceder-se pelo EarthExplorer Landsat8 (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

O arquivo baixado será do tipo LC82010322014137LGN00.tar.gz. Como o arquivo é comprimido, será necessário usar um programa para descompactar todos os arquivos (WinZip, Winrar, etc.). Uma série de arquivos GeoTIFF será extraída:

LC82010322014137LGN00\_B1.TIF,  
LC82010322014137LGN00\_B2.TIF,  
LC82010322014137LGN00\_B3.TIF,  
LC82010322014137LGN00\_B4.TIF,  
LC82010322014137LGN00\_B5.TIF,  
LC82010322014137LGN00\_B6.TIF,  
LC82010322014137LGN00\_B7.TIF,  
LC82010322014137LGN00\_B8.TIF,  
LC82010322014137LGN00\_B9.TIF,  
LC82010322014137LGN00\_B10.TIF,  
LC82010322014137LGN00\_B11 .TIF,  
LC82010322014137LGN00\_BQA.TIF.

Banda	Comprimento de Onda (nm)	Resolução Espacial (m)
<b>B1 – Costal aerossol</b>	430 – 450	30
<b>B2 – Azul*</b>	450 – 510	30
<b>B3 – Verde*</b>	530 – 590	30
<b>B4 – Vermelho*</b>	640 – 670	30
<b>B5 – Infravermelho próximo*</b>	850 – 880	30
<b>B6 – SWIR 1*</b>	1570 – 1650	30
<b>B7 – SWIR 2*</b>	2110 – 2290	30
<b>B8 – Pancromática</b>	500 – 680	15
<b>B9 – Cirrus</b>	1360 – 1380	30

O sistema Landsat8 possui o sensor Operacional Imager Terra (OLI) e o sensor térmico infravermelho (TIRS). As imagens são compostas por nove bandas espectrais com resolução espacial de 30 metros das bandas 1 a 7 e 9. A nova banda 1 (ultra-azul) é útil para o estudo de zonas costeiras e de aerossóis. A nova banda 9 é útil para a detecção de nuvens cirros. A resolução da banda 8 (pancromática) é de 15 metros. As bandas térmicas 10 e 11 são úteis para fornecer temperaturas de

superfície mais precisas com uma resolução de 100 metros. O tamanho aproximado da cena é de 170 km de norte a sul por 183 km de leste a oeste.

### 10.1 Pré-processamento e correcção de imagens

Neste exercício, vai se processar uma das imagens do sensor Landsat 8 adquiridas no ano 2017, de modo a prepará-las para processamento adicional. Para isso, será usado a ferramenta de Classificação Semi Automática (*Semi-Automatic Classification Plugin*) do QGIS.

Neste e nos exercícios posteriores, far-se-á a instalação do plugin SCP - para mais informações consulte o Manual, disponível no material do curso - Materiais / Manuais).

A ferramenta SCP é um repositório de código aberto e acesso livre que permite a classificação semiautomática de imagens de detecção remota (também conhecida como classificação supervisionada). Ele também fornece outras ferramentas, como o download de imagens de satélite disponíveis gratuitamente, o pré-processamento e processamento de imagens, além da calculadora raster. O objectivo principal do SCP é fornecer um conjunto de ferramentas inter-relacionados para o processamento raster, a fim de fazer um fluxo de trabalho automatizado e facilitar a classificação de cobertura do solo, o que pode ser feito mesmo por pessoas cuja área principal é de detecção remota.

1. Abra QGIS, e crie um novo projeto (pré-processamento).

2. Carregue a camada vetorial “Huambo” (Materiales/EJ2).
3. Instale a ferramenta SCP / semi-automatic classification plugin no QGis.
- Lembre-se, para isso, o usuário
-  *Conjunto de bandas* (página 111);
  -  *Descarga de Imágenes* (página 51);
  -  *Herramientas* (página 66);
  -  *Preprocesamiento* (página 78);
  -  *Postprocesamiento* (página 93);
  -  *Calculadora de Bandas* (página 107);
  -  *Gráfico de Firmas Espectrales* (página 123);
  -  *Gráfico de Dispersión* (página 131);
  -  *En Lotes* (página 113);
  -  *Configuración* (página 117);
  -  *Manual del Usuario*: abre el manual del usuario en línea en un navegador web;
  -  *Online help*: open the Online help in a web browser; also, a Facebook group and a Google+ Community are available for sharing information and asking for help about SCP;
  -  *Mostrar complemento plugin*: Muestra todas las barras de herramientas y el pane, si están ocultas;

deve ir ao menu superior >> *Plugins* >> *Manage and Install Plugins* e procurar *Semi-Automatic Classification Plugin*. Finalmente presionar em *Install*.

4. Uma nova janela (entrada SCP) aparecerá no painel do navegador, bem como outra barra de ferramentas no menu superior.

Na imagem à direita, o usuário poderá ver algumas das opções e ferramentas do *plugin*.

5. Após a instalação do *plugin SCP*, é recomendável reiniciar o QGIS, de modo a garantir que ele funcione correctamente. Ao iniciar um novo projeto QGIS, pode-se clicar no botão  do menu SCP ou na barra de ferramentas e a ferramenta será exibida (visível em uma nova janela, no menu superior e na janela inferior esquerda)
6. Quando a ferramenta estiver aberta, o usuário deverá a aba de >> Pré-processamento de imagens Landsat. Deve indicar o directório (disco / memória onde vai guardar) da pasta que contém as imagens e o arquivo de metadados (**MTL**) que contém informações úteis para a conversão automática de bandas para temperaturas e refletância com correcção atmosférica DOS (*Dark Object Subtraction*).

Para poder encontrar o directório, o usuário deverá ter descompactado anteriormente o arquivo da imagem que baixada antes. **Lembre-se ainda que deverá descomprimir duas vezes.**

Quando este arquivo é carregado, todas as bandas com seus parâmetros são automaticamente listadas para conversão automática em refletâncias de superfície. Recomenda-se executar a correcção atmosférica para toda a imagem do Landsat (antes do processamento da imagem) para melhorar o cálculo dos parâmetros baseados na imagem.

7. Para iniciar o processo de conversão, pressione >> *Executar* . O sistema pedirá para seleccionar o directório onde forem guardadas as bandas convertidas. Para fazer isso, crie uma nova pasta dentro do EJ10 (pretat). Após a criação das imagens, elas serão carregadas directamente no projecto.

O processo pode levar tempo. Após o processamento da imagem, o usuário ouvirá um som indicando que o processo foi bem-sucedido. Ver Figura 31.

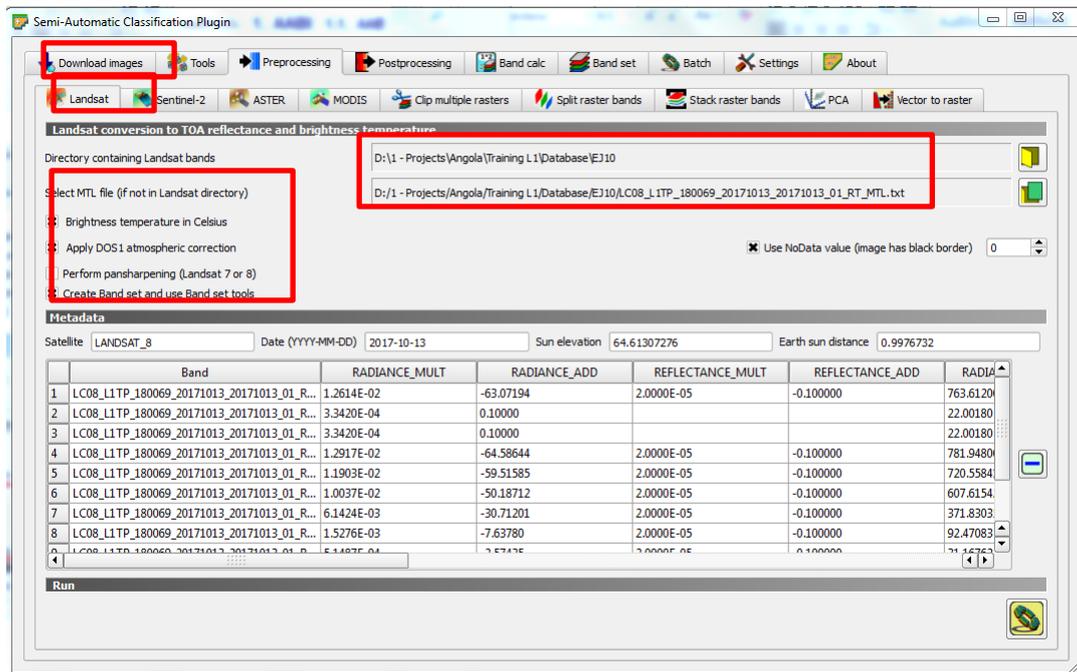


Figura 31. Processamento de imagem

- Para criar uma imagem multibanda, acesse a aba >> jogo de bandas do SCP (**band set**). As imagens na lista de bandas serão seleccionadas. Na caixa inferior, a configuração do comprimento de onda para o Landsat 8 OLI deve ser indicada para que a definição do conjunto de bandas apareça. O usuário deve executar a tarefa e as imagens criadas serão adicionadas ao projecto (criar uma pasta onde salvá-las, por exemplo Clip). Ver figura 32.

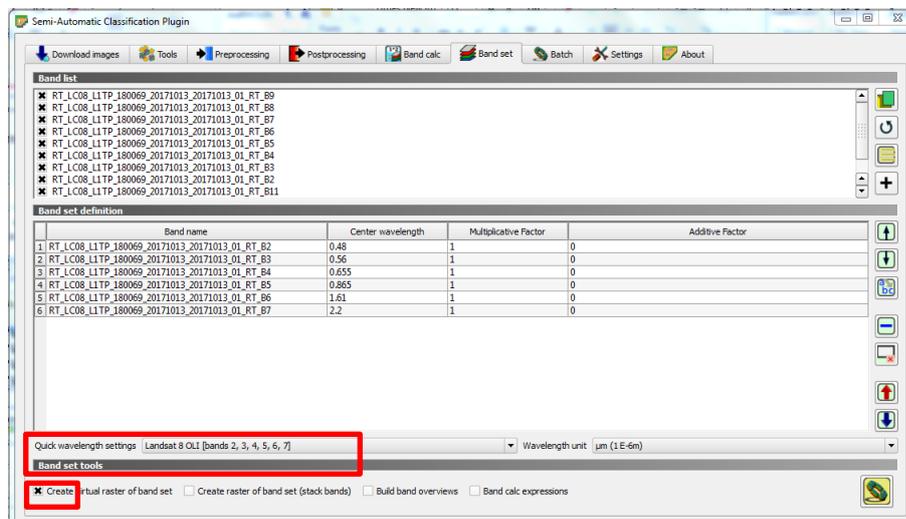
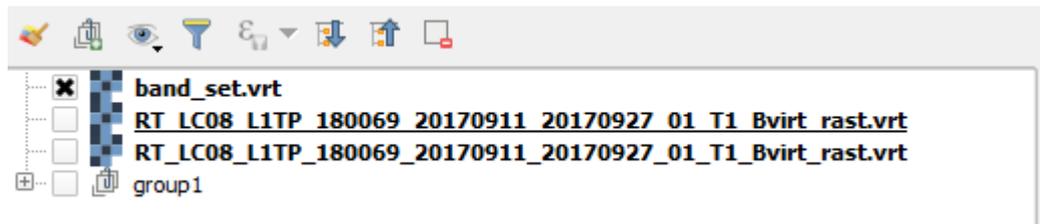


Figura 32. Processo de corte de uma imagem

9. Quando se trabalha com imagens de satélite, geralmente cria-se várias camadas Raster que impedem sua visualização no QGIS. Por isso, é aconselhável criar grupos no Layer Pannel, o que permitirá activar ou desativar as camadas.

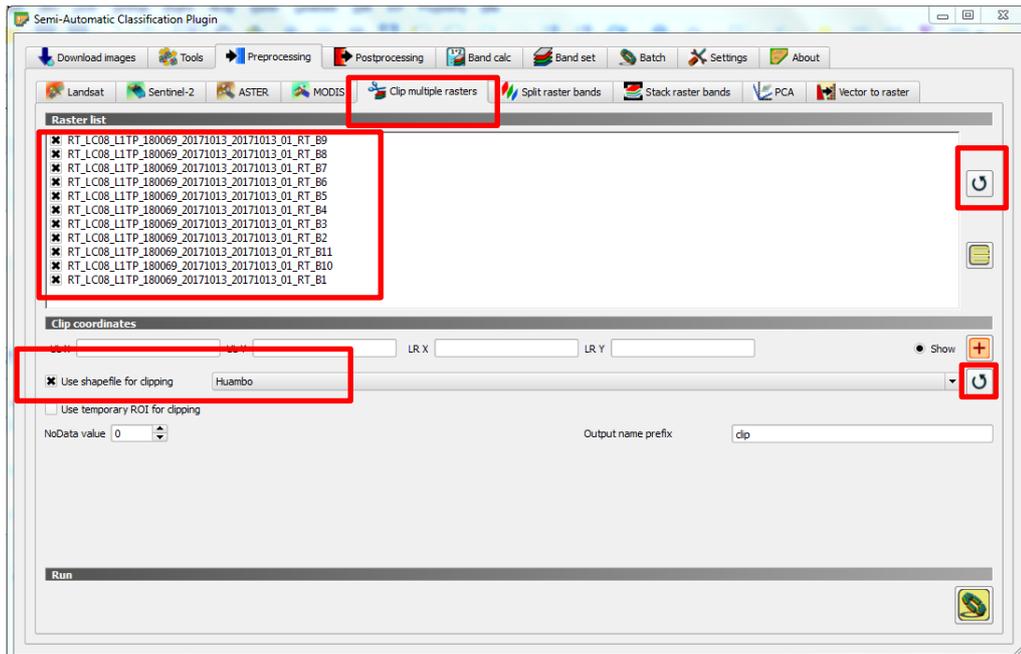
Para isso, vá para o Layer Pannel e crie um novo grupo. Seleccione as camadas desejadas e arraste-as com o cursor até o novo grupo criado. Desta forma, o usuário poderá activar ou desativar sua visualização (Figura 33).



**Figura 33.** Ícone de activar e desativar a visualização de imagem ou camada

10. Seguidamente, o usuário tem a opção de cortar todas as imagens pela área de estudo usando a cobertura shp (Huambo) previamente carregada no projecto. Para tal, na janela >> Recortar / *Cortar múltiplas imagens raster* e seleccionar a imagem que deseja cortar e nas coordenadas de cortar indicar o arquivo que se deseja usar para o corte.

Para que essas imagens ou o arquivo .shp apareçam, deve-se clicar em . Uma vez seleccionado >> Run (o usuário deve escolher uma pasta / directório onde salvá-los (Clip, por exemplo). Ver Figura 34a e 34b.



**Figura 34a.** execução do processo de corte de uma imagem



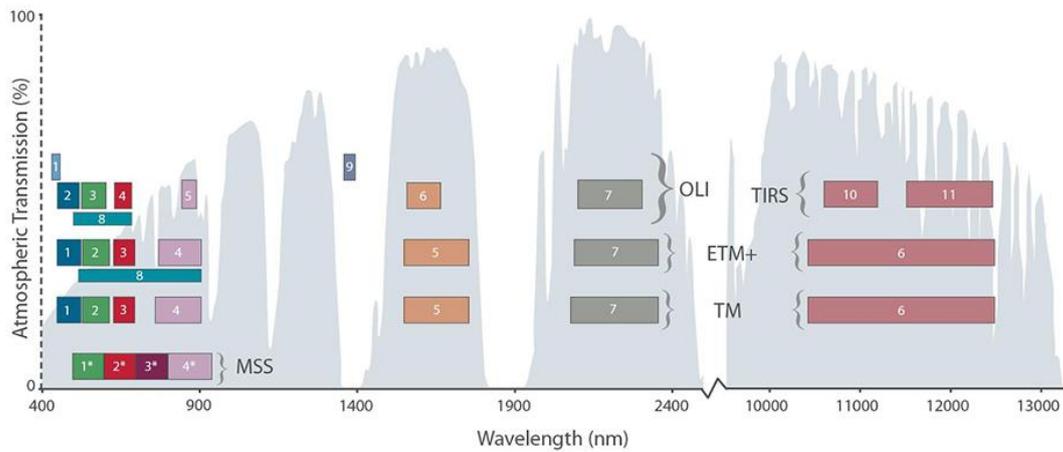
**Figura 34b.** Resultado do corte de uma imagem

Quando o processo estiver concluído, as imagens raster cortadas nomeadas com o prefixo dado (clip) serão carregadas no QGIS. Assim pode-se excluir as imagens originais e trabalhar apenas com as da área de trabalho.

## 10.2 Composição das cores

Uma vez que os dados do Landsat8 incluem bandas adicionais, as combinações usadas para criar composições RGB diferem do Landsat7 e do Landsat5. Por exemplo, no Landsat7 ou no Landsat5, as bandas 4, 3, 2 são utilizadas para criar uma imagem de infravermelho de cores (CIR). Contudo, com o Landsat8, as bandas 5, 4, 3 são utilizadas para criar uma composição CIR, já que a banda 1 é a dos

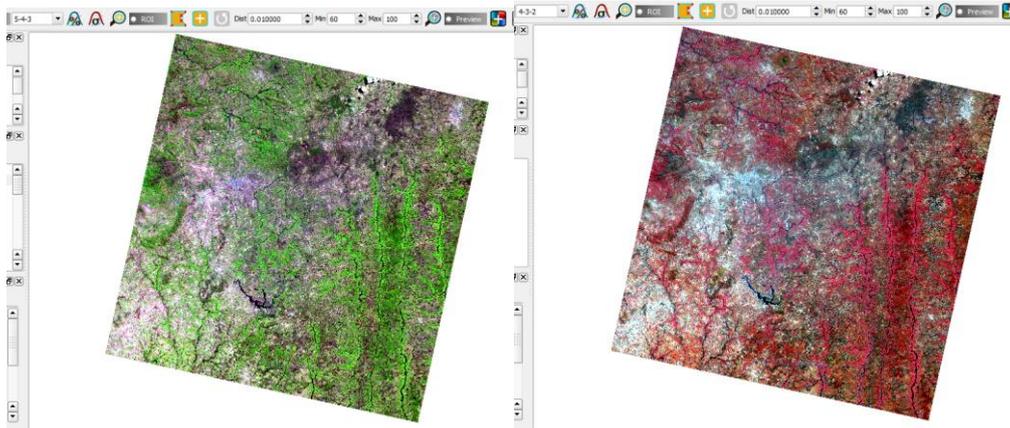
aerossóis costeiros. O gráfico (Figura 35) seguinte mostra os comprimentos de onda do Landsat5 TM (linha de baixo), Landsat7 ETM + (linha do meio) e Landsat8 (linha de cima).



**Figura 35.** Comprimentos de onda do Landsat5 TM, Landsat7 ETM + e Landsat8

Abaixo (Figura 36) estão algumas das combinações comuns de bandas em comparações RGB para Landsat7 ou Landsat5 e Landsat8. Ver onde as bandas coincidem ajudará a criar produtos RGB compostos do Landsat8 que serão comparáveis ao Landsat7 e 5.

	Landsat 7 Landsat 5	Landsat 8
 <b>Cor infravermelho</b>	4, 3, 2	5,4,3
 <b>Cor natural</b>	3, 2, 1	4,3,2
 <b>Falsa cor</b>	5,4,3	6,5,4
 <b>Falsa cor</b>	7.5.3	7,6,4
 <b>Falsa cor</b>	7,4,2	7.5.3
<b>5-4-3</b>		<b>4-3-2</b>

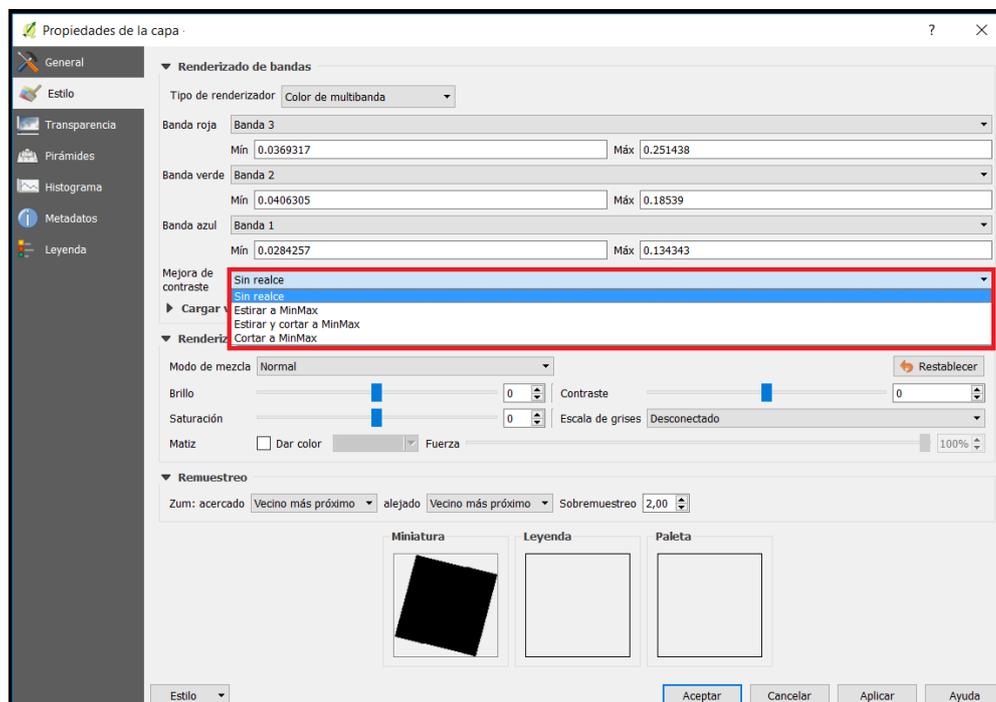


**Figura 36.** Combinação de bandas RGB para Landsat7, Landsat5 e Landsat8

## Realces

As diferentes opções para melhorar as imagens são acessíveis a partir do menu de propriedades (botão direito) de cada uma das bandas ou composições carregadas, como foi visto no Modulo 1 (Raster). Ver Figura 37.

Por exemplo, o usuário poderá usar o valor Min / Max.



**Figura 37.** Realce de imagens

## EXERCÍCIO

Visualize e interprete as seguintes composições RGB de uma imagem Landsat8 para identificar e descrever (cor, textura, padrão geométrico) diferentes tipos de cobertura com a ajuda do Google Earth ou do Google Maps. Para fazer isso, localize algumas das seguintes coberturas:

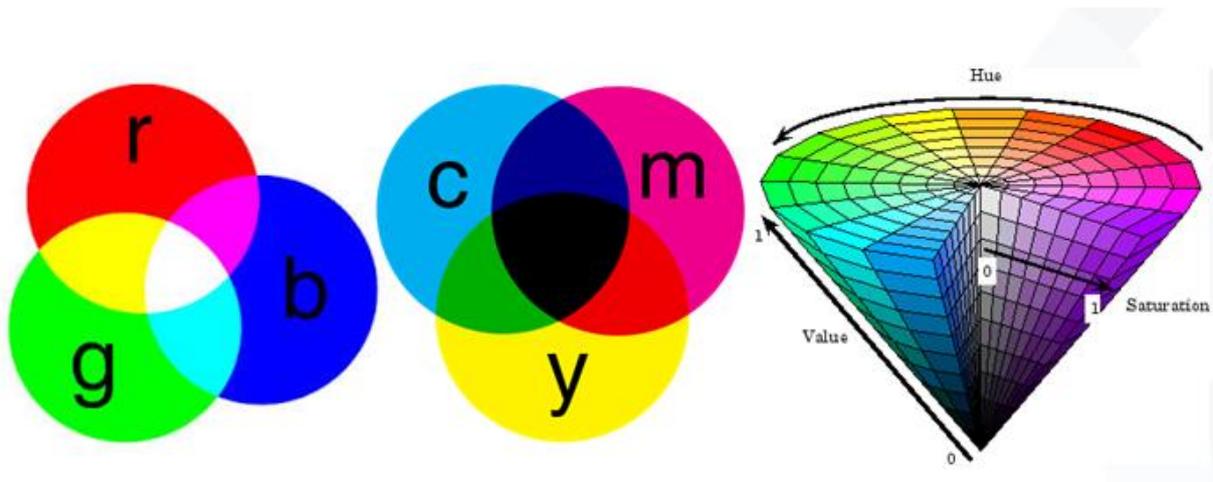
- Centros urbanos (Huambo)
- Pântanos
- Áreas florestais
- Águas de superfície
- Estradas
- Áreas de terra seca
- Áreas irrigadas agrícolas, se houver

Crie uma tabela na qual podes indicar para cada uma das combinações acima descritas, o tipo de combinação mais fácil de localizar. **Faça por si próprio!**

O usuário pode usar outras combinações ao seu gosto ou pode usar as combinações mais comuns do Landsat8, que são:

- 4-3-2 - Cor natural: uma aproximação de como se pode ver a superfície terrestre desde cima.
- 5-4-3 - Cor falsa: a vegetação traduz-se em cores vermelhas mais intensas para os povoamentos florestais e irrigação.
- 6-5-4; 7-6-4; 7-5-3 - Pseudo falsa cor: a concentração de clorofila aparece verde. Boas aplicações edáficas e geológicas.
- 6-4-3 e 6-3-2 - Combinações para detectar infra estruturas artificiais que adoptam uma cor azul.

Para interpretar as cores resultantes na sua imagem RGB, use a figura abaixo como um guia. Se não puder visualizar bem a imagem, poderá tentar aprimorá-las modificando o contraste da exibição. Ver Figura 38.



**Figura 38.** Sistemas de cor. RGB, CYM, HSI.

### Exercício XI: Classificação de classes de uso de solo através de imagem de satélite - SCP

Neste exercício, far-se-á uma classificação simplificada das classes de uso de solo mediante uma imagem de satélite, usando a ferramenta >> *plugin de classificação semi-automática* (para mais informações consulte o Manual, disponível no material do curso - Materiais / Manuais) .

Uma classificação semi-automática (também chamada de classificação supervisionada) é uma técnica de processamento de imagem que permite a identificação de materiais em uma imagem a partir de suas assinaturas espectrais. Existem vários tipos de algoritmos de classificação, mas o objectivo geral é produzir um mapa temático da cobertura de solo.

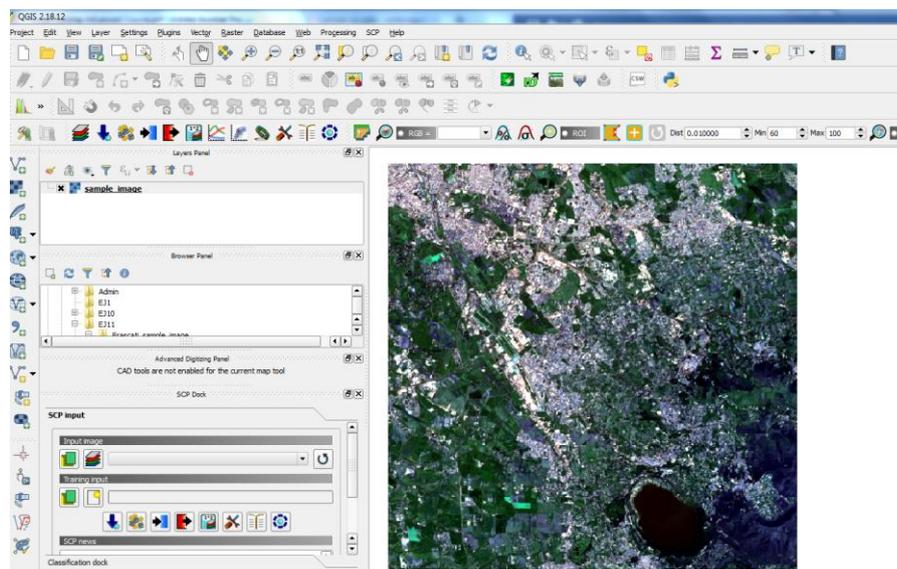
Para fazer isso, usar-se-á uma imagem Landsat da Itália (região de Frascati, Roma) a partir de abril de 2013. O objectivo é fazer um mapa de uso de solo a partir da imagem usando uma classificação supervisionada. Corresponde a uma imagem multiespectral que inclui as seguintes bandas:

1. Azul;
2. Verde;
3. Vermelho;

4. Infravermelho próximo;
5. Infravermelho de Comprimento Curto 1;
6. Infravermelho de Comprimento Curto 2.

Para iniciar,

1. Carregue a imagem que usaremos para este exercício (Materiales/EJ11/simple\_image). Ver Figura 39.



**Figura 39.** Abertura da imagem de satélite no QGis

### 11.1 Modificação de bandas de cores

Frequentemente, é criada uma combinação de três imagens individuais monocromáticas, nas quais cada uma é atribuída a uma cor. Isso é conhecido como composição de cores e é útil para interpretação visual (NASA, 2013).

As composições de cor são geralmente expressas como: "R G B = Br Bg Bb", onde:

R (red) significa vermelho. Br é o número da banda associado à cor Vermelha;

G (green) significa verde. Bg é o número da banda associado à cor Verde;

B (blue) significa azul. Bb é o número da banda associado à cor Azul.

A figura seguinte Composição de cor para uma imagem Landsat 8 (Figura 40) mostra uma composição de cor "RGB = 4 3 2" de uma imagem Landsat 8 (para o Landsat 7 a mesma composição de cores é "RGB = 3 2 1, enquanto que para Sentinel-2 é RGB = 4 3 2). Já uma composição de cor "RGB = 5 4 3" (para Landsat 7 a mesma composição de cores é "RGB = 4 3 2, enquanto para Sentinel-2 é RGB = 8 4 3). A composição "RGB = 5 4 3" é útil para a interpretação da imagem porque os pixels de vegetação são apresentados em cores vermelhas (vegetação saudável reflecte uma grande parte da luz incidente no comprimento de onda do infravermelho próximo, resultando em maiores valores de refletância para a banda 5, dando assim valores mais altos para o vermelho).

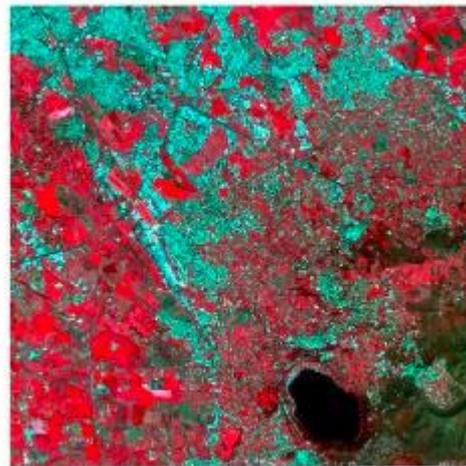
Para fazer isso, use o botão para mostrar / ocultar a imagem de entrada no mapa; da lista seleciona uma composição de cores que será aplicada à imagem de entrada; Você também pode inserir novas composições de cores escrevendo os números de banda separados por - ou; ou (por exemplo, RGB = 4-3-2 ou RGB = 4; 3; 2 ou RGB = 4.3.2

A ferramenta permite modificar rápida e facilmente a seleção de bandas para exibição como **composição de cores**. Para isso, usa o botão  para mostrar / ocultar a **imagem de entrada** no mapa; da lista seleccione uma composição de cores que será aplicada à imagem de entrada; o usuário também pode inserir novas composições de cores escrevendo os números de banda separados por "um traço" - ou; ou por exemplo, RGB = 4-3-2 ou RGB = 4; 3; 2 ou RGB = 4.3.2.

1. Experimente diferentes composições e veja como a imagem altera (Figura 40).



**RGB = 1-2-3**



**RGB = 4-3-2**

**Figura 40.** Comparação de dois tipos de composição RGB

Na lista RGB, seleccione o item 4-3-2 para exibir uma cor composta de infravermelho próximo, vermelho, verde e azul (RGB). A imagem no QGIS será actualizada de acordo a selecção.

O que se vê?

Explicação: A banda 4 (Infravermelho próximo) será apresentada em vermelho, a banda 3 será apresentada em verde e a banda 2 será apresentada em azul. A faixa de infravermelho próximo é a que mais reflecte a vegetação. Isso significa que as partes vermelhas na imagem destacam a vegetação.

## 11.2 Criar áreas de treinamento

Para fazer uma classificação, é necessário criar áreas de treinamento, nas quais pode-se determinar a assinatura espectral de diferentes coberturas. Normalmente, a classificação supervisionada exige que o usuário seleccione uma ou mais regiões de interesse (ROIs ou áreas de treinamento) para cada classe de cobertura do solo identificada na imagem. Os ROIs são polígonos desenhados em áreas homogéneas da imagem que se sobrepõem a pixels pertencentes a mesma classe (mesmo tipo de cobertura do solo).

Cada polígono ou área de treinamento ajudará o usuário a determinar a assinatura espectral da cobertura. Como já se viu, a assinatura espectral é a refletância em

função do comprimento de onda. Lembre-se, que cada objecto tem uma assinatura única, portanto, ele pode ser usado para a classificação de objectos e, portanto, da cobertura do solo.

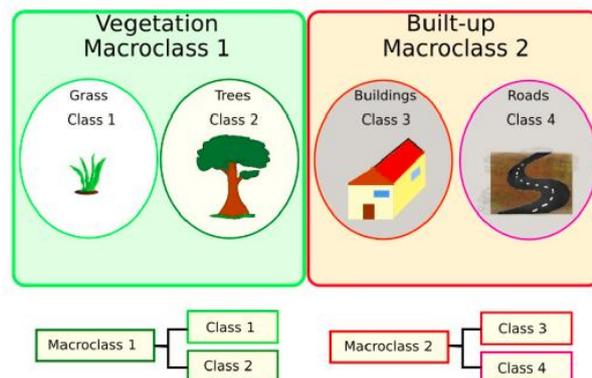
In the >> SCP panel >> click the button y define un nombre (training) con el objetivo de crear una entrada de entrenamiento. En ese directorio se guardarán todas las áreas de entrenamiento que generemos.

1. Vá para >> SCP panel e seleccione a imagem (input image)
2. Em >> Training input, seleccione um directorio onde guardar e um nome (training1).



## Creación de ROIs

O usuário deve criar ROIs definindo Classes e Macroclasses. Cada ROI identifica uma classe por meio de um identificador de ID de classe. As classes de cobertura do solo são identificadas por um código de identificação arbitrário (identificador). O SCP permite a definição de ID da Macroclasse (MC ID) e ID da Classe \*\* (ID C), que são os códigos identificadores das classes de cobertura do solo. Uma \*\* Macroclass é um grupo de ROIs com IDs de Classe diferentes, o que é útil quando se precisa classificar objectos que possuem assinatura espectral diferente na mesma classe de cobertura. Por exemplo, é possível identificar erva / pasto (ID da Classe = 1 e ID da Macroclasse = 1) e árvores (por exemplo, ID de Classe = 2 e ID de Macroclasse = 1) como classe de vegetação (ID da Macroclasse = 1). Vários IDs de Classe podem ser atribuídos ao



mesmo ID de Macroclass, mas o mesmo ID de Classe não pode ser atribuído a IDs de Macroclasses diferentes, conforme mostrado na tabela a seguir:

**Tabela 2.** Macroclasses e classes de solo

<b>Nome da macroclasse</b>	<b>ID da macroclasse</b>	<b>Nome da classe</b>	<b>ID da classe</b>
Vegetação	1	Pasto	1
Vegetação	1	Árvore	2
Construção	2	Construção	3
Construção	2	Construção	4

Os códigos de identificação de ID da Classe que se está usando neste exercício estão ilustrados na tabela a seguir (por enquanto, atribui-se o mesmo código à classe e macroclasse). Ver tabela 3.

**Tabela 3.** Classes de solo

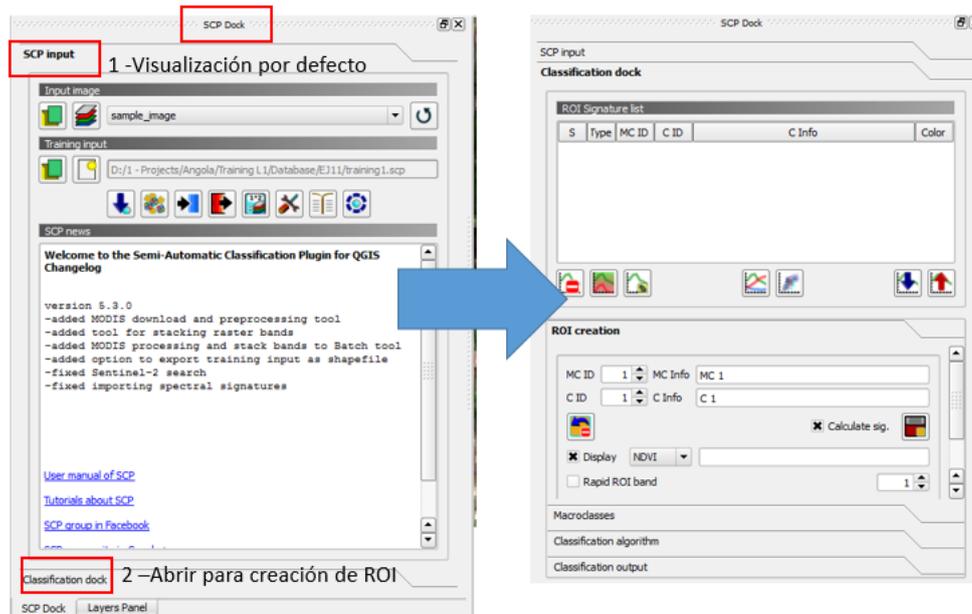
<b>Nome da classe</b>	<b>ID da classe</b>
Água	1
Construção	2
Vegetação	3
Solo descoberto	4

Os ROIs podem ser criados, desenhando como um polígono à mão ou com um Algoritmo de Região de Aumento Automático. Amplie o mapa na região escura (é um lago) na região inferior direita da imagem. Para criar uma ROI dentro da região

escura, clique no botão  na barra de trabalho (o usuário pode ignorar a mensagem sobre unidades de comprimento de onda não fornecidas). Pressione o botão esquerdo no mapa para definir os vértices da ROI e o botão direito para definir o último vértice com o qual o polígono se fecha. Um polígono laranja semitransparente será exibido sobre a imagem, é um polígono temporário (ou seja,

não é salvo na entrada Training). Quando a forma do polígono temporário é boa, pode-se gravá-lo na entrada de treinamento pressionando o botão .

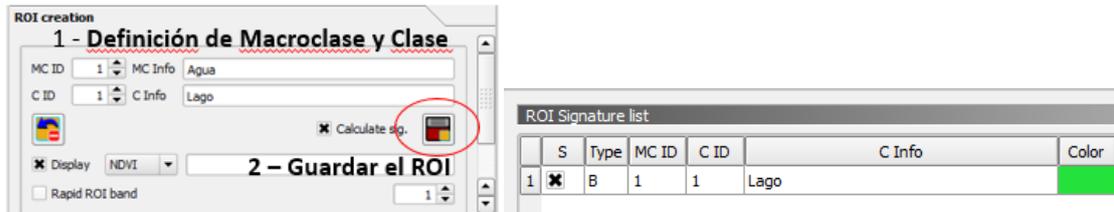
**Nota:** Para acessar o painel de criação de ROI (*ROI creation*), é necessário seleccionar Dock de classificação na janela do SCP Dock (por padrão é exibida SCP input). Ver figura 41.



**Figura 41.** Painel de criação de regiões de interesse (ROI)

3. Defina uma série de polígonos para cada uma das classes na tabela anterior. Comece pelo lago. Depois de desenhado, deves definir a classe e a macroclasse. Na definição Assinatura da ROI, escolha MC ID = 1 e MC Info = "Água" (Macroclasse); escolha também C ID = 1 e C Info = "Lago" (classe).
4. Quando a classe e a Macroclasse estiverem definidas, salve as alterações para que o ROI deixe de ser temporário.
5. Depois de salva, a assinatura espectral é gerada e a ROI aparece na lista de assinaturas (lista Assinatura de ROI). O polígono gerado permanecerá marcado em cor preta. Ver Figura 42.



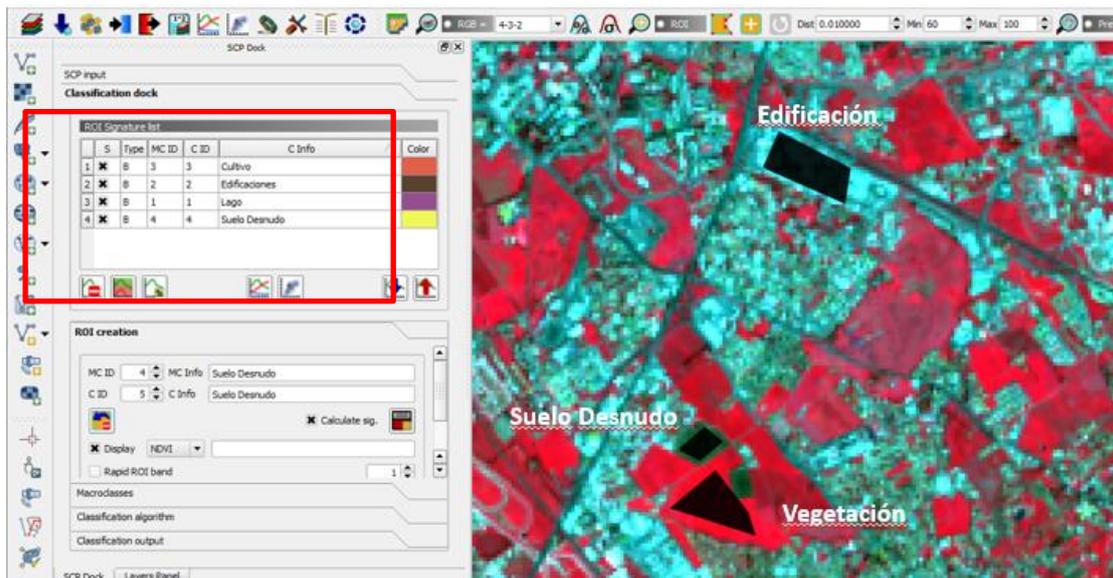


**Figura 42.** Ícone de guardar as ROI

6. Crie uma segunda ROI para a zona de construção, marcada em azul, se estiver a usar a composição de cor RGB = 4-3-2.

Nesse caso, MC ID = 2, MC Info = Construções; C ID = 2, C Info = Edifícios.

7. Crie um ROI para a classe Vegetação “(os pixels vermelhos na composição” RGB = 4-3-2) e um ROI para a classe “Solo descoberto” (pixels verdes na composição de cor RGB = 4-3-2) seguindo os mesmos passos descritos acima. Ver Figura 43.



**Figura 43.** Clases de ROI

### 11.3 Pré-qualificação

O processo de classificação é baseado na colecta de ROIs (e, portanto, de assinaturas espectrais). É útil criar uma classificação preliminar para avaliar os resultados (influenciados pelas assinaturas espectrais) antes da classificação final.

Caso os resultados não sejam bons, podemos colectar mais ROIs para obter uma melhor classificação da cobertura do solo.

Antes de executar uma classificação (ou pré-visualização), defina a cor das classes de cobertura do solo que serão exibidas na rasterização de classificação. Em *ROI Signature list*, clique duas vezes na cor (na coluna Cor) de cada ROI para seleccionar uma cor representativa para cada classe. Depois o usuário deve seleccionar o algoritmo de classificação. Neste exercício, será usado o mapeamento de ângulo espectral.

8. Mude as cores em >> ROI Signature List de acordo com a imagem abaixo (Figura 44).



S	Type	MC ID	C ID	C Info	Color
1	B	3	3	Cultivo	Green
2	B	2	2	Edificaciones	Grey
3	B	1	1	Lago	Blue
4	B	4	4	Suelo Desnudo	Yellow

**Figura 44.** Lista de assinaturas espectrais da ROI

9. Abra a janela >> *Classification Algorithm* e escolha o Algoritmo desejado na janela pop-up. Neste caso, usaremos >> *Spectral Angel Mapping*

Para criar a classificação preliminar (preview), deve-se ir

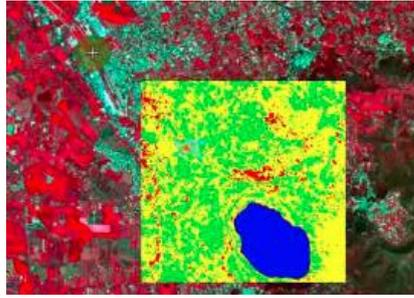


para o menu superior. Altere S por 250 (tamanho de visualização em unidades de pixel) para ter uma maior representatividade da classificação preliminar. Clique em



para activar o ponteiro para a criação de uma classificação preliminar. Clique com o botão esquerdo do *mouse* no mapa para iniciar o processo de classificação e mostrar sua visualização. Clicando com o botão direito inicia o processo de classificação e exibe o algoritmo raster na visualização.

O processo de classificação deve ser rápido e o resultado é um quadrado classificado centrado no ponto seleccionado (Figura 45).



**Figura 45.** Pré-visualização da classificação

Em geral, é bom visualizar a classificação em cada vez que uma ROI (ou assinatura espectral) é adicionada à lista >> *ROI Signature list*. Portanto, a criação da >> ROIs >> e da visualização prévia da classificação devem ser processos interactivos e simultâneos.

#### 11.4 Classificação final

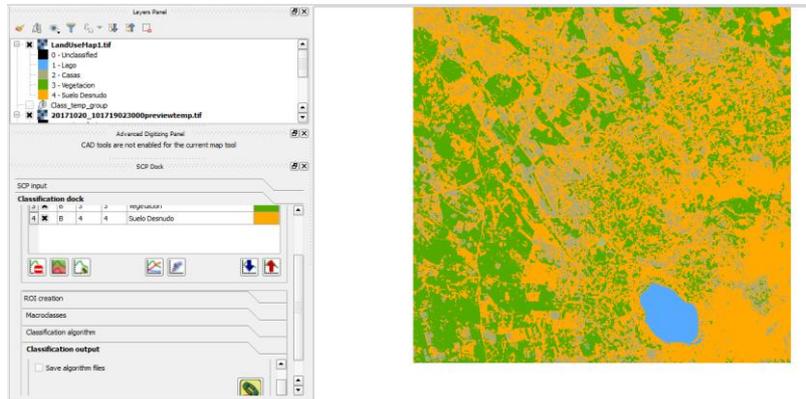
Assumindo que o resultado da classificação é aceitável (ou seja, pixels correctamente atribuídos à sua classe definida na lista >> ROI Signature, pode-se realizar a classificação de capas para toda a imagem.



Na Classificação final (Figura 46), escolha o directório onde salvarás sua classificação. O arquivo gerado será um Raster com os valores criados (4 + 1 - Unclassified). >> Pressione Salvar >> depois do cálculo ser realizado, ouvir-se-á um som indicando que o processo foi bem sucedido. O Raster será exibido automaticamente.

A Água e a Vegetação foram correctamente identificados. No entanto, podes ver que existem vários erros de classificação (particularmente solos descobertos classificados como construídos e vice-versa), porque o número da ROIs (assinaturas espectrais) é insuficiente.

Pode-se melhorar a classificação usando algumas das ferramentas descritas no próximo tutorial.



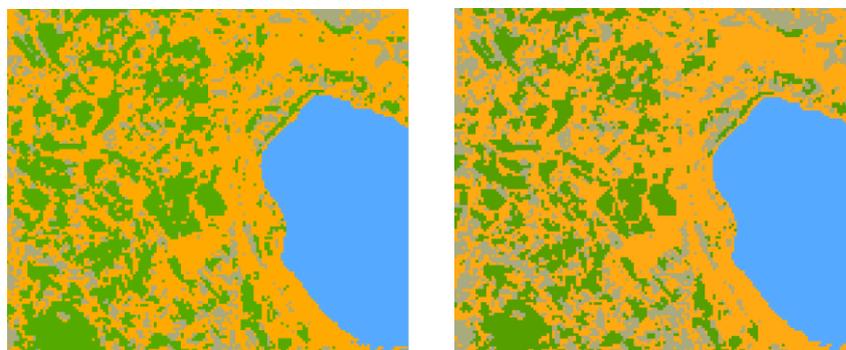
**Figura 46.** Ilustração da classificação final

10. Tente melhorar os resultados do exercício anterior, criando mais ROIs, especialmente para coberturas de vegetação e solo descoberto, e crie um novo mapa de usos de solo. Compare os mapas resultantes (Figura 47).

Quando você cria várias assinaturas espectrais (ROIs) para a mesma cobertura, você deve uni-las para obter uma classe única ou macro classe. Para tal, quando as ROIs forem geradas, na lista >> ROI

S	Type	MC ID	C ID	C Info	Color
3	B	3	3	Vegetacion	Green
4	B	4	4	Suelo Desnudo	Orange
5	B	3	3	Vegetacion	Green
6	B	4	4	Suelo Desnudo	Orange
7	B	4	4	merged_Suelo Desnudo	Light Blue
8	B	3	3	merged_Vegetacion	Pink

Signature, seleccione esses elementos e realize um >> Merge . Após a conclusão deste processo, podes excluir as ROIs anteriores usando o ícone



**Figura 47.** Ilustração de duas classificações com a segunda (direita) melhorada

## Exercício XII: Índices

Os índices em detecção remota são imagens calculadas a partir de imagens multiespectrais (várias bandas). As imagens destacam um fenómeno específico que está presente e atenua outros factores que degradam os efeitos da imagem. Por exemplo, um índice de vegetação mostrará a vegetação em bom estado fisiológico e não só com uma cor brilhante, enquanto a vegetação em mau estado apresentará valores mais baixos e o solo descoberto terá coloração escura. Como o sombreamento devido a variações de terreno (colinas e vales) afecta a intensidade das imagens, os índices são criados de modo que a cor de um objecto seja destacada em vez do brilho ou intensidade do objecto. O valor de um índice de vegetação para um pinheiro em óptimo estado mas com sombra em um vale será semelhante ao de um pinheiro que está em pleno sol. Frequentemente, esses índices são criados adicionando e subtraindo bandas, gerando várias taxas de bandas. Eles estão ligados a bandas específicas que estão em partes definidas do espectro electromagnético. Como resultado, eles podem ser válidos apenas para determinados sensores ou classes de sensores, e é essencial que durante o cálculo sejam usadas as bandas apropriadas.

Existem vários índices, dependendo do tipo de cobertura em que se tem interesse. Nos links a seguir, podem-se encontrar mais informações sobre diferentes tipos de índices:

<https://www.indexdatabase.de/> e

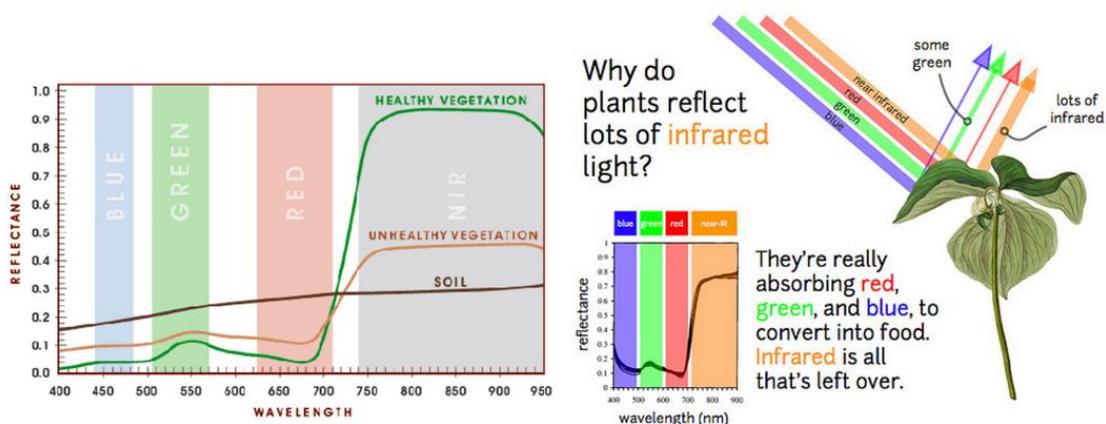
[https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/data/imagery/indices-gallery.htm#ESRI\\_SECTION1\\_4A9799E8F3E845D8AFA6B9A3F467C5F9](https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/data/imagery/indices-gallery.htm#ESRI_SECTION1_4A9799E8F3E845D8AFA6B9A3F467C5F9)

### 12.1 Índice de Vegetação de Diferença Normalizada - NDVI

O índice de vegetação de diferença normalizada, também conhecido como NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) por sua sigla em Inglês, é um índice usado para estimar a quantidade, qualidade e desenvolvimento de vegetação com base na medição, por meio de sensor remoto comumente instalado a partir de uma plataforma espacial, a intensidade da radiação de certas faixas do espectro electromagnético que a vegetação emite ou reflecte. Para mais informações:

[https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndice\\_de\\_vegetaci%C3%B3n\\_de\\_diferencia\\_normalizada](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndice_de_vegetaci%C3%B3n_de_diferencia_normalizada).

As plantas absorvem a radiação solar na região espectral da radiação fotossintética activa, que é usada como fonte de energia no processo de fotossíntese. As células vegetais têm evoluído para dispersar a radiação solar na região espectral do infravermelho próximo, o que leva cerca de metade da energia solar total, porque o nível de energia por fóton neste domínio (de comprimento de onda maior de 700 nm) não é suficiente para sintetizar moléculas orgânicas: uma forte absorção neste ponto causaria apenas o superaquecimento da planta que danificaria os tecidos. Portanto, a vegetação parece relativamente escura na região da radiação fotossinteticamente activa e relativamente brilhante no infravermelho próximo. Em contraste, as nuvens e a neve tendem a ser bastante brilhantes em vermelho, bem como em outros comprimentos de onda visíveis (mostrados em branco), e bastante escuras no infravermelho próximo (porque a água absorve bem a radiação infravermelha). Ver Figura 48.



**Figura 48.** Ilustração da absorção da radiação solar na região espectral da radiação fotossintética activa

Pelo facto de os primeiros instrumentos utilizados na observação terrestre, como o satélite de tecnologia de recursos terrestres (*Earth-Resources Technology Satellite*, ERTS), desenvolvido pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço dos EUA (NASA) e o Radiómetro Avançado de Muita Alta Resolução (*Advanced Very High Resolution Radiometer*, AVHRR) da Administração Oceânica e Atmosférica dos EUA (NOAA), adquiriam dados no vermelho e infravermelho próximo, e assim era

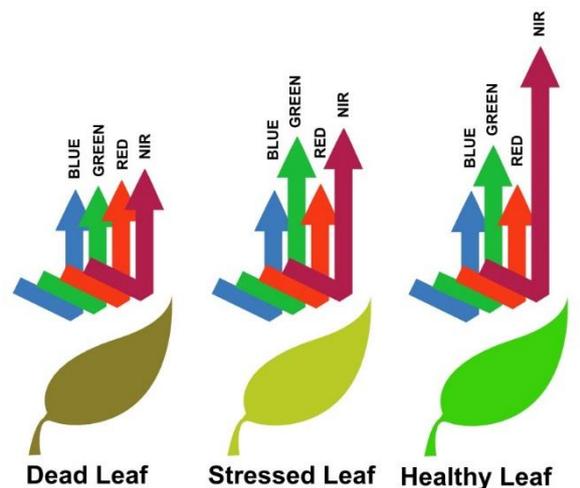
natural o uso de diferenças marcantes na reflexão da planta para determinar sua distribuição espacial em imagens de satélite. Actualmente já existem sensores remotos de superfícies ou que fazem recursos aos drones e o software que calcula o NDVI já é de uso comercial, pelo que não há recurso regular à fórmula de acordo com a reflexão.

O NDVI é calculado a partir destas medições individuais da seguinte forma:

$$\text{NDVI} = (\text{Banda Infravermelho próximo} - \text{Banda Vermelho}) / (\text{Banda Infravermelho próximo} + \text{Banda Vermelho})$$

Onde as variáveis Vermelho e Infravermelho próximo são definidas pelas medidas de reflexão espectral adquiridas nas regiões vermelha e infravermelha próxima, respectivamente. Essas reflexões espectrais são propriamente proporções da radiação reflectida na radiação recebida em cada banda espectral individual; portanto, têm como base valores entre

um intervalo de 0 a 1, para dados terrestres. Devido os dados aquáticos, conseqüentemente, o NDVI varia entre -1 e +1. Este índice pode ser calculado desde que as informações vinculadas aos dados de reflexão do Infravermelho próximo e Vermelho estejam disponíveis. Em termos de análise multiespectral, esta informação é



reflectida através de imagens rasterizadas em que cada pixel apresenta um valor de reflexão do objecto capturado pelo sensor. Desta forma, a imagem mostrará, por exemplo, altos valores de reflexão do Infravermelho nas áreas de vegetação.

Os valores de NDVI constituem um indicador do estado da vegetação obtido a partir de medidas espectrais. O índice permite mostrar locais onde a cobertura vegetal está sob estresse hídrico (seca) ou quando a plantação está pronta para a colheita.

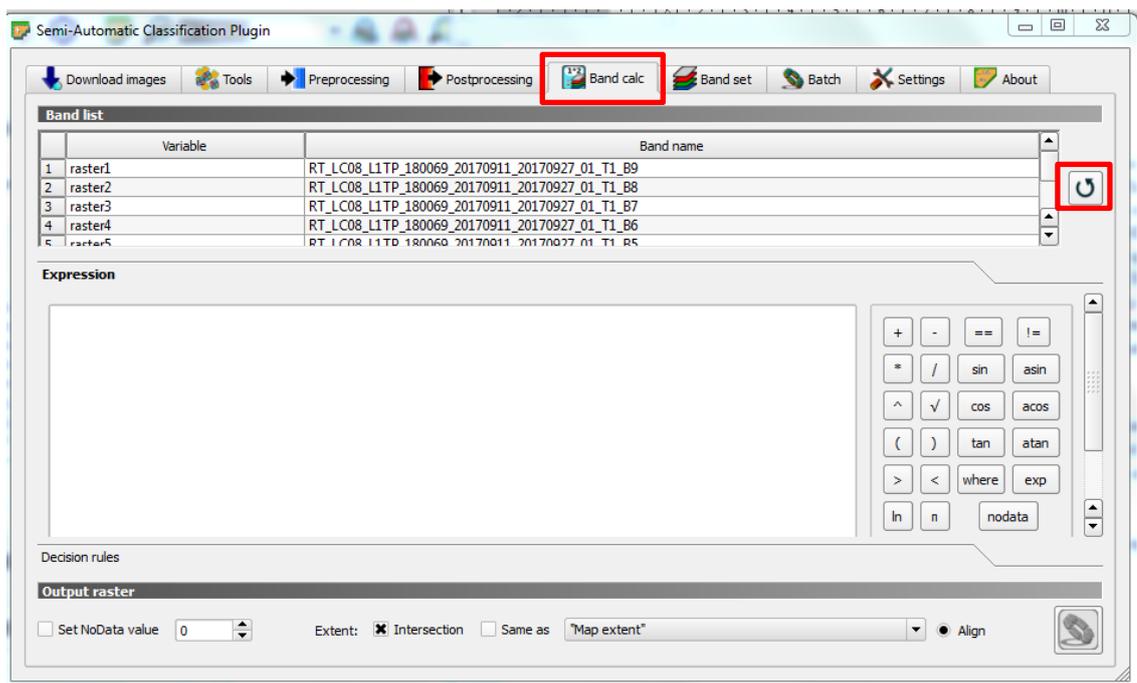
### **Cálculo do NDVI usando a calculadora de bandas SCP**

Para o cálculo de índices utiliza-se a >> *Calculadora de Bandas*. Na lista de bandas, o usuário pode seleccionar as imagens de cada banda e usá-las como operadores

na caixa Expressão seguindo uma sintaxe lógica (SQL). À direita, aparecem os operadores matemáticos mais usados.

1. Abra o QGIS e crie um novo projecto (Materiales/EJ12)
2. Carregue as diferentes bandas de algumas das imagens Landsat do Exercício 10. Lembre-se que deve usar as imagens pré-processadas (RT\_...)
3. Abra a ferramenta ou *plugin* SCP e vá para >> *band calc*
4. Clique no ícone >> *refresh* list para visualizar as bandas disponíveis.

Da mesma forma que a calculadora Raster convencional, a ferramenta >> band calc. permite ao usuário executar operações matemáticas com as diferentes bandas de uma imagem de satélite. Para tal, o usuário deve seleccionar a banda (duplo clique) e ela aparecerá na janela >> Expression. Mais tarde, através dos ícones da calculadora, o usuário poderá escrever a expressão. Ver figura 49.



**Figura 49.** Calculadora de bandas

5. Calcule o índice NVDI inserindo a expressão:

$$NDVI = \frac{(IRCercano - ROJO)}{(IRCercano + ROJO)}$$

**Lembra-se**, que para tal, o usuário deve conhecer a banda correspondente a cada um dos comprimentos de onda da expressão. A tabela abaixo apresenta esta informação para imagens Landsat 8.

Banda	Comprimento de Onda (nm)	Resolução Espacial (m)
B1 – Costal aerossol	430 – 450	30
B2 – Azul*	450 – 510	30
B3 – Verde*	530 – 590	30
B4 – Vermelho*	640 – 670	30
B5 – Infravermelho próximo*	850 – 880	30
B6 – SWIR 1*	1570 – 1650	30
B7 – SWIR 2*	2110 – 2290	30
B8 – Pacromática	500 – 680	15
B9 – Cirrus	1360 – 1380	30

A expressão seria:

$(\text{"raster5"} - \text{"raster4"}) / (\text{"raster5"} + \text{"raster4"})$

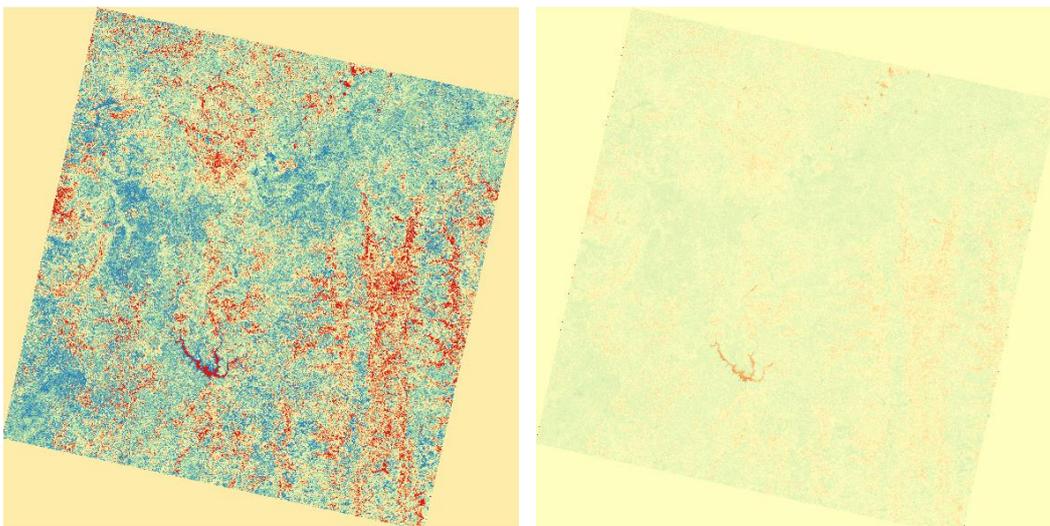
Após a inserção da expressão, o usuário deve executar o cálculo



pressionando o ícone . O usuário ainda terá de atribuir um nome e a pasta onde irá salvar o resultado do cálculo (por exemplo, Materiais / EJ12 / NDVI). No final da operação, o usuário ouvirá um sinal sonoro.

É possível realizar o cálculo para toda a extensão da imagem ou para uma área específica, por exemplo, a extensão de uma das camadas vectoriais abertas anteriormente.

6. A imagem criada é um Raster de uma única banda. Para sua visualização correcta, o usuário poderá alterar o estilo de acordo a legenda que segue (*Singleband pseudocolor*). Ver figura 50.



**Figura 50.** Ilustração do NDVI com valores extremos

A diferença entre as imagens anteriores deve-se ao facto de que a opção *Cumulative Count Cut* (+/- 2%) foi usada como valor Mín / Máx e os valores reais Mín / Máx foram usados na imagem à direita.

## 12.2 Índice de Água de Diferença Normalizada - NDWI

O **NDWI** (do inglês *Normalized Difference Water Index*) é usado como uma medida da quantidade de água que a vegetação tem ou o nível de saturação de humidade no solo.

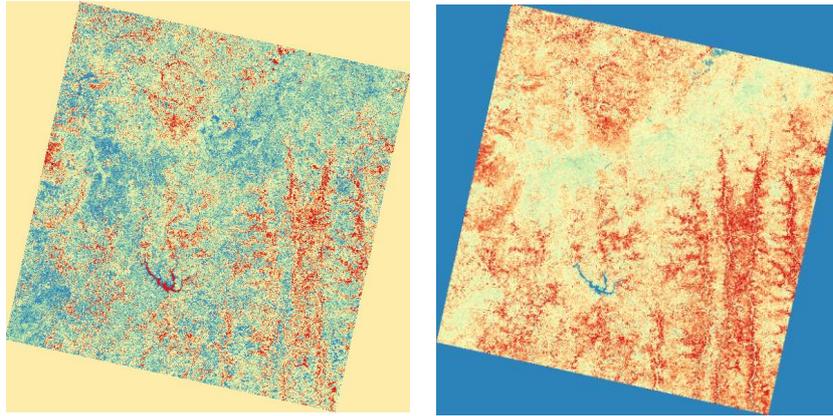
Geralmente é calculado a partir de imagens de satélite que fornecem informações de refletância de uma determinada área em diferentes faixas de frequência do espectro electromagnético. Tem amplo uso nas ciências ambientais e da água, pois fornece informações relevantes para uso em modelos de balanço hídrico, previsão de clima entre outros.

O cálculo é realizado operando matematicamente nos valores de refletância das diferentes bandas do espectro electromagnético

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

onde NIR (do inglês *Near Infrared*) é o valor no infravermelho próximo, e SWIR (do inglês *ShortWavelength Infrared*) infravermelho curto (porção do infravermelho médio).

1. Use a calculadora de banda para calcular o NDWI para a mesma imagem do exercício anterior. Compare com o índice NDVI. Ver Figura 51.



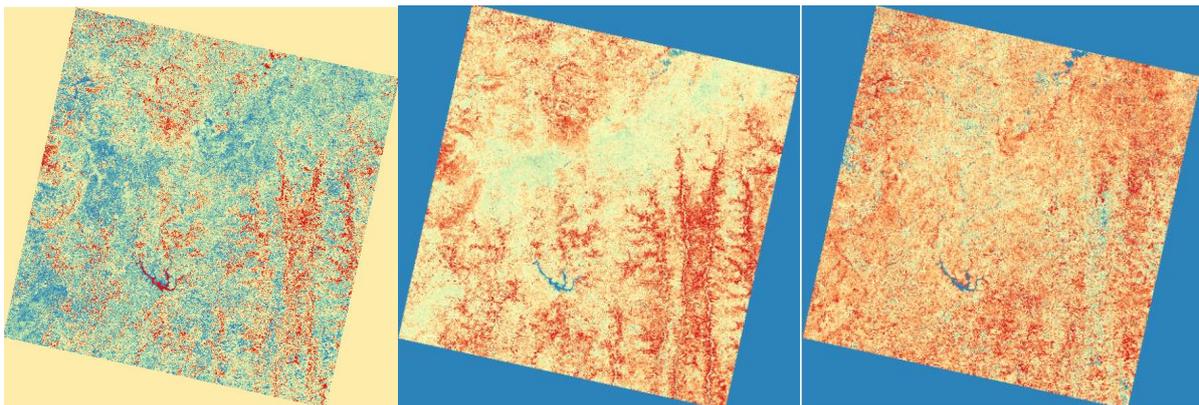
**Figura 51.** Comparação entre NDVI (esquerda) e NDWI (direita)

### 12.3 Índice de Água de Diferença Normalizada Modificado - MNDWI

O **MNDWI** usa as bandas do verde e SWIR para melhorar as entidades que estão em zonas marinhas abertas. Também diminui as entidades da área construída que frequentemente se correlacionam com zonas marinhas abertas em outros índices.

$$IAL_{25} (MNDWI) = (G-SWIR) / (G+SWIR)$$

1. Use a calculadora de banda para calcular o MNDWI para a mesma imagem do exercício anterior e, desta vez, compare com os índices NDVI e NDWI (Figura 52).



**Figura 52.** Comparação entre NDVI (esquerda), NDWI (centro) e MNDWI (direita)

## 12.4 Índice de solos

Este índice é estabelecido com a relação entre as bandas vermelha e verde visíveis que correspondem aos comprimentos de onda de 0,645 e 0,545 micrómetros, respectivamente. No sensor Landsat ETM +, corresponderiam às bandas 3 e 2.

$$IS = (R-G) / (R+G)$$

1. Use a calculadora de banda para calcular o Índice de solo da mesma imagem do exercício anterior, para depois comparares e com os índices anteriores.

**Nota:** Como se pode notar, existem vários índices, em função da cobertura que se pretende destacar, as bandas, o tipo de satélite do qual se obtêm as imagens, etc.

### Exercício XIII: Classificação por classes de cobertura de solo

Como foi visto no Exercício XI, é possível usar uma imagem de satélite para fazer um mapa de cobertura a partir da informação espectral da mesma. Para tal, é necessário gerar uma série de áreas de treinamento ou ROIs (regiões de interesse).

As assinaturas espectrais (características espectrais) das classes de cobertura de referência são calculadas considerando os valores dos pixels de cada ROI que possui o mesmo ID de Classe (ou ID Macroclasse). Portanto, o algoritmo de classificação classifica a imagem completa comparando as características de cada pixel com as características espectrais das classes de referência. O SCP possui os algoritmos de classificação que se descrevem no parágrafo pós próximo.

Existem numerosos algoritmos de classificação disponíveis no SCP, entre os quais:

1. Distância Mínima;
2. Probabilidade máxima;
3. Mapeamento de ângulo espectral;
4. Classificação de paralelepípedos;
5. Classificação de classe de cobertura de solo.

Durante este exercício, o usuário aprenderá como realizar uma classificação de cobertura de solo através do uso do algoritmo de classificação de assinaturas ou classes de cobertura do solo.

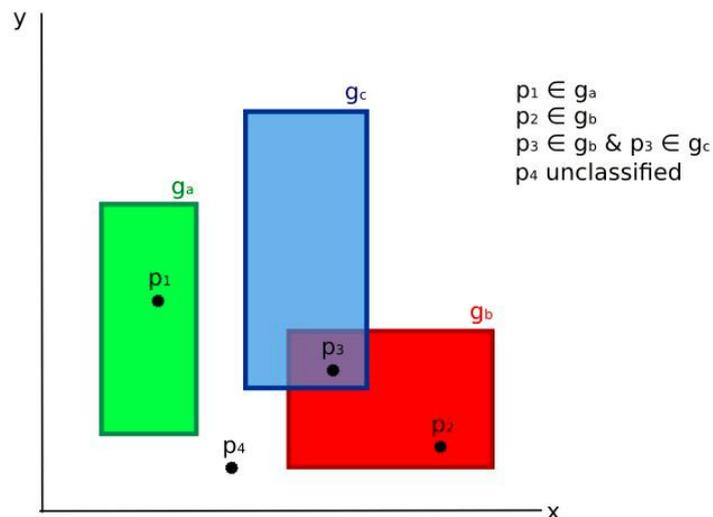
### 13.1 Teoria da classificação de assinaturas ou clases de cobertura de solo – teoria

Esta classificação permite a definição de classes espectrais para cada assinatura de entrada (um valor mínimo e um valor máximo para cada banda). Os limites de cada classe de treinamento definem a região espectral pertencente a cada classe de cobertura do solo.

As assinaturas espectrais dos pixels da imagem são comparadas com as assinaturas de treinamento espectral; um pixel  $X$  pertence à classe se a assinatura espectral do pixel é completamente contida na região definida pela classe  $X$ . Caso os pixels que correspondem a sobreposição de regiões dentro ou fora de qualquer região do espectro, o usuário pode usar algoritmos de classificação adicional considerando as características espectrais da assinatura original.

A figura a seguir ilustra um esquema de classificação por assinaturas de cobertura terrestre para um caso simples de duas bandas espectrais  $x$  e  $y$ . As regiões espectrais definidas pelo usuário definem três classes ( $g_a$ ,  $g_b$  e  $g_c$ ). O ponto  $p_1$

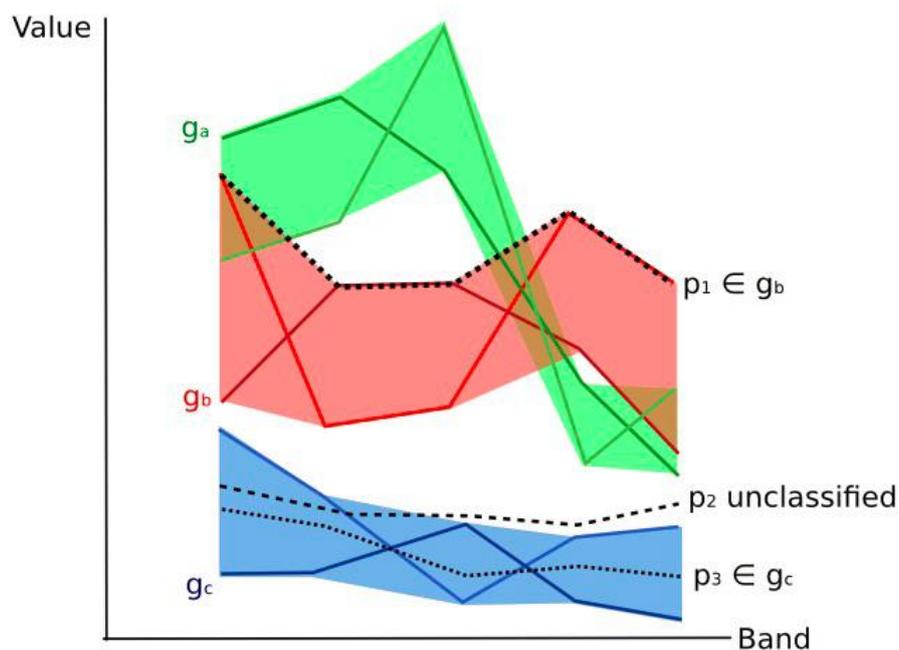
pertence à classe  $g_a$  e o ponto  $p_2$  pertence à classe  $g_b$ . No entanto, o ponto  $p_3$  está dentro de ambas as regiões espectrais  $g_b$  e  $g_c$  (regiões sobrepostas); neste caso, o ponto  $p_3$  permanecerá não classificado ou será



classificado de acordo com um algoritmo de classificação adicional. O ponto  $p_4$  está fora de qualquer região espectral, portanto ele permanecerá não classificado ou será classificado de acordo com um algoritmo de classificação adicional. Como o ponto  $p_3$  pertence à classe  $g_c$ , a região espectral pode estender-se para incluir o ponto  $p_4$ .

Nesta metodologia, as regiões espectrais são definidas pelo usuário e podem ser atribuídas independentemente para os limites mínimo e máximo. É possível imaginar a região espectral como o conjunto de todas as assinaturas espectrais dos pixels pertencentes a uma classe.

A figura a seguir mostra os intervalos espectrais de três classes ( $g_a$ ,  $g_b$  e  $g_c$ ); As linhas coloridas dentro dos intervalos (a área semitransparente) representam as assinaturas espectrais dos pixels que definiram os limites superior e inferior do respectivo intervalo. O pixel  $p_1$  (linha intercalada) pertence à classe  $g_b$  porque sua assinatura espectral está completamente dentro da faixa de classe  $g_b$  (no limite superior). O pixel  $p_2$  (linha tracejada) permanece não classificado porque sua assinatura espectral não se enquadra completamente em nenhum intervalo. O pixel  $p_3$  (linha tracejada) pertence à classe  $g_a$ .



**Figura 53.** Ilustração de intervalos espectrais de três classes ( $g_a$ ,  $g_b$  e  $g_c$ )

Um dos principais benefícios da Classificação de Assinatura de Cobertura do Solo é que é possível seleccionar pixels e incluir sua assinatura em uma faixa espectral. Portanto, a classificação deve ser a representação directa das classes esperadas para cada assinatura espectral. Isso é muito útil para a classificação de uma única classe de cobertura do solo (definida por classes espectrais específicas) e deixar parte da área da imagem sem classificação caso esteja fora do interesse da classificação.

## 13.2 Criação de bandas

O presente exercício será realizado através do uso de uma imagem Sentinel-2 datado de 06/05/2016 e localizado na região de Frascani (Itália).

Como foi feito no Exercício 10, para se trabalhar com esta imagem, deve-se realizar previamente um pré-processamento. Neste caso, simplesmente o usuário deve criar a imagem com o conjunto de bandas. Ver figura 54.

1. Abra o SCP e seguidamente abra >> Conjunto de bandas  e seleccione  as bandas da imagem a utilizar (Materiales/EJ13). Na tabela, classifique as faixas em ordem crescente. Para tal, o usuário pode fazer o processo automaticamente usando o ícone . Seleccione a oitava banda e, usando os ícones de seta, coloque a faixa na linha 8.
2. Finalmente, em >> *Quick wavelength settings*, seleccione a ordem das bandas (Sentinel-2) para aplicar automaticamente o *center wavelength* (comprimento de onda do centro) de cada banda e o *spectral signature calculation* (o cálculo da assinatura espectral).

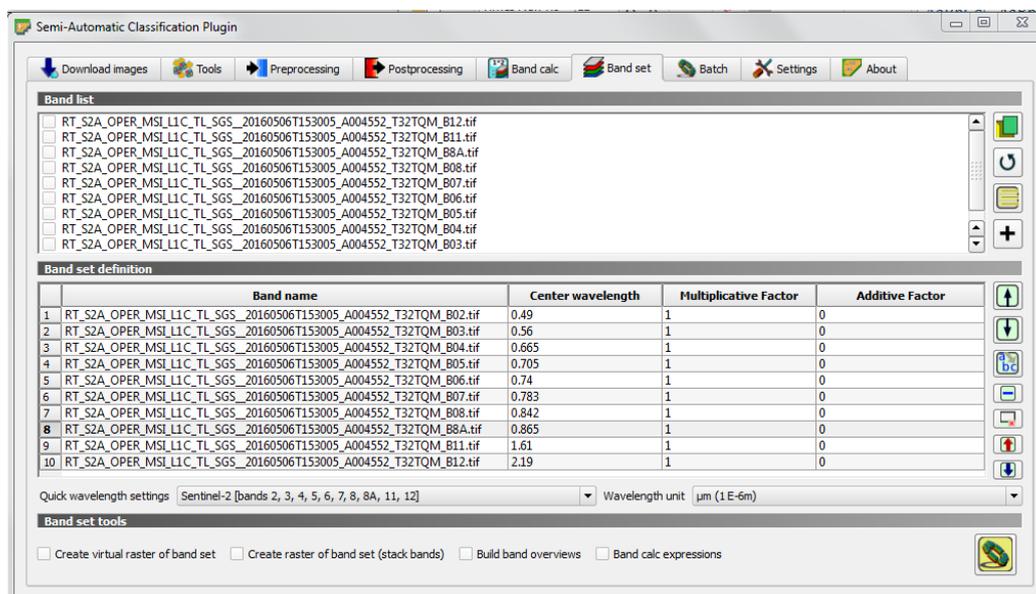


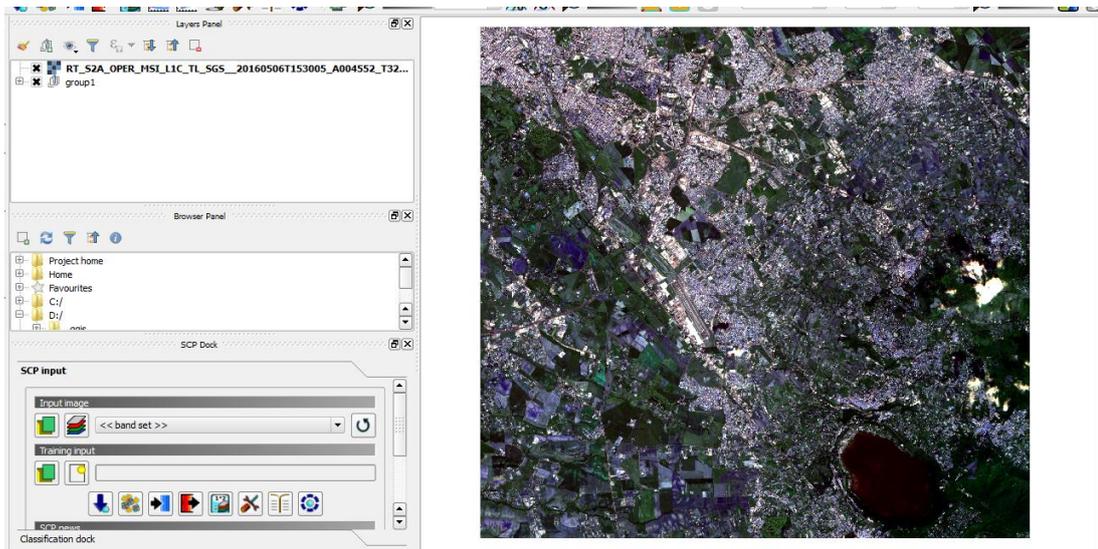
Figura 54. Ilustração de criação de bandas

3. Active a caixa de >> *Create virtual raster band of set* pressione o ícone



Executar (escolha uma pasta onde salvá-lo). Ver figura 55.

4. Como foi feito no EJ10, agrupe o resto das imagens em uma classe / grupo e desactive sua visualização para trabalhar de forma mais confortável.



**Figura 55.** Ilustração da banda virtual raster

### 13.3 Criação de ROIs e definição de limites / margens espectrais

Tal como no Exercício 11, o usuário deve criar uma série de ROIs para cada cobertura do solo. O processo é o mesmo descrito neste exercício. O usuário pode usar as mesmas classes:

**Tabela 4.** Classes de solo

Nome da classe	ID da classe
Água	1
Construção	2
Vegetação	3
Solo descoberto	4

Como novidade, vai se criar ROIs para cobertura de nuvem, atribuindo um ID de MC = 0.

Para trabalhar mais facilmente, faça isso com uma composição de cor RGB = 3-2-1

5. Agora crie alguns ROIs (um por cobertura, 5 no total) como foi feito no Exércio 1. **Lembre-se** que as ROIs são usadas na classificação de assinaturas de cobertura para definir uma região espectral. A classificação de assinaturas de cobertura de solo pode usar algoritmos de classificação adicionais para pixels que se encontram dentro de regiões sobrepostas ou fora de qualquer região espectral, portanto é importante que as ROIs sejam homogêneas para treinar correctamente o algoritmo adicional.

**Nota:** É possível que, ao criar o arquivo de entrada de treinamento, se defina o CRS (do inglês *Coordinates Reference Systems* ou Sistema de Referência de Coordenadas) das ROIs a serem criadas. Uma vez que a imagem a ser utilizada localiza-se na Itália, seu CRS é Zona WGS84 / UTM 32N.

6. Após a criação da ROI, seleccione, na lista de ROI, todos os itens e pressione

o ícone 

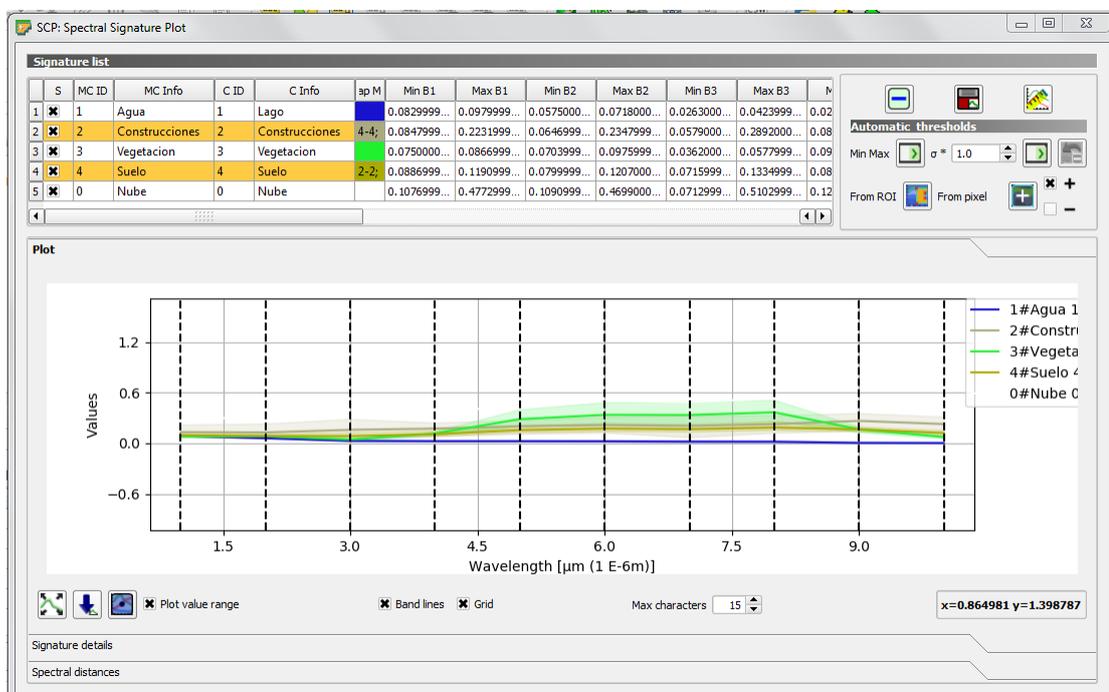
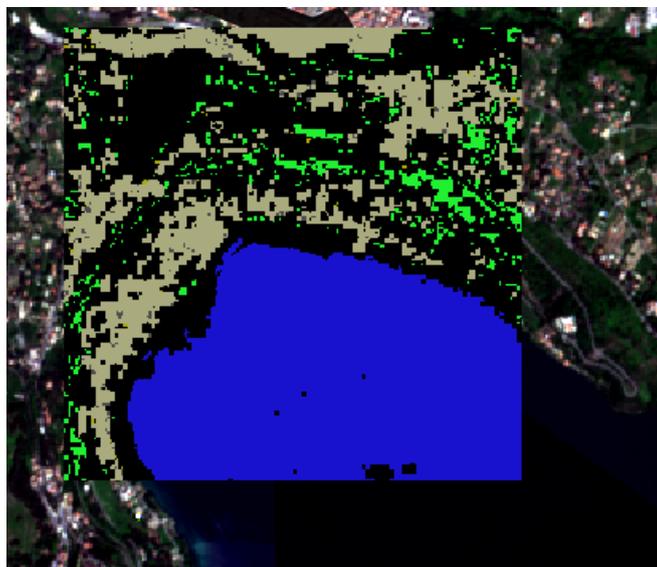


Figura 56. Valores de assinaturas espectrais

As assinaturas espectrais (Figura 56) apresentam-se com as respectivas cores; Além disso, a área semitransparente representa a faixa espectral de cada ROI. O valor mínimo e o máximo desses intervalos espectrais são apresentados na lista de assinaturas. O usuário pode editar manualmente esses intervalos ou usar as ferramentas de limites / margens automáticas. Vale a pena notar as mesmas faixas espectrais de assinaturas espectrais na ROI. A lista de assinaturas é apresentada no Limite de Assinatura.

7. Em >> *Classification algorithm*, seleccione >> *Activa LCS*  para usar as assinaturas espectrais na classificação da cobertura.
8. Agora, crie uma *Clasification Preview* perto do lago (veja o exercício 11) através do ícone .

O usuário pode ver quantos pixels permanecem em preto (não classificados), porque eles estão fora da faixa espectral definida nas assinaturas do usuário. Ver figura 57.



**Figura 57.** Ilustração de pixels não clasificados (em cor preta)

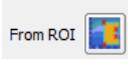
>> SCP: Spectral Signature Plot. Com a ferramenta

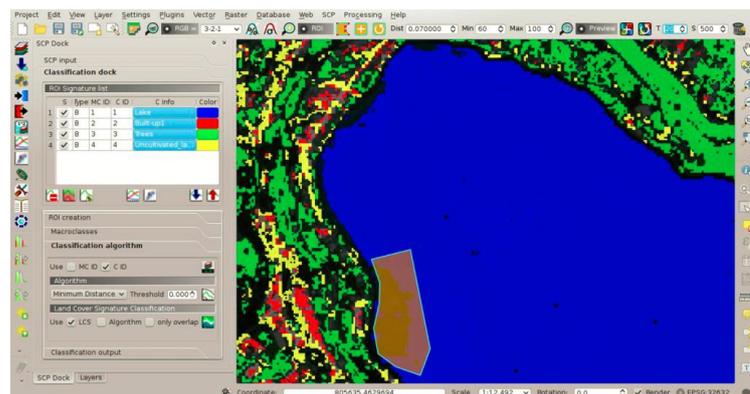
9. Volte para a janela >> *SCP: Spectral Signature Plot*. Com a ferramenta



O usuário pode aumentar a faixa espectral a incluir em cada uma

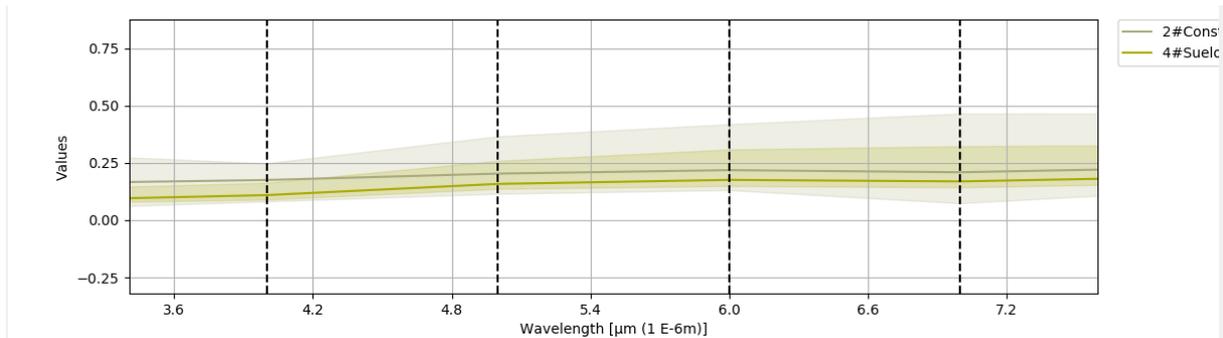
das coberturas. Para tal, seleccione uma das coberturas, clique no ícone, e seleccione um pixel dessa cobertura no mapa, mas um que não tenha sido classificado (pontos pretos). Depois, pressione o ícone  na classificação anterior e o usuário verá quão maior é área classificada e que agora o pixel está incluso na cobertura da classificação anterior.

Em vez de fazê-lo através de um pixel, é possível fazê-lo através de um ROI temporário. Para o efeito, crie um ROI usando o ícone , seleccione a cobertura a ser modificada em >> *SCP: Spectral Signature Plot* e pressione o ícone . Desta forma, a faixa espectral é ampliada de modo que inclua o valor mínimo e máximo dessa ROI para cada banda. Ao criar outra classificação prévia, poderá se notar que a área classificada estende-se conforme a ROI. Ver Figura 58.



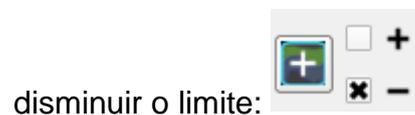
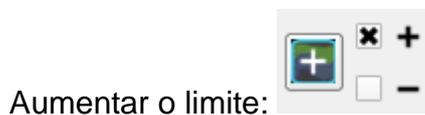
**Figura 58.** Ilustração de extensão da classificação com base nas ROI

Deve ser dada atenção especial às semelhanças espectrais das classes (Figura 59). Por exemplo, o solo descortado e as aglomerações urbanas podem ter assinaturas espectrais muito semelhantes. Portanto, várias ROIs devem ser colectadas na tentativa de separar essas classes. Intervalos espectrais não devem se sobrepor para evitar pixels não classificados. Na figura a seguir, duas assinaturas têm intervalos sobrepostos (o que significa que há potencialmente uma assinatura cujos valores estão em duas classes). Na figura abaixo pode se ver como a classe de solo é sobreposta na classe de construções.

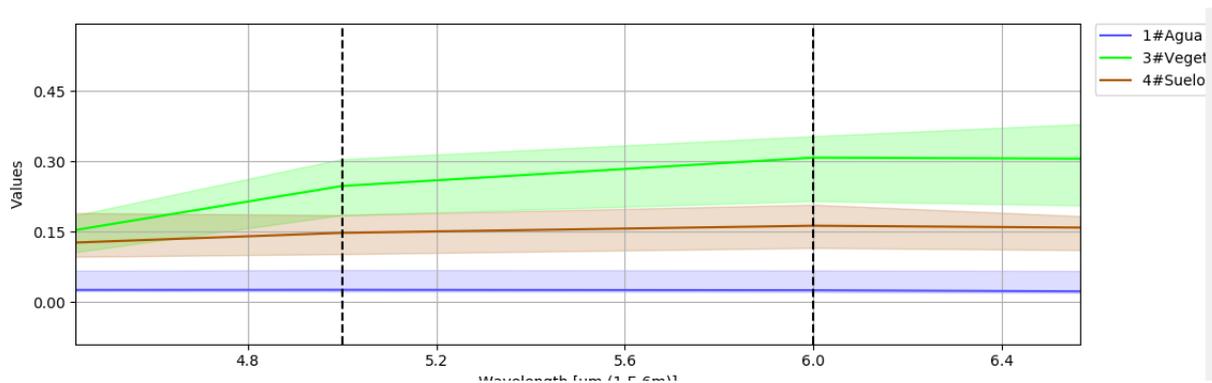


**Figura 59.** Ilustração de semelhança espectral entre classes de ROI

Como já foi feito anteriormente adicionando mais amplitude ao alcance do usuário através do uso de pixels ou ROIs, pode-se reduzir esse intervalo, activando a caixa + ou - (veja os ícones).



Desta forma, pode-se reduzir a sobreposição das assinaturas espectrais (amplitude do limite). Por exemplo, na imagem inferior o usuário pode ver o diagrama de assinatura espectral para água, solo e cobertura vegetal (Figura 60). Depois de várias modificações ampliando e reduzindo o limite, consegue-se algumas assinaturas com pouca sobreposição.



**Figura 60.** Diagrama de assinatura espectral da água, solo e cobertura vegetal

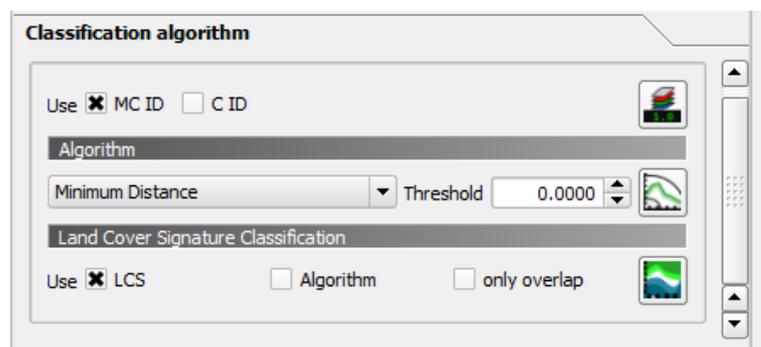
Além disso, é possível editar o intervalo directamente do gráfico. Em >> SCP:

*Spectral Signature Plot* resalte uma assinatura, clique no botão e, em seguida, clique dentro do gráfico para ampliar ou reduzir o intervalo. Como um procedimento geral, o usuário deverá comparar as assinaturas espectrais e identificar um ou mais

valores que poderiam separar os intervalos de sobreposição (se as faixas espectrais não se sobrepuserem em pelo menos uma faixa, então as classes se separam correctamente).

Caso duas regiões espectrais pertencentes a diferentes classes se sobreponham, o usuário deve considerar a redução das faixas, colectar outras assinaturas espectrais com faixas reduzidas ou estender a faixa espectral de uma assinatura para incluir a faixa da outra assinatura espectral a ser eliminada. Por exemplo, pode ser conveniente criar dois intervalos espectrais (com duas assinaturas espectrais) para a mesma classe, a fim de separar facilmente uma terceira assinatura espectral cujos valores estão entre os valores mínimo e máximo dos outros dois intervalos.

Assim, poderá se verificar o MC ID no algoritmo de classificação. Quando MC ID é verificado, a classificação é realizada usando todas as assinaturas espectrais (sem qualquer modificação dos valores espectrais originais), mas atribuindo o código macro classe. Além disso, somente as



assinaturas sobrepostas que pertencem a macro classes diferentes são destacadas na lista de assinaturas. Isso permite que as assinaturas espectrais com o mesmo ID de MC se sobreponham.

#### 13.4 Classificação de classes de cobertura de solo

Após a criação de inúmeras ROIs para cada grupo de macro classe e a definição das faixas espectrais, é possível criar uma classificação para todo o mapa ou imagem.

Para o efeito, o usuário deve ter seleccionado em >> *Classification Algorithm* as

abas relacionadas ao MC Id  e use LCS . Pressione o botão de execução /

Run  em >> *Classification Output* e escolha uma pasta de destino. Os pixels não classificados, apresentados em cor preta, são pixels cuja assinatura espectral não encontra-se completamente contida em nenhuma região espectral. Além disso, os

pixels contidos em mais de uma região espectral (que possuem IDs MC diferentes) são classificados como sobreposições de classes.

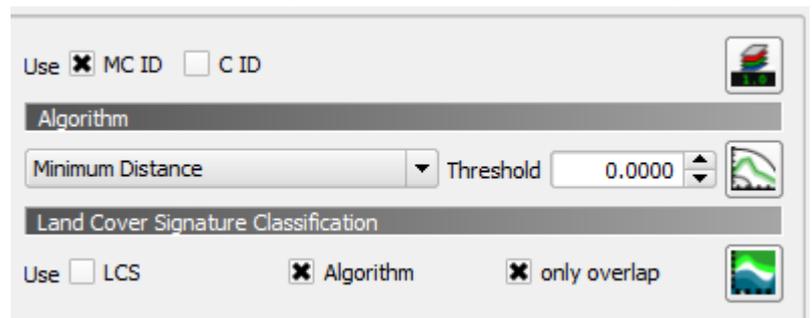
O usuário poderia criar outras regiões espectrais para classificar todos os pixels, incluindo os não classificados. Alternativamente, o usuário pode usar o >> *selected Algorithm* em >> *Classification Algorithm* para classificar estes pixels. Verifique o algoritmo e selecione >> *Minimun Distance* em >> *selected Algorithm* e, em seguida,

clique no botão  em >> *Classification Output*.

Os pixels que não tinham sido classificados pelo LCS, neste passo serão classificados usando >> *Minimun Distance*, que calcula a distância euclidiana entre pixels e assinaturas espectrais. Os pixels de cor preta são classificados como nuvens com o ID de MC especial = 0.

Além disso, pode-se usar >> *Minimun Distance*, para classificar apenas os píxeles que LCS etiquetou sobreposição de classes, deixando pixels não classificados cuja assinatura espectral não está completamente contida em qualquer região espectral. Active

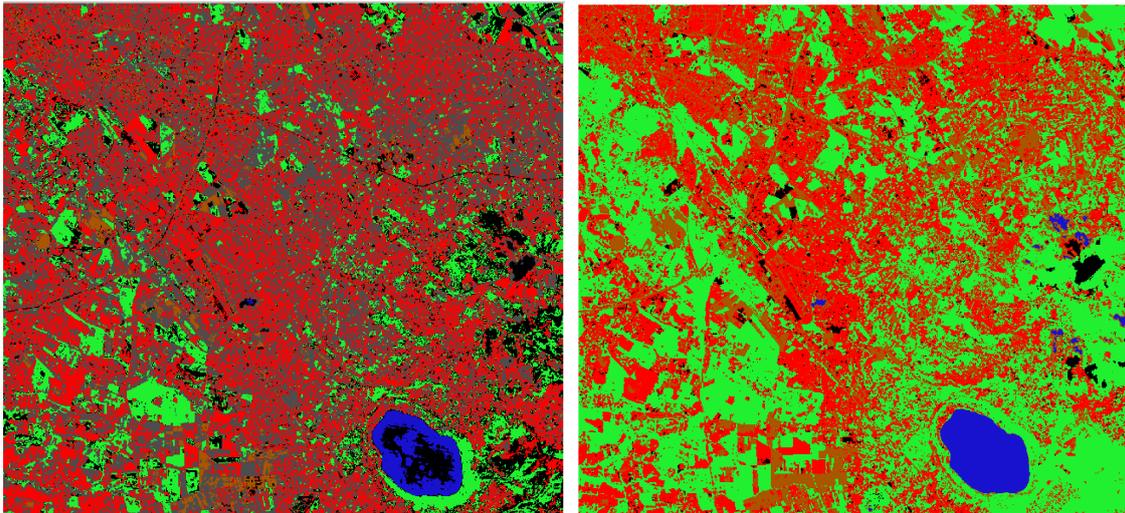
>> *Only overlap* em >> *Classification Algorithm* , deixando



*Algorithm* e seleccionando >> *Minimun Distance* (ver imagem) e então clique no

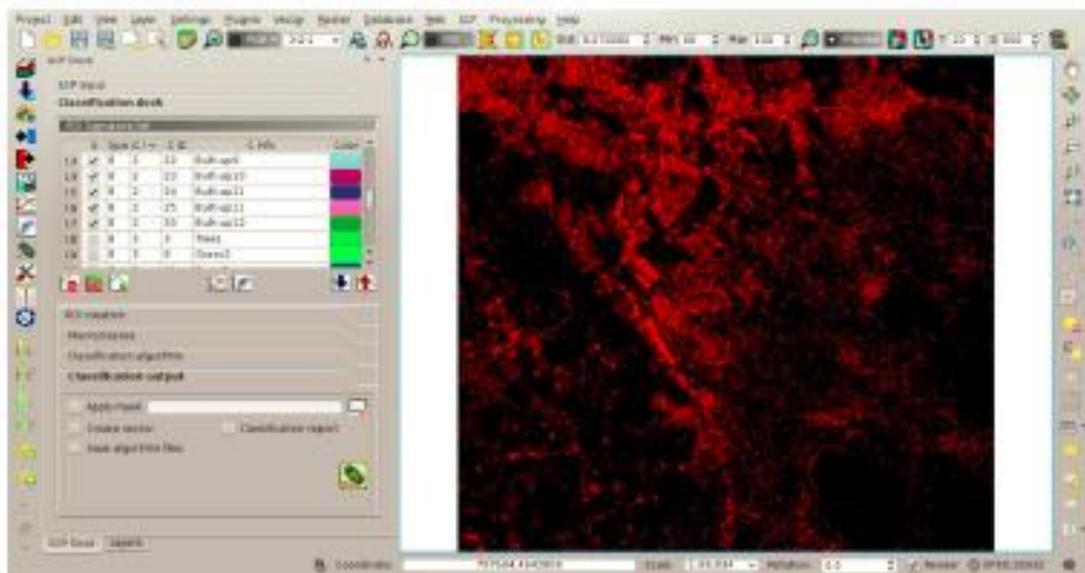
botão  em >> *Classification Output*.

Na imagem abaixo, o usuário pode ver o mapa final (Figura 61) criado a partir do LCS com poucas ROIs (esquerda) e o mapa criado a partir da opção de aplicar o Algoritmo de Mínima Distância aos pixels com sobreposição (direita). A cor cinzenta corresponde aos pixels sobrepostos e a preta aos pixels não classificados.



**Figura 61.** Ilustração de uma classificação de classes de uso

O procedimento realizado (LCS - *land cover signautre classification*) pode ser útil para a classificação de única classe de cobertura do solo, definindo apenas as faixas espectrais que identificam o objectivo do usuário. Caso haja interesse apenas na classificação de objectos concentrados (urbanizações), pode-se colectar apenas ROI para essa classe, obtendo uma classificação como na imagem a seguir para as áreas em construção. Ver Figura 62.



**Figura 62.** Ilustração de uma classificação de objectos concentrados

# **Projecto de Reforço de Capacidades em Detecção Remota para o Desenvolvimento Agrícola em Angola “K2K”**

## **Programa de formação de formadores**

### **Manual em Português “Teledetecção e serviços agrários”**

#### **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica e Detecção Remota para a Gestão Agrícola Através do Uso do Software Quantum Gis – Parte 2**

#### **Módulo 2: Introdução à Teledetecção ou Detecção Remota**



ISBN 978-989532641-9



Netherlands Enterprise Agency



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

**LABSIGDER**



**FutureWater**

Research and consultancy for a sustainable future of our water resources