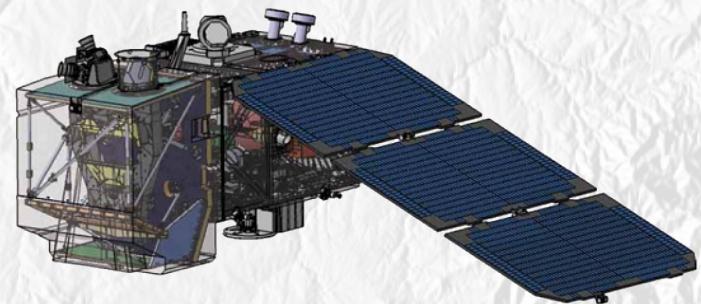
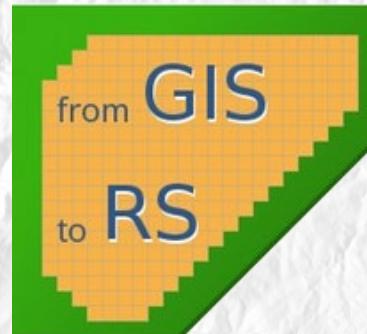


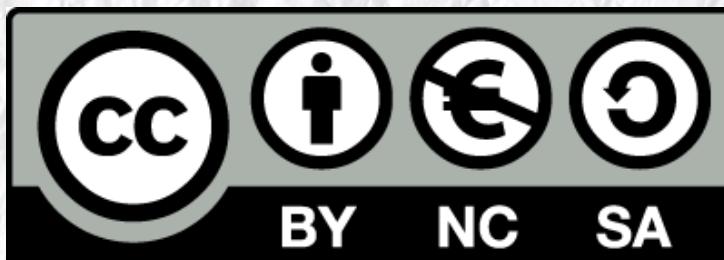


# **DETEÇÃO REMOTA E PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM COM O QGIS E O SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN**



**Pedro Venâncio**  
**Porto, 20 de Novembro de 2017**

Trabalho disponibilizado sob a licença:



Creative Commons  
Atribuição - Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos  
CC BY-NC-SA 3.0 Portugal

Esta licença permite que outros remisturem, adaptem e utilizem a obra noutras obras, para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito ao autor original e que licenciem as novas criações ao abrigo de termos idênticos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/pt/>

pedrongvenancio [at] gmail [dot] com

## Pedro Venâncio

- Licenciatura em Geologia (UC); Especialização em CAD/SIG; Pós-Graduação em Software Livre (IPT); Pós-Graduação em Proteção Civil (Parcial); Mestrado em SIG (UBI).
- Técnico Superior na Câmara Municipal de Pinhel.
- Co-fundador do Grupo de Utilizadores QGIS-PT.
- *Charter Member* da Fundação OSGeo.
- Sócio da OSGeo-PT.
- 12 anos de experiência em SIG e Detecção Remota, 7 dos quais, exclusivamente, com software *Open Source*.

**pedrongvenancio [at] gmail [dot] com**

# **PROGRAMA**

---

**0 - Breve Introdução à Deteção Remota e Processamento Digital de Imagem**

**1 - Instalação do Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)**

**2 - Acesso a Dados de Observação da Terra**

**3 - Pré-Processamento das Imagens**

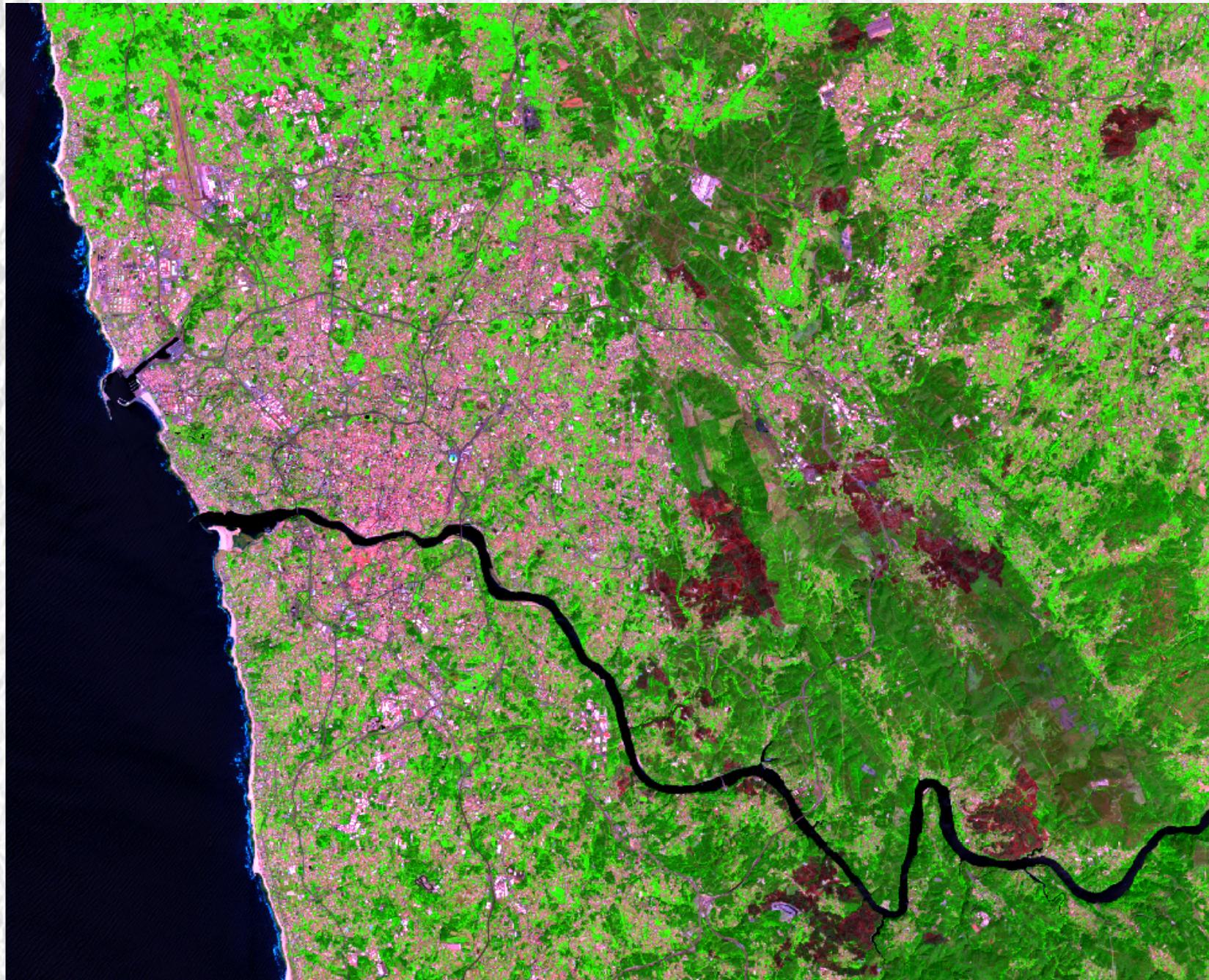
**4 - Criação de Imagens Compósitas RGB**

**5 - Cálculo de Índices Espectrais**

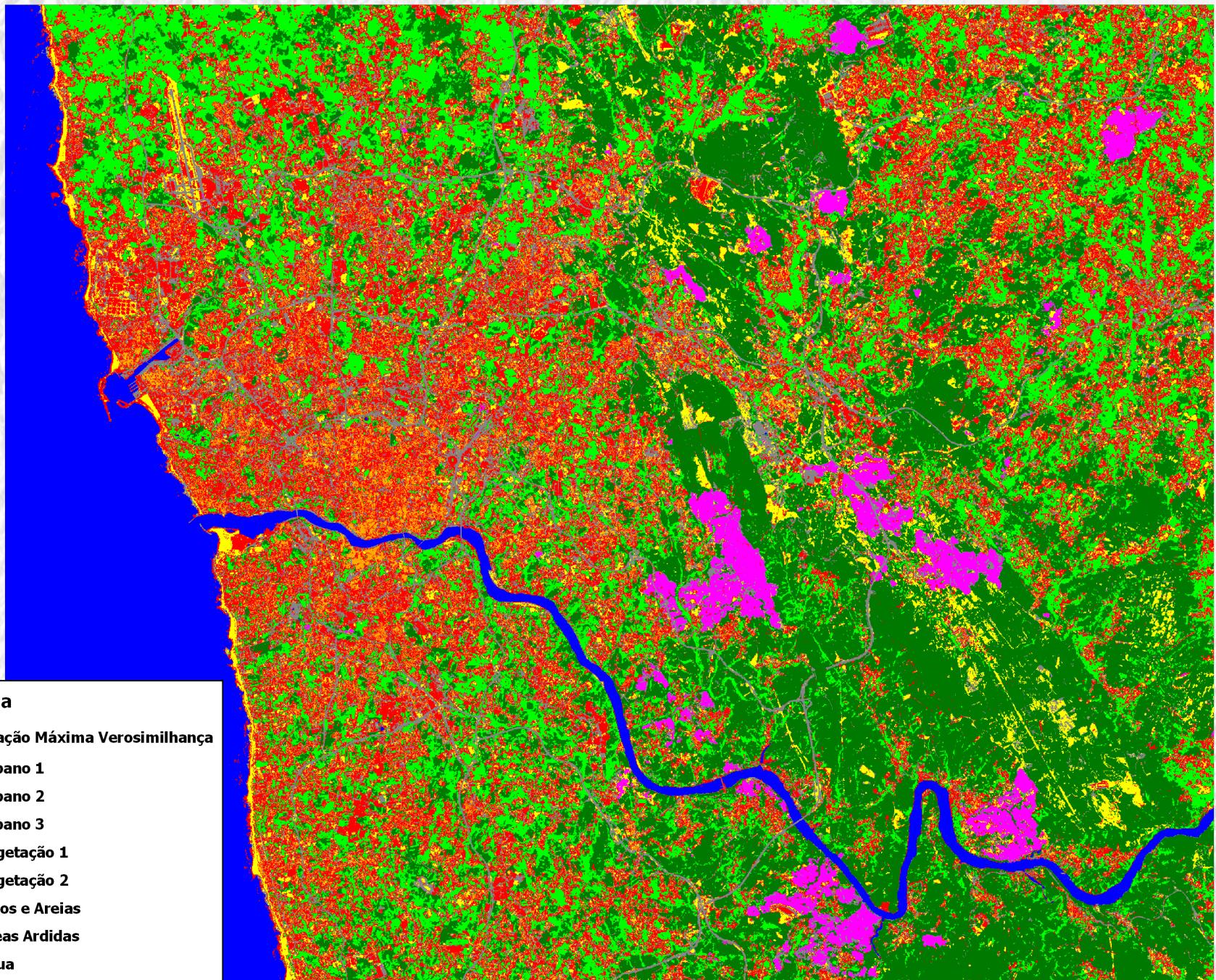
**6 - Classificação**

**7 - Pós-Processamento e Avaliação da Qualidade da Classificação**

# OBJETIVOS



# OBJETIVOS



# OBJETIVOS

			Reference									
			Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Aridas	Água	Total	
Classification		1	2	3	4	5	6	7	8			
	Urbano 1	1	64	0	0	0	0	57	0	0	121	
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893	
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610	
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713	
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536	
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510	
	Áreas Aridas	7	0	0	1	0	0	0	15760	0	15761	
	Água	8	0	0	0	0	0	0	0	714591	714591	
	Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735		

Precisão do Produtor	98,5	99,1	92,1	99,1	100,0	89,2	97,5	100,0	
Probabilid. amostra referência	8,5108054E-05	0,00194962913	0,0028517745	0,02471930709	0,00844402836	0,00504887166	0,02116309977	0,93573818144	

	Pixel corretamente classificados
	Pixel incorretamente classificados

$$\text{KAPPA} = (K1 - K2) / (1 - K2)$$

Precisão do Utilizador	Probabilid. Classificador	Produto das Probabilidades	khatl
52,9	0,0001584319168	1,348383221E-08	0,528885524
77,9	0,0024786084178	4,832367162E-06	0,778755131
76,8	0,0034174157267	9,745699035E-06	0,7675363
100,0	0,0245019542119	0,0006056713305	1
98,7	0,0085579422182	7,22635068E-05	0,986575752
97,9	0,0045958349427	2,320378081E-05	0,979383087
100,0	0,0206367391831	0,0004367373702	0,99993518
100,0	0,9356530733828	0,8755263053434	1
	SOMA (K2)	0,8766787728817	

99,8	Precisão Global
0,998376400191166	K1

0,986834384908638	KAPPA
-------------------	-------

0,986834384908637	khat
-------------------	------

---

# **BREVE INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA E PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM**

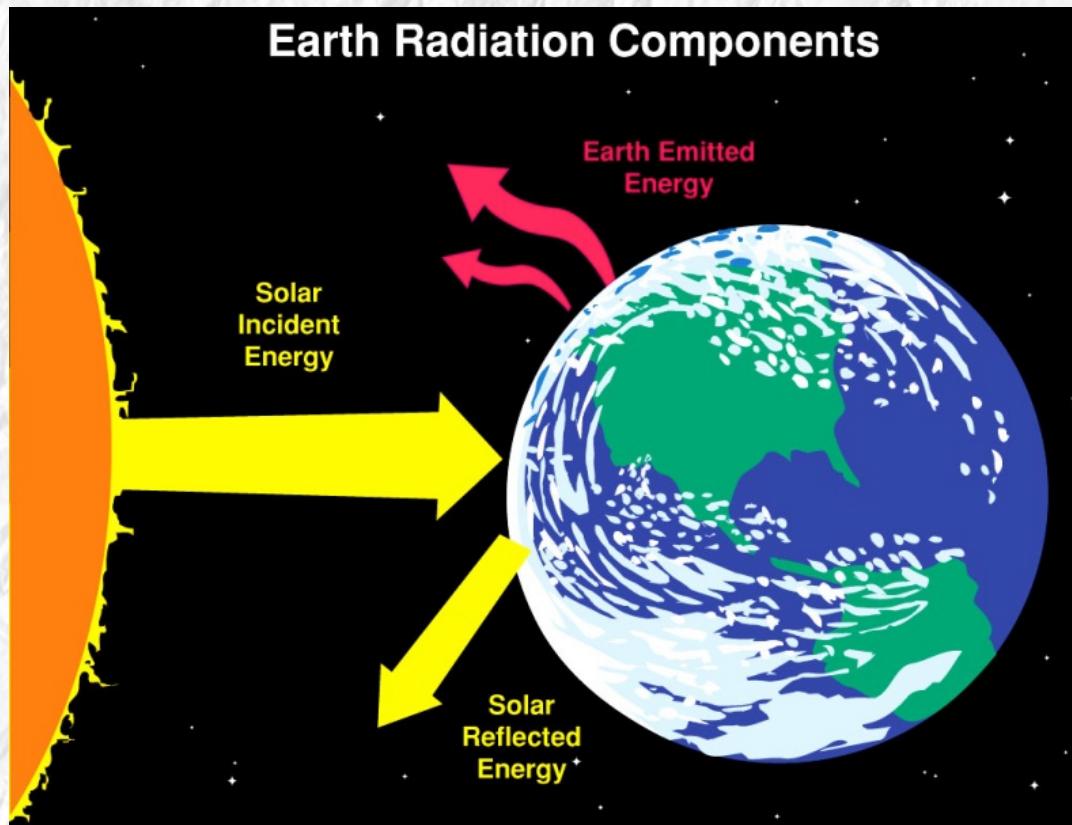
# **INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA**

---

- É uma técnica de observação de objetos e de obtenção de informação, à distância.
- É definida como a ciência da aquisição, processamento e interpretação de imagens obtidas por meios aéreos e por satélite, que registam a interação entre o terreno e a radiação eletromagnética.
- Baseia-se no princípio de que todos os objetos da superfície terrestre interagem com a energia que recebem do Sol, ou do próprio satélite (no caso de sistemas de Deteção Remota ativos), sob a forma de energia eletromagnética.

# INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA

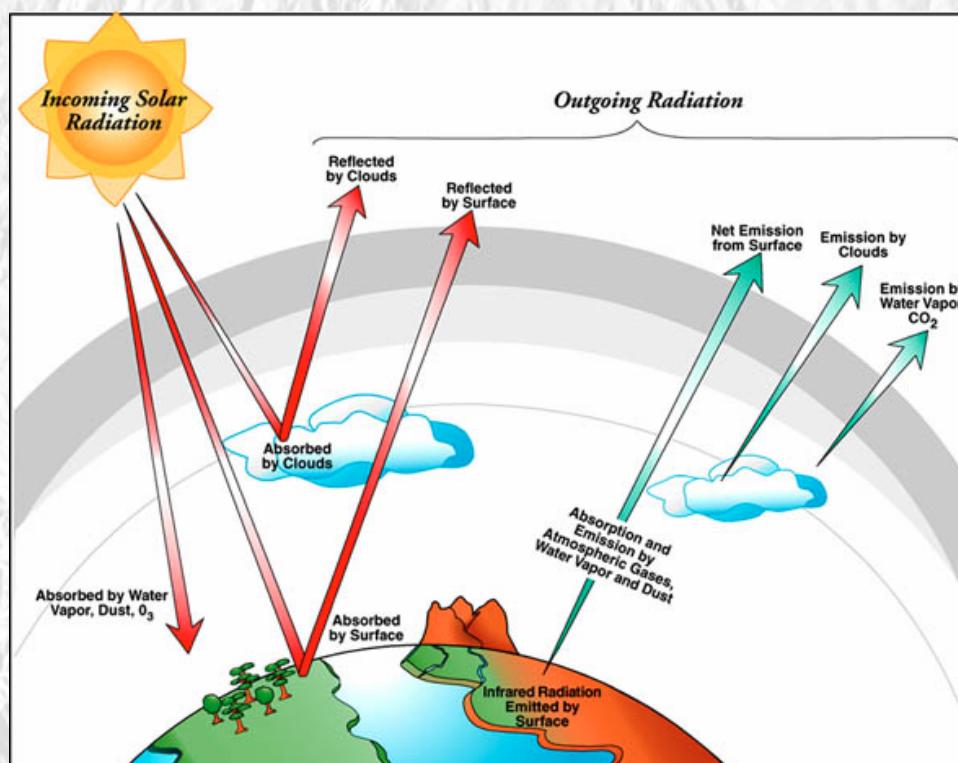
- Envolve a deteção e a medição da radiação, em diferentes comprimentos de onda, refletida ou emitida pelos objetos ou materiais.



Fonte: NASA ARSET

# INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA

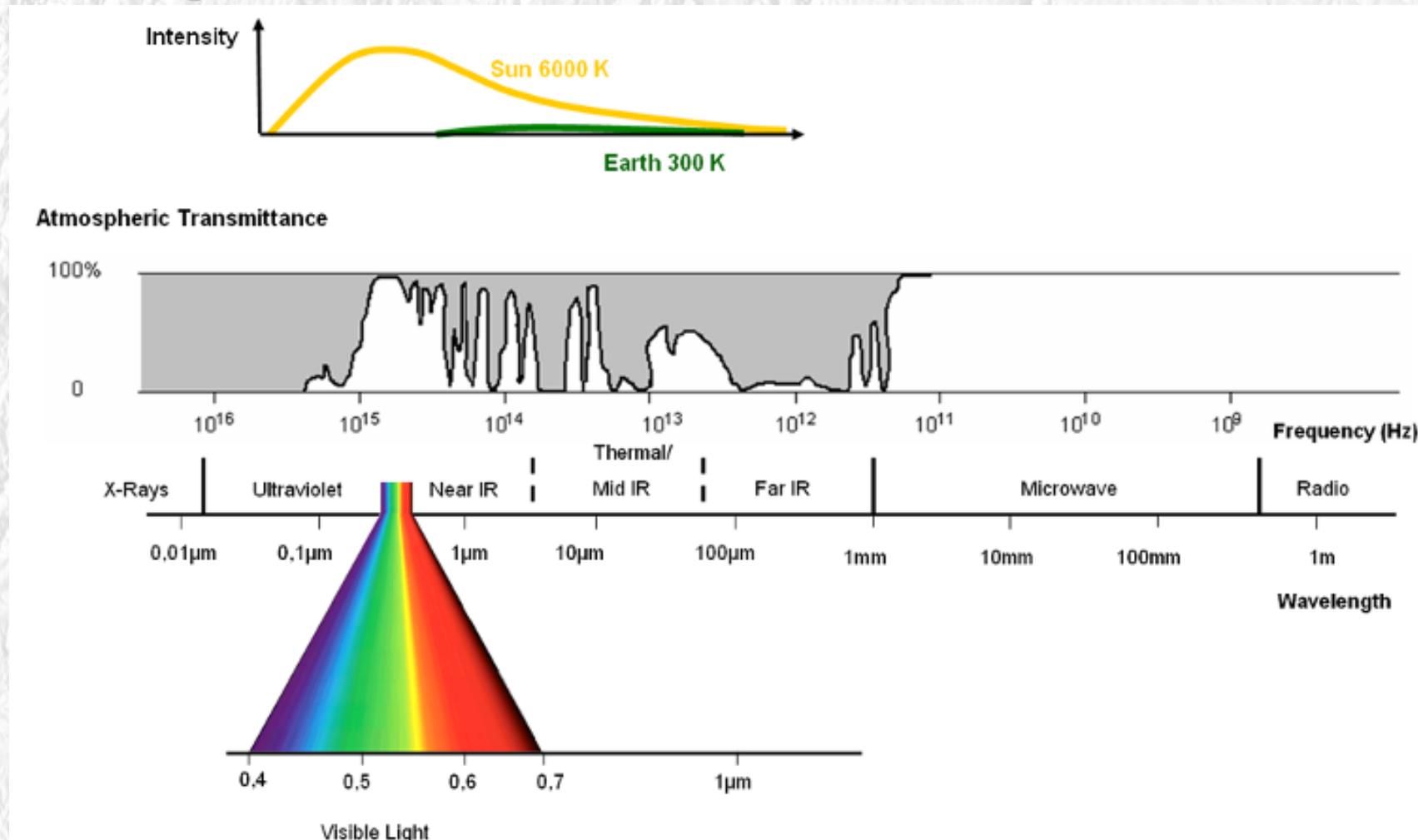
- A radiação eletromagnética refletida e emitida é influenciada pela superfície (floresta, água, solo, neve, gelo, etc.) e pelas condições atmosféricas.
- A radiação refletida ou emitida pela superfície terrestre, tem de atravessar a atmosfera até chegar aos sensores a bordo dos satélites, o que interfere com o sinal e obriga à aplicação de métodos de correção atmosférica.



Fonte: NASA ARSET

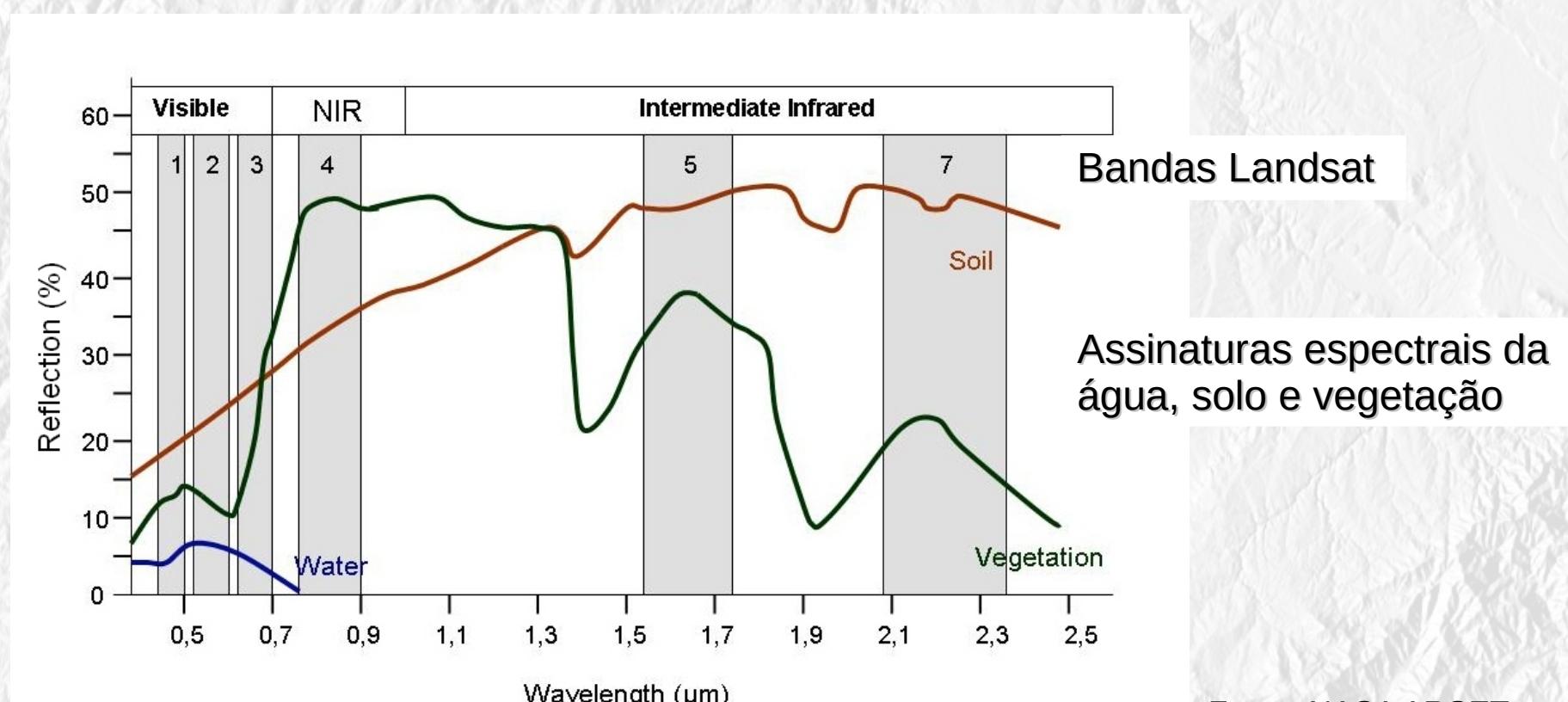
# INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA

- A radiação eletromagnética desloca-se na forma de uma onda, que possui diferentes comprimentos de onda, em função da região do espectro eletromagnético.



# INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA

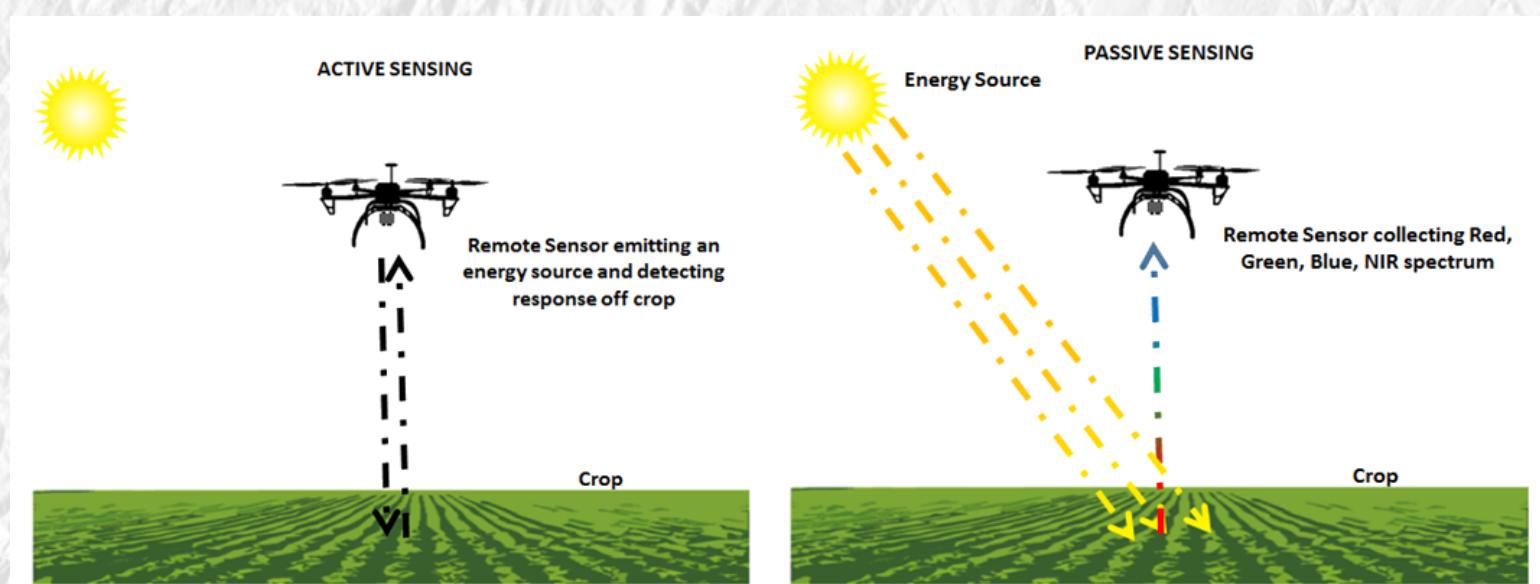
- As imagens (nas diversas bandas) registam informação em diferentes comprimentos de onda, representando partes específicas do espectro eletromagnético .
- Todos os materiais possuem uma assinatura espectral própria.



Fonte: NASA ARSET

# INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA

- Os principais sistemas de Deteção Remota dividem-se entre:
  - Sistemas óticos, que detetam a radiação eletromagnética refletida ou emitida pela superfície terrestre, designados sistemas de Deteção Remota passivos;
  - Dispositivos de microondas, designados RADAR ("RAdio Detection And Ranging") que, quando produzem o sinal que ilumina o alvo, são designados sistemas de Deteção Remota ativos.



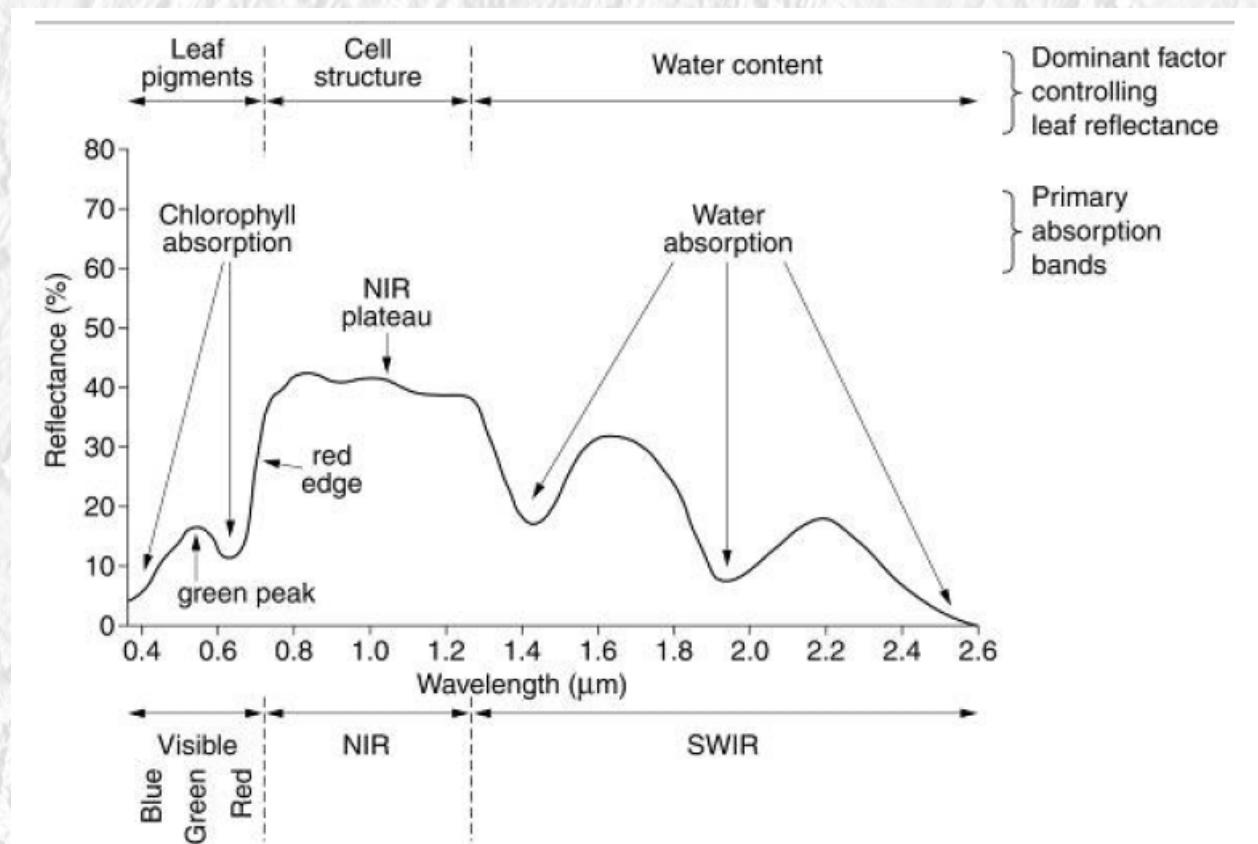
# INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA

---

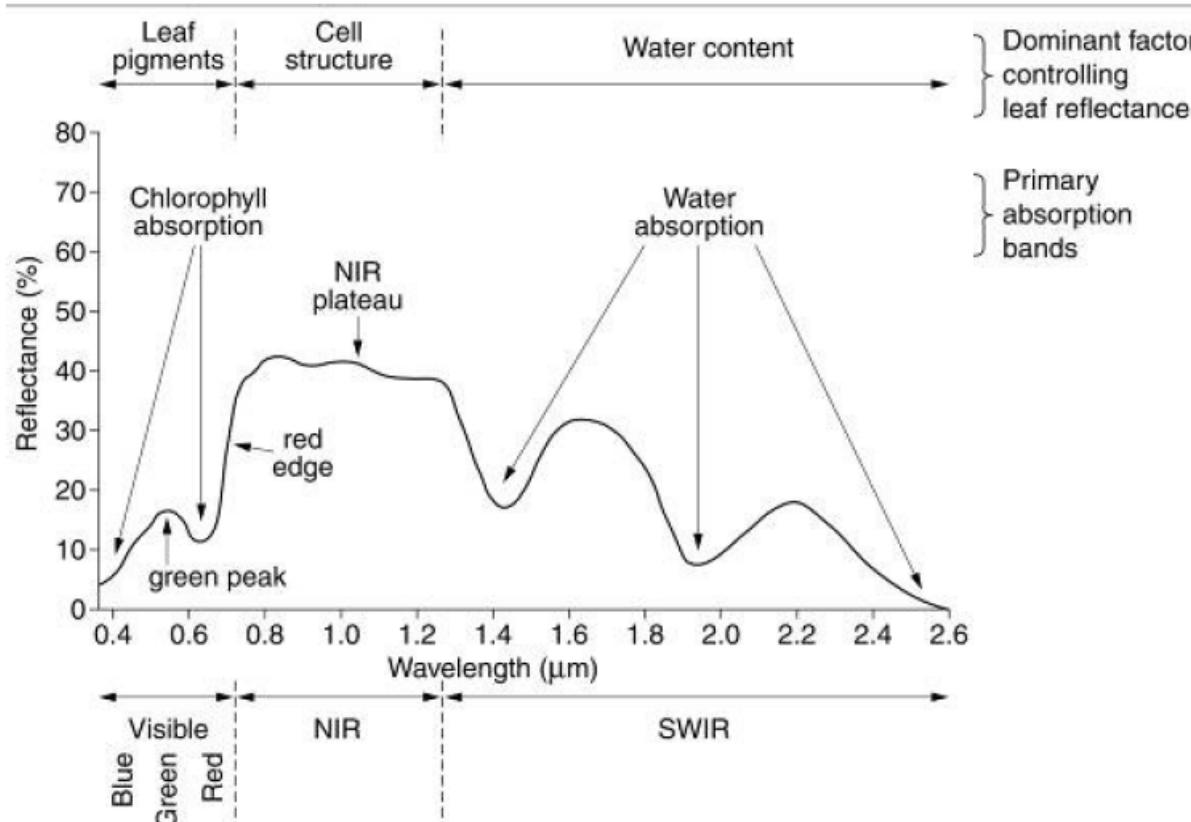
- Os sistemas óticos centram-se numa parte do espectro que inclui a luz visível (aquele que é perceptível pelos nossos olhos) e a radiação infravermelha (invisível para os nossos olhos).
- É onde tende a concentrar-se a maior parte da energia proveniente do Sol.
- É onde a maioria dos processos vivos ocorrem, como por exemplo, a fotossíntese das plantas.
- Existe, nesta zona do espectro, uma denominada “janela atmosférica”, que permite a passagem de quase toda a radiação solar, através da atmosfera.
- Noutras zonas, como é o caso da região do ultravioleta, a atmosfera, através da camada do Ozono, absorve praticamente a totalidade da radiação solar.

# INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA

- A clorofila das plantas absorve a parte visível da radiação eletromagnética nos comprimentos de onda do azul e do vermelho.
- Na região do infravermelho próximo (NIR), os pigmentos de clorofila não absorvem tanto a radiação, sendo grande parte dessa energia refletida.

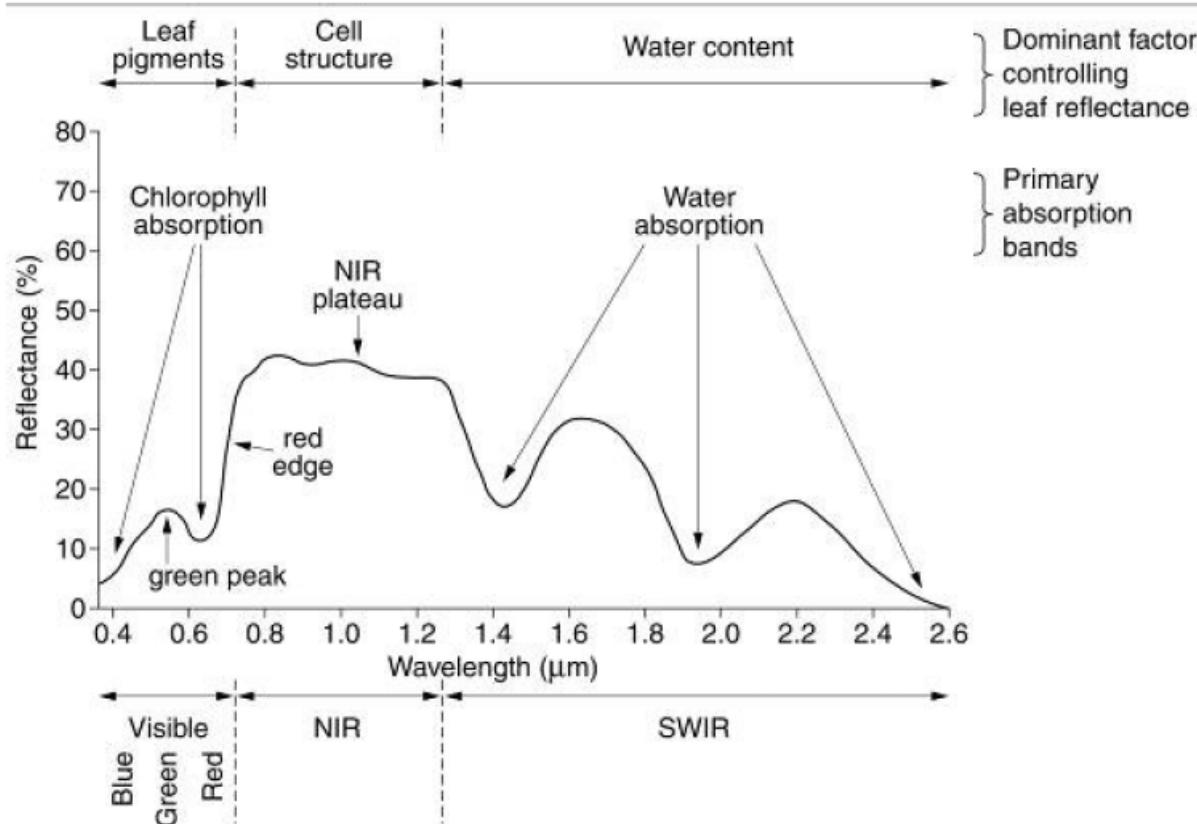


# INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA



- A imagem apresenta a curva espectral característica da vegetação, com dois picos de absorção na zona do azul e do vermelho (cerca de 90% da radiação é absorvida), e um pico de transmissão na região do infravermelho próximo (cerca de 40 a 50% da energia é refletida). O pequeno pico de refletância na zona do verde, é o que confere a cor verde à vegetação aos olhos humanos.

# INTRODUÇÃO À DETEÇÃO REMOTA

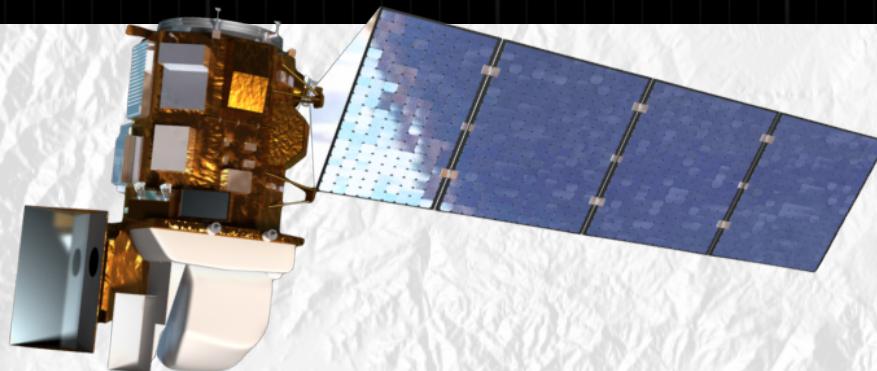
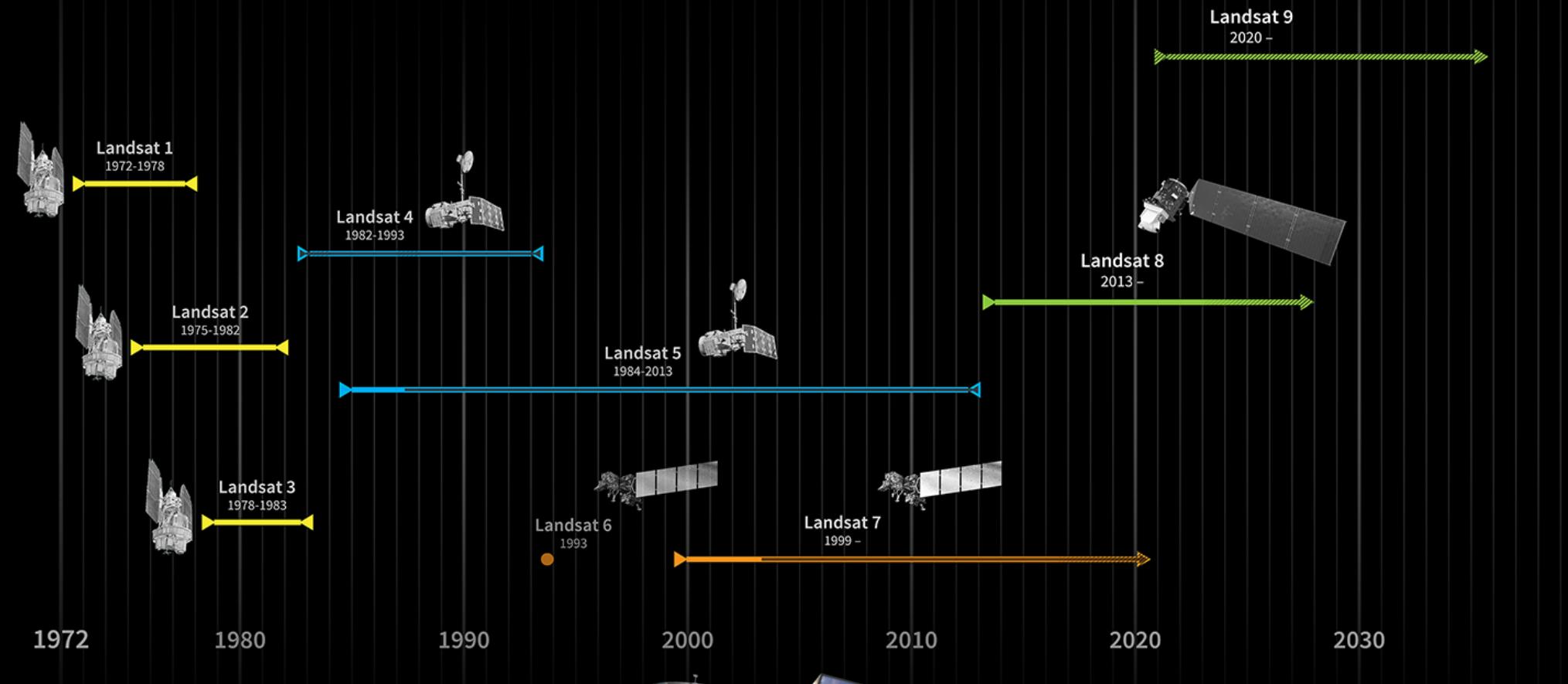


- Por isso, as plantas aparecem muito brilhantes e claras nas imagens / bandas do infravermelho próximo.
- Quanto mais clorofila estiver presente na planta, mais saudável ela é, mais ativa é fotossinteticamente e mais refletância apresenta nessas bandas.

# **SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO DA TERRA DE ALTA RESOLUÇÃO**

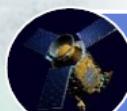
# SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO DA TERRA DE ALTA RESOLUÇÃO

## BUILDING ON THE LANDSAT LEGACY



- Programa Landsat (NASA)

# SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO DA TERRA DE ALTA RESOLUÇÃO

Space Component	THE SENTINELS		Key Features
	Sentinel Mission and Status		
	SENTINEL-1: 9-40m resolution, 6 days revisit at equator	<i>S1-A and B in orbit</i>	Polar-orbiting, all-weather, day-and-night radar imaging
	SENTINEL-2: 10-60m resolution, 5 days revisit time	<i>S2-A in Orbit S2-B in Orbit</i>	Polar-orbiting, multispectral optical, high-res imaging
	SENTINEL-3: 300-1200m resolution, <2 days revisit	<i>S3-A in Orbit S3-B Launch Q4 2017</i>	Optical and altimeter mission monitoring sea and land parameters
	SENTINEL-4: 8km resolution, 60 min revisit time	<i>1st Launch Q4 2022</i>	Payload for atmosphere chemistry monitoring on MTG-S
	SENTINEL-5p: 7-68km resolution, 1 day revisit	<i>Launch in Q2 2017</i>	Mission to reduce data gaps between Envisat, and S-5
	SENTINEL-5: 7.5-50km resolution, 1 day revisit	<i>1st Launch in 2021</i>	Payload for atmosphere chemistry monitoring on MetOp 2 <sup>nd</sup> Gen
	SENTINEL-6: 10 days revisit time	<i>July 2020</i>	Radar altimeter to measure sea-surface height globally

10



European  
Commission

- Programa Sentinel (Comissão Europeia / ESA)

# SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO DA TERRA DE ALTA RESOLUÇÃO

## S E N T I N E L - 2



### Key Features:

- Multispectral optical sensor
- 10-60m resolution, 5 days revisit time
- First unit launched on 22/6/2015
- Second launched on 7/03/2017
- 2 more units are ordered

### Contributes to:



Copernicus Land Monitoring Service



Copernicus Emergency Management Service



Copernicus Climate Change Service



Copernicus Security Service

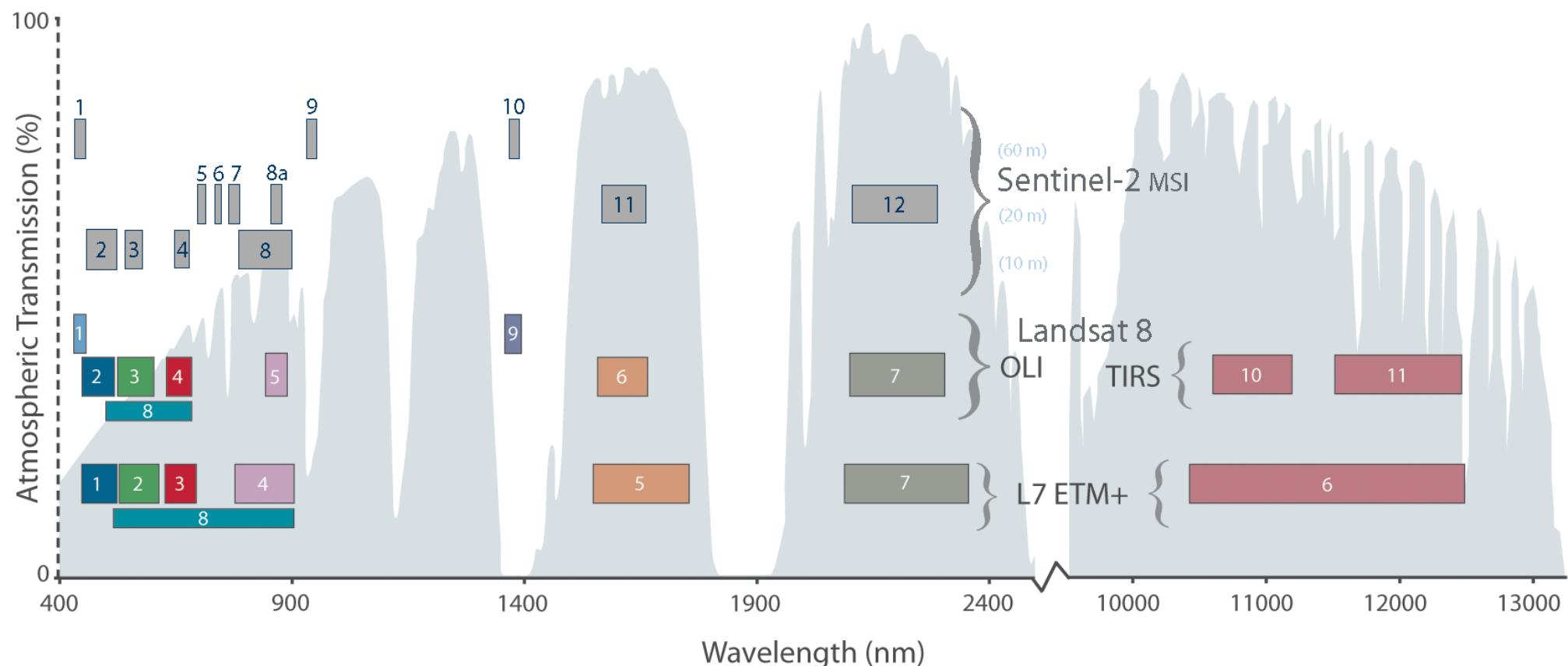
- Programa Sentinel (Comissão Europeia / ESA)

# SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO DA TERRA DE ALTA RESOLUÇÃO

	LANDSAT 7	LANDSAT 8	SENTINEL-2
<b>Lançamento</b>	Abril 1999	Fevereiro 2013	Junho 2015 Março 2017
<b>Resolução espacial (m)</b>	15m (1 Pan) + 30m (6 Multi) + 60m (1 Térmica)	15m (1 Pan) + 30m (8 Multi) + 100m (2 Térmicas)	10m (4 Multi) + 20m (6 Multi) + 60m (3 Atmosféricas)
<b>Resolução espectral</b>	8 bandas	11 bandas	13 bandas
<b>Resolução temporal</b>	16 dias	16 dias	5 dias (Sentinel-2A + Sentinel-2B)
<b>Resolução radiométrica</b>	8 bits	12 bits → 16 bits	12 bits
<b>Altitude (Km)</b>	705	705	786
<b>Faixa de Varrimento (Km)</b>	185	185	290

# SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO DA TERRA DE ALTA RESOLUÇÃO

Comparison of Landsat 7 and 8 bands with Sentinel-2



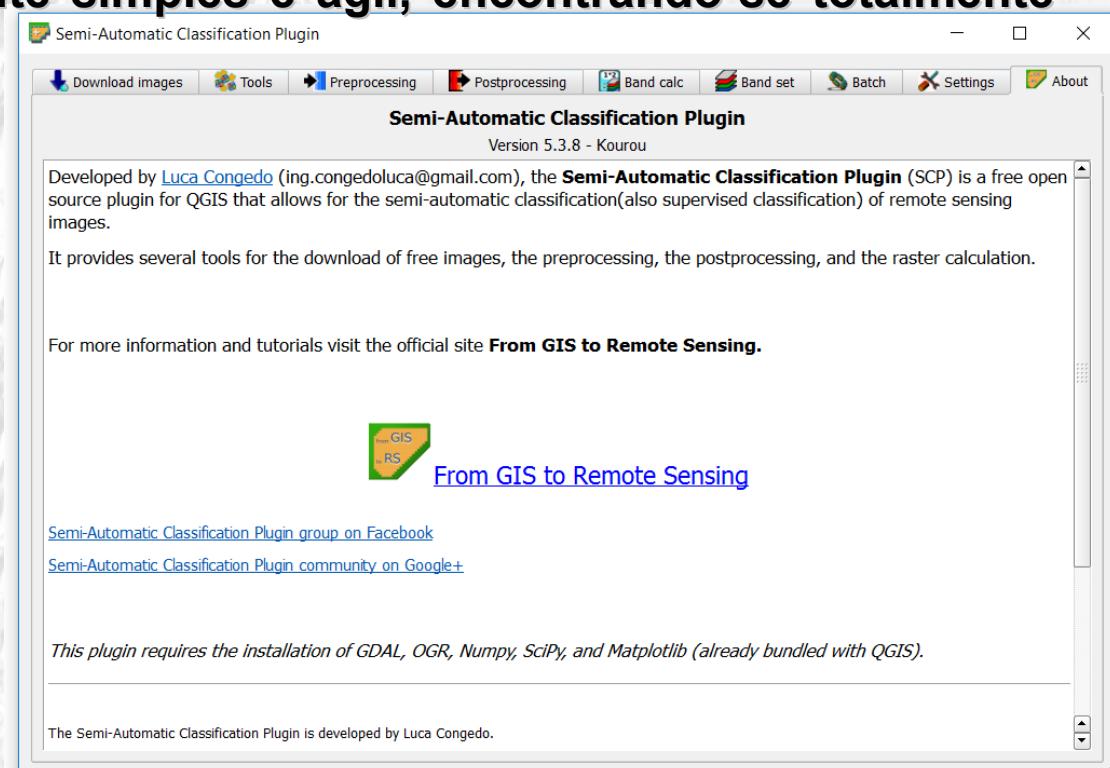
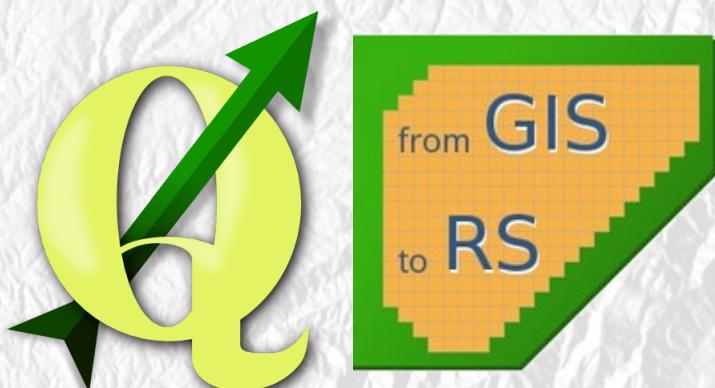
---

# **QGIS**

## **SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN**

# SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN

- O Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) é um projeto desenvolvido pelo Luca Congedo (<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>).
- É um plugin para o QGIS, que permite descarregar imagens Sentinel-2, Landsat, ASTER e MODIS, fazer o pré-processamento, a classificação e o pós-processamento, de forma bastante simples e ágil, encontrando-se totalmente integrado no QGIS.



# SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN

- Possui um manual bastante completo e abrangente.

---



**Semi-Automatic Classification Plugin  
Documentation**  
*Release 5.3.6.1*

Luca Congedo

Jun 24, 2017

# INSTALAÇÃO DO SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN

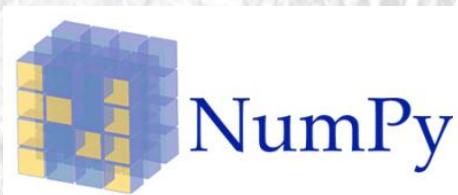
- É necessário ter instalados, previamente, alguns pacotes de software, que são requisitos do SCP, nomeadamente: GDAL/OGR, Numpy, SciPy e Matplotlib.
- GDAL/OGR e Matplotlib já deverão estar instalados.
- Numpy e SciPy, que acrescentam capacidades de computação científica à linguagem de programação Python, poderão, ou não, estar instalados.
- A sua instalação depende do Sistema Operativo e da forma que se utilizou para instalar o QGIS.



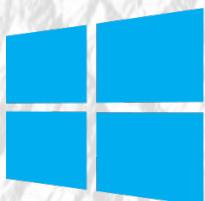
# INSTALAÇÃO DO SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN

- Usar um gestor de pacotes gráfico, como o Synaptic, ou a consola / terminal simplesmente com:

```
sudo apt-get install python-numpy python-scipy python-matplotlib
```



# INSTALAÇÃO DO SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN

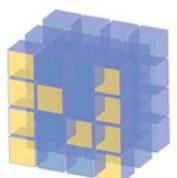


- Abrir o OSGeo4W, selecionar “Advanced Install”, pesquisar e instalar os pacotes (Libs) `python-numpy`, `python-scipy` e `matplotlib`, caso não estejam já instalados.



[QGIS Standalone Installer](#)

- À partida os pacotes estarão instalados mas, caso não estejam, sugere-se seguir o [tutorial de instalação do plugin photo2shape](#), na parte que diz respeito à instalação/utilização do PyPi (Python Package Index).

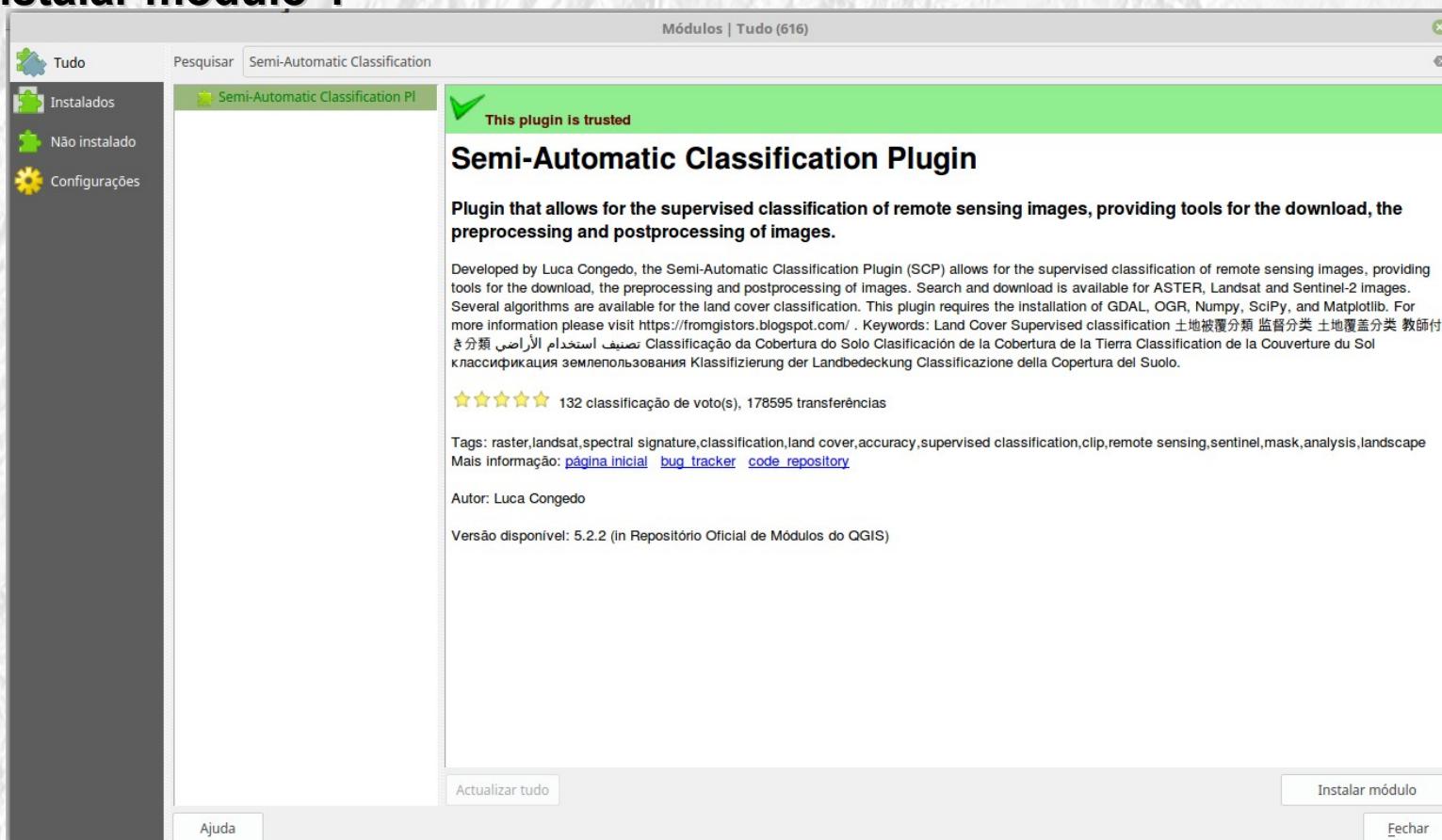


NumPy

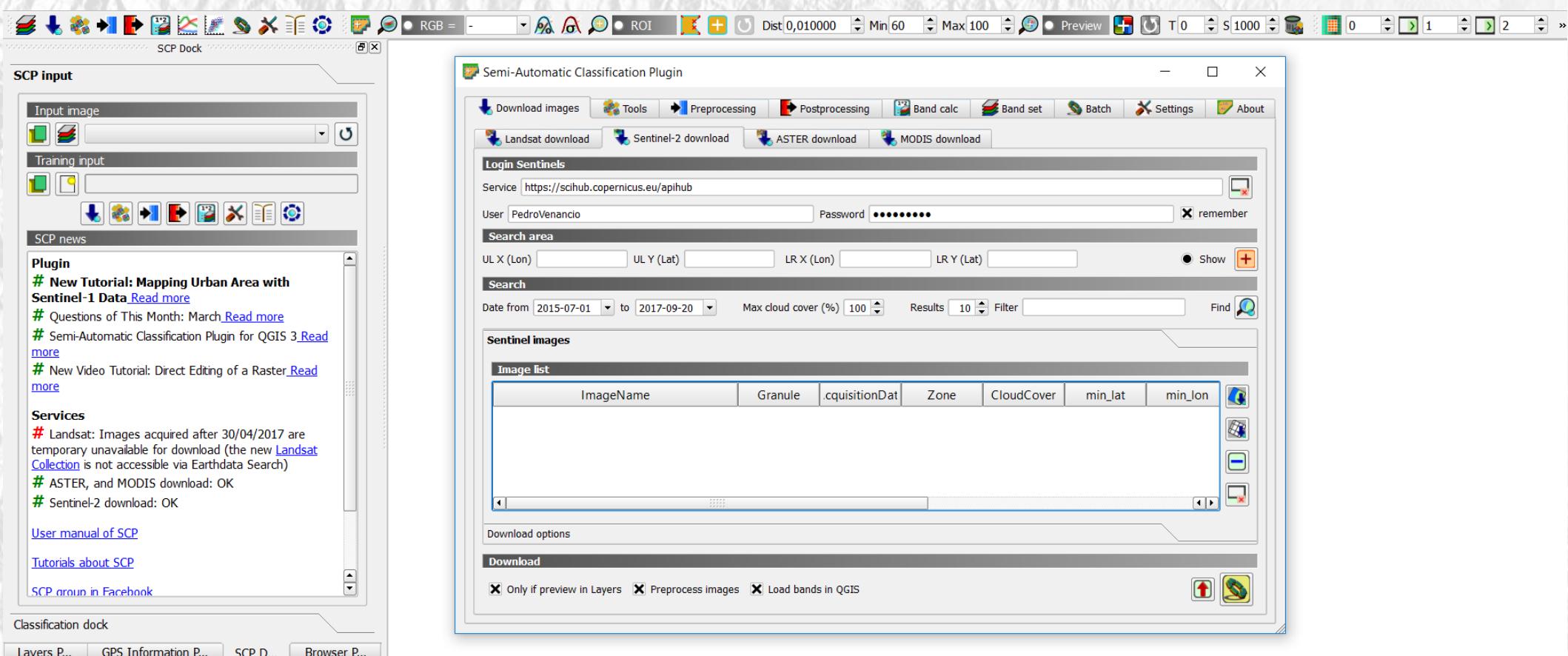


# INSTALAÇÃO DO SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN

- Depois das dependências satisfeitas, instala-se o SCP propriamente dito, a partir do menu Módulos -> Gerir e Instalar Módulos.
- No gestor de módulos, faz-se a pesquisa por “Semi-Automatic Classification” e “Instalar módulo”.



# INSTALAÇÃO DO SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN



---

# **ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA**

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## USGS EarthExplorer

https://earthexplorer.usgs.gov

USGS science for a changing world

EarthExplorer Page Expires in 1:59:33

Home Login Register RSS Feedback Help

Search Criteria Summary (Show) Clear Criteria

Mapa Satélite (44° 29' 47" N, 014° 57' 32" W) Options Overlays

1. Enter Search Criteria

To narrow your search area: type in an address or place name, enter coordinates or click the map to define your search area (for advanced map tools, view the [help documentation](#)), and/or choose a date range.

Address/Place Path/Row Feature Circle

Coordinates Predefined Area Shapefile KML

Degree/Minute/Second Decimal

No coordinates selected.

Use Map Add Coordinate Clear Coordinates

Date Range Result Options

Search from: mm/dd/yyyy to: mm/dd/yyyy

Search months: (all)

Data Sets » Additional Criteria » Results »

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## USGS EarthExplorer

https://ers.cr.usgs.gov/login/

**USGS**  
science for a changing world

USGS Home  
Contact USGS  
Search USGS

EROS Registration System (ERS)

ERS consolidates user profile and authentication for all EROS web services into a single independent application.

### Sign In

sign in with your existing USGS registered username and password

Registered USGS Username

Registered USGS Password

[forgot password?](#)

[Sign In](#)

Don't have an account?

[Create New Account](#)

OMB number 1028-0119  
OMB expiration date 06/30/2019

Privacy and Paperwork Reduction Act statements: 16 U.S.C. 1a7 authorized collection of this information. This information will be used by the U.S. Geological Survey to better serve the public. Response to this request is voluntary. No action may be taken against you for refusing to supply the information requested. The time required to complete this information collection is estimated to average 5 minutes per response. We will not distribute responses associated with you as an individual. We ask you for some basic organizational and contact information to help us interpret the results and, if needed, to contact you for clarification. Comments on this collection should be sent to [custserv@usgs.gov](mailto:custserv@usgs.gov).

Accessibility FOIA Privacy Policies and Notices Feedback Help

U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey  
URL: https://ers.cr.usgs.gov  
Page Contact Information: [custserv@usgs.gov](mailto:custserv@usgs.gov)  
Page Last Modified: 08/09/2017

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## USGS EarthExplorer

Cancel

### User Registration

User Credentials      Contact Demographic      Contact Information      Complete Registration

*Registration and login credentials are required to access all system features and download data from USGS EROS web services. To ensure privacy and security, ERS uses Hypertext Transfer Protocol with Secure Sockets Layer (HTTPS) to encrypt user authentication.*

*To register, please create a username and password. The information gathered from the registration process is not distributed to other organizations and is only used to determine trends in data usage. Review [USGS Privacy Policies](#).*

*The Cancel button can be used to exit the registration process at any time and information entered will be lost.*

**Username**

**New Password**

**Confirm New Password**

  
Type the text  Privacy & Terms

**Username Requirements**

- Must be between 4 and 30 characters
- May contain alphabetic and numeric characters
- May only contain the following special characters
  - period ". "
  - at sign "@"
  - underscore "\_"
  - dash "-"

**Password Requirements**

- Must be between 8 and 16 characters
- Must contain at least one alphabetic character
- Must contain at least one numeric character
- May only contain the following special characters
  - comma ","
  - hyphen "-"
  - period ". "
  - pipe "|"
  - pound "#"
  - underscore "\_"

OMB number 1028-0119  
OMB expiration date 06/30/2019

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## USGS EarthExplorer

https://earthexplorer.usgs.gov

Home Save Criteria Load Favorite Manage Criteria

Item Basket (0) PedroVenâncio RSS Feedback Help

Search Criteria Data Sets Additional Criteria Results

1. Enter Search Criteria  
To narrow your search area: type in an address or place name, enter coordinates or click the map to define your search area (for advanced map tools, view the [help documentation](#)), and/or choose a date range.

Address/Place Path/Row Feature Circle

Coordinates Predefined Area Shapefile KML

Degree/Minute/Second Decimal

1. Lat: 41° 20' 08" N, Lon: 008° 50' 34" W  2. Lat: 41° 20' 45" N, Lon: 008° 13' 29" W  3. Lat: 40° 53' 33" N, Lon: 008° 13' 09" W  4. Lat: 40° 53' 33" N, Lon: 008° 50' 24" W

Use Map Add Coordinate Clear Coordinates

Date Range Result Options

Search from: 09/01/2017 to: 09/23/2017

Search months: (all)

Data Sets » Additional Criteria » Results »

Search Criteria Summary (Show)

Mapa Satélite

(40° 30' 08" N, 006° 46' 40" W) Options Overlays

The screenshot shows the USGS EarthExplorer search interface. On the left, there's a sidebar for 'Search Criteria' with tabs for Address/Place, Path/Row, Feature, and Circle. Below this are coordinate input fields and a list of four previous search coordinates. There are buttons for 'Use Map', 'Add Coordinate', and 'Clear Coordinates'. At the bottom of the sidebar are 'Date Range' and 'Result Options' buttons, followed by date input fields and a dropdown for search months. On the right, the main area shows a map of Northern Portugal with a red polygon overlay covering the Porto region. Four points (1, 2, 3, 4) are marked along the coastline. The map includes labels for various towns and roads. At the top of the main area, there are tabs for 'Mapa' and 'Satélite', and a search bar with coordinates (40° 30' 08" N, 006° 46' 40" W). There are also 'Options' and 'Overlays' buttons.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## USGS EarthExplorer

2. Select Your Data Set(s)  
Check the boxes for the data set(s) you want to search.  
When done selecting data set(s), click the *Additional Criteria* or *Results* buttons below. Click the plus sign next to the category name to show a list of data sets.

Use Data Set Prefilter ([What's This?](#))

Data Set Search:

Digital Maps

- EO-1
- Global Fiducials
- Global Land Survey
- HCMM
- ISERV
- Land Cover
  - Landsat Archive
    - Collection 1 Level-1
      - L8 OLI/TIRS C1 Level-1
      - L7 ETM+ C1 Level-1
      - L4-5 TM C1 Level-1
    - Pre-Collection Level-1
    - Collection 1 Higher-Level (On-Demand)
  - Landsat Legacy
  - NASA LPDAAC Collections
  - Radar
- Sentinel
  - Sentinel-2
- UAS
- Vegetation Monitoring
- ISRO Resourcesat

Search Criteria Summary (Show)

Mapa Satélite

Pesquisar

(40° 24' 03" N, 007° 32' 49" W) Options Overlays

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## USGS EarthExplorer

4. Search Results  
If you selected more than one data set to search, use the dropdown to see the search results for each specific data set.

Show Result Controls

Data Set Click here to export your results »

L8 OLI/TIRS C1 Level-1

« First < Previous 1 Next > Last »

Displaying 1 - 6 of 6

1 ID:LC08\_L1TP\_204031\_20170919\_20170920\_01\_RT Acquisition Date:19-SEP-17 Path:204 Row:31

2 ID:LC08\_L1TP\_204032\_20170919\_20170920\_01\_RT Acquisition Date:19-SEP-17 Path:204 Row:32

3 ID:LC08\_L1TP\_205031\_20170910\_20170910\_01\_RT Acquisition Date:10-SEP-17 Path:205 Row:31

4 ID:LC08\_L1TP\_205032\_20170910\_20170910\_01\_RT Acquisition Date:10-SEP-17 Path:205 Row:32

Mapa Satélite

Pesquisar

(40° 23' 25" N, 007° 33' 38" W) Options Overlays

The screenshot shows the USGS EarthExplorer search results page for L8 OLI/TIRS C1 Level-1 data. On the left, a list of four data sets is displayed, each with a thumbnail, acquisition date, path, row, and download links. A red box highlights the 'Data Set' section and the first data entry. On the right, a map of Northern Portugal is shown with a red box highlighting the Porto region. The map includes place names like Viana do Castelo, Braga, Guimarães, Porto, and various towns along the coast and inland. Major roads are labeled with codes like A28, A4, A20, A41, A32, etc.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## USGS EarthExplorer

4. Search Results  
If you selected more than one data set to search, use the dropdown to see the search results for each specific data set.

Show Result Controls

Data Set [Click here to export your results »](#)

Sentinel-2

« First < Previous 1 Next > Last »

Displaying 1 - 4 of 4

1 Entity ID:L1C\_T29TNF\_A011660\_20170915T113547 Coordinates:41.055468 , -8.3469096 Acquisition Date:2017/09/15

2 Entity ID:L1C\_T29TNF\_A011617\_20170912T112111 Coordinates:41.055468 , -8.3469096 Acquisition Date:2017/09/12

3 Entity ID:L1C\_T29TNF\_A011517\_20170905T113611 Coordinates:41.055468 , -8.3469096 Acquisition Date:2017/09/05

4 Entity ID:L1C\_T29TNF\_A011474\_20170902T112431 Coordinates:41.055468 , -8.3469096 Acquisition Date:2017/09/02

« First < Previous 1 Next > Last »

The screenshot shows the USGS EarthExplorer search results for Sentinel-2 data. On the left, a list of four data entities is displayed, each with a thumbnail, metadata (Entity ID, Coordinates, Acquisition Date), and a set of download and processing icons. The first entity is highlighted with a red border. On the right, a map of Northern Portugal is shown in satellite view. A red rectangular box highlights a specific area around the city of Porto. The map includes place names like Viana do Castelo, Braga, Guimarães, Amarante, Marco de Canaveses, and Arouca. Major roads are labeled with codes like A28, A4, A20, A41, A32, A24, A25, and A17. The map also shows the Atlantic Ocean to the west and various rivers and streams.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## USGS EarthExplorer

4. Search Results  
If you selected more than one data set to search, use the dropdown to see the search results for each specific data set.

Show Result Controls

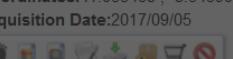
Data Set Click here to export your results

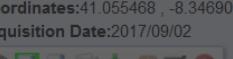
Sentinel-2

« First < Previous 1 Next > Last »  
Displaying 1 - 4 of 4 i

Entity ID:L1C\_T29TNF\_A011660\_20170915T11  
Coordinates:41.055468 , -8.3469096  
Acquisition Date:2017/09/15  


Entity ID:L1C\_T29TNF\_A011617\_20170912T11  
Coordinates:41.055468 , -8.3469096  
Acquisition Date:2017/09/12  


Entity ID:L1C\_T29TNF\_A011517\_20170905T11  
Coordinates:41.055468 , -8.3469096  
Acquisition Date:2017/09/05  


Entity ID:L1C\_T29TNF\_A011474\_20170902T11  
Coordinates:41.055468 , -8.3469096  
Acquisition Date:2017/09/02  


« First < Previous 1 Next > Last »

Mapa Satélite

Pesquisar

(41° 01' 01" N, 009° 13' 40" W) Options Overlays

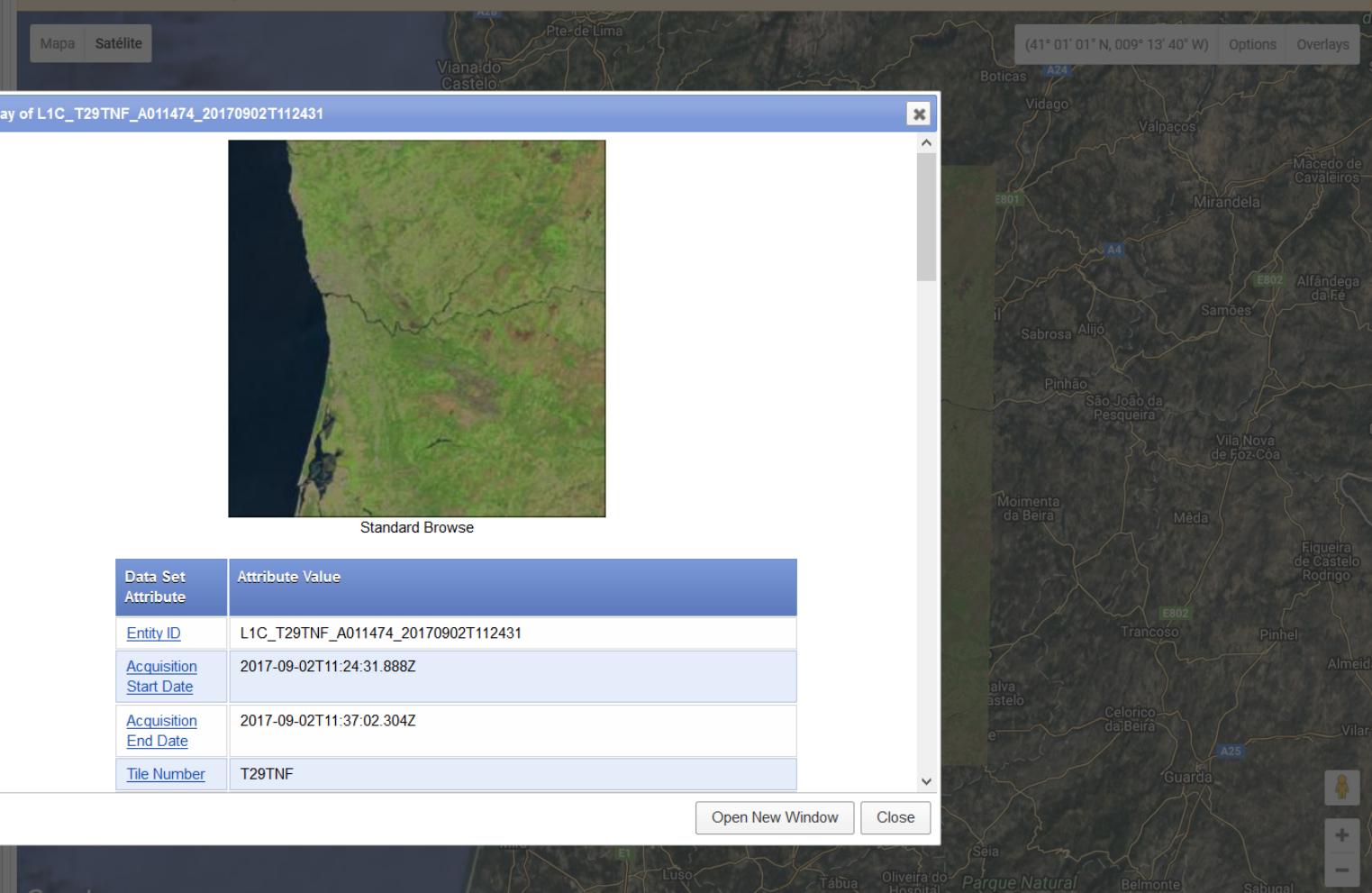
Full Display of L1C\_T29TNF\_A011474\_20170902T112431

Standard Browse

Data Set Attribute Attribute Value

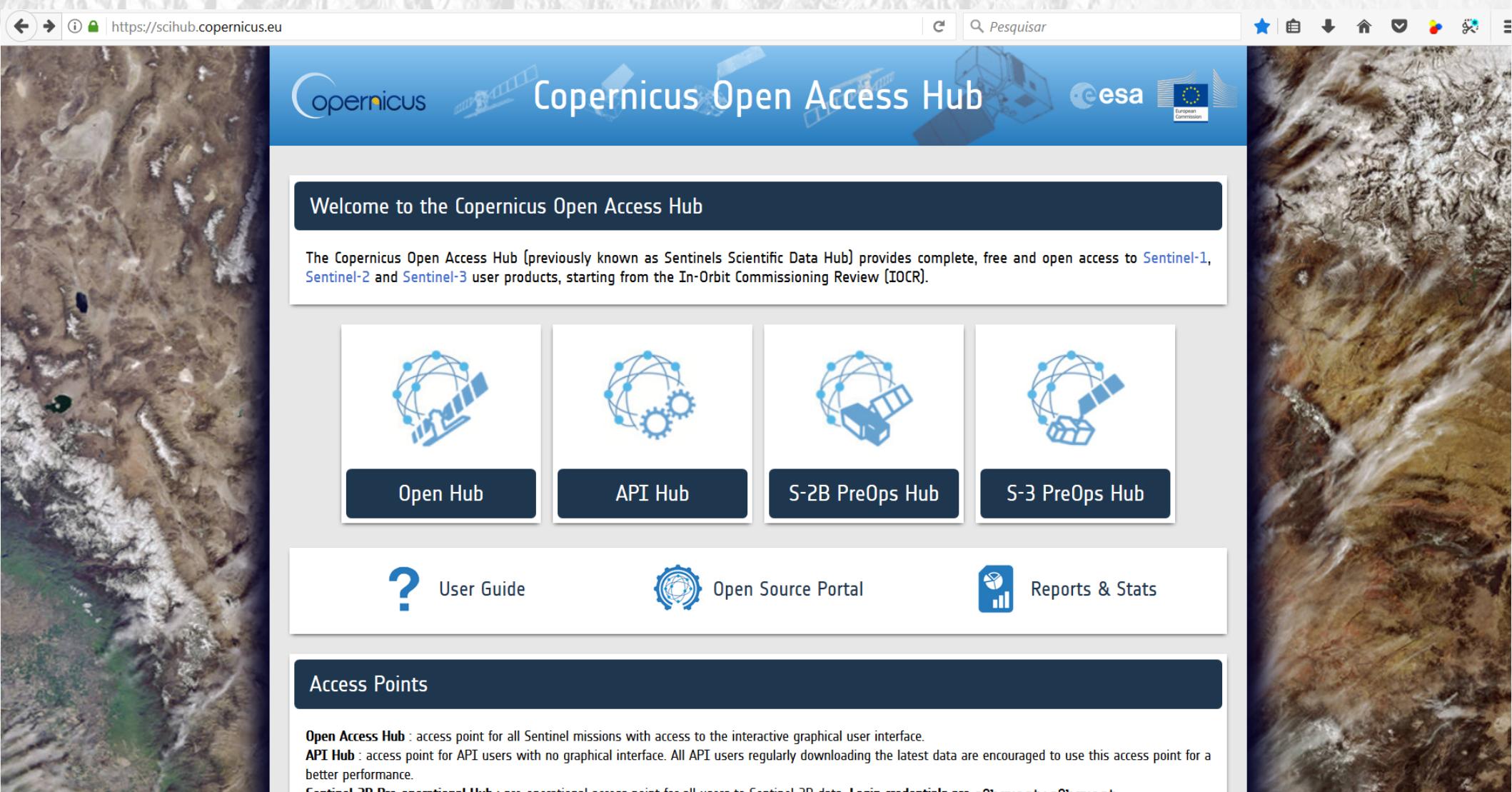
Entity ID	L1C_T29TNF_A011474_20170902T112431
Acquisition Start Date	2017-09-02T11:24:31.888Z
Acquisition End Date	2017-09-02T11:37:02.304Z
Tile Number	T29TNF

Open New Window Close



# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Copernicus Open Access Hub



The screenshot shows the Copernicus Open Access Hub website. The header features the Copernicus logo, a satellite icon, the text "Copernicus Open Access Hub", the European Space Agency (esa) logo, and the European Commission logo. A search bar with the placeholder "Pesquisar" is also present. The main content area includes a "Welcome to the Copernicus Open Access Hub" message, a brief description of the service, and four main navigation buttons: "Open Hub", "API Hub", "S-2B PreOps Hub", and "S-3 PreOps Hub". Below these are links to "User Guide", "Open Source Portal", and "Reports & Stats". A "Access Points" section at the bottom provides links for "Open Access Hub", "API Hub", and "Sentinel-2B Pre-operational Hub". The background of the page is a satellite image of Earth.

Welcome to the Copernicus Open Access Hub

The Copernicus Open Access Hub (previously known as Sentinels Scientific Data Hub) provides complete, free and open access to [Sentinel-1](#), [Sentinel-2](#) and [Sentinel-3](#) user products, starting from the In-Orbit Commissioning Review (IOCR).

 Open Hub

 API Hub

 S-2B PreOps Hub

 S-3 PreOps Hub

 User Guide

 Open Source Portal

 Reports & Stats

**Access Points**

**Open Access Hub** : access point for all Sentinel missions with access to the interactive graphical user interface.

**API Hub** : access point for API users with no graphical interface. All API users regularly downloading the latest data are encouraged to use this access point for a better performance.

**Sentinel-2B Pre-operational Hub** : pre-operational access point for all users to Sentinel-2B data. **Login credentials are s2bquest:s2bquest**.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Copernicus Open Access Hub

The screenshot shows the homepage of the Copernicus Open Access Hub. At the top, there is a navigation bar with the URL <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>, a search bar labeled "Pesquisar", and various icons for bookmarking and sharing. Below the navigation bar is the Copernicus logo (European Commission, esa, opennicuS) and the title "Copernicus Open Access Hub". On the left, there is a sidebar with a search input field "Insert search criteria..." and two small icons. The main area features a map of Europe and Central Asia with country boundaries and city labels in multiple languages. The map is color-coded, with some areas highlighted in blue. In the bottom right corner of the map area, there is a small note: "OpenStreetMap contrib.". The entire interface has a clean, modern design with a dark header and light background.

SIGN UP

LOGIN

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Copernicus Open Access Hub

https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/self-registration

Pesquisar

SIGN UP    LOGIN    ?

Copernicus Open Access Hub

Register new account

European Commission    esa    Copernicus

**Sentinel data access is free and open to all.**

On completion of the registration form below you will receive an e-mail with a link to validate your e-mail address. Following this you can start to download the data.  
Username field accepts only alphanumeric characters plus "", "-", "\_" and "-".

Firstname

Lastname

Username

Password

Confirm Password

E-mail

Confirm E-mail

Select Domain

Select Usage

Select Country

By registering in this website you are deemed to have accepted the [T&C for Sentinel data use](#).

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Copernicus Open Access Hub

https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home

Copernicus Open Access Hub

Insert search criteria...

Sensing period: From: 2017/09/01 to: 2017/09/24

Ingestion period: From: \_\_\_\_\_ to: \_\_\_\_\_

Mission: Sentinel-1

Satellite Platform:  Product Type:

Polarisation:  Sensor Mode:

Relative Orbit Number (from 1 to 175):  Collection:

Mission: Sentinel-2

Satellite Platform:  Product Type:

Cloud Cover % (0 to 100):

-8.9118, 41.2012

Copernicus Open Access Hub

Map showing the location of the search results in Northern Portugal.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Copernicus Open Access Hub

https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home

Copernicus Open Access Hub

Insert search criteria...

Display 1 to 9 of 9 products. Order By: Ingestion Date ↓

**Request Done:** ( footprint:"Intersects(POLYGON((-8.792408860984596 40.99183895803333, -8.307184231508483 40.99183895803333, -8.307184231508483 41.32775903650213, -8.792408860984596 41.32775903650213, -8.792408860984596 40.99183895803333))" ) AND (

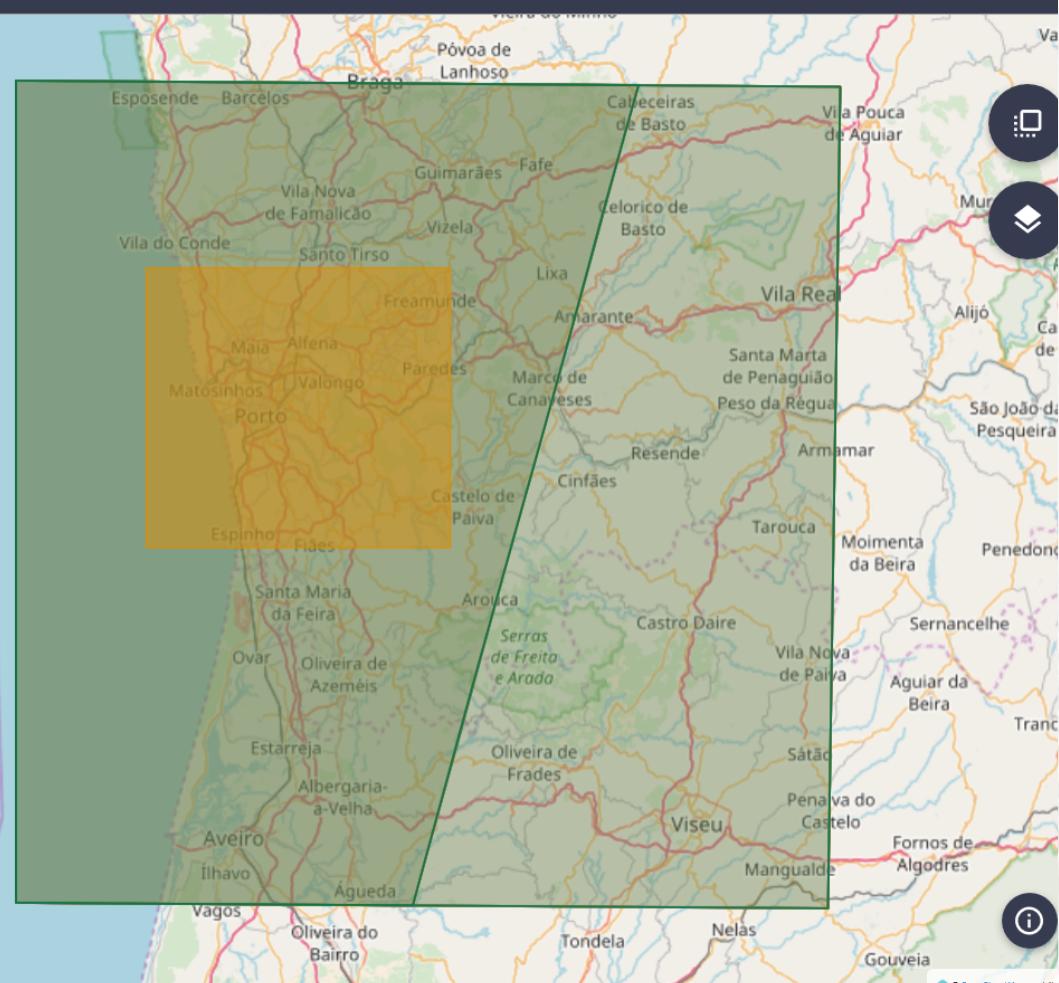
**S2A MSI** S2A\_MSIL1C\_20170922T112111\_N0205\_R037\_T29TNF\_20170922T112655  
Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('abbafe4ee-b031-4744-8](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('abbafe4ee-b031-4744-8)  
Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2017-09-22T11:21:11.026Z; Size: 788.04 MB

**S2A MSI** S2A\_MSIL2A\_20170912T112111\_N0205\_R037\_T29TNF\_20170912T112111  
Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('637103f1-ddbb-428e-c](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('637103f1-ddbb-428e-c)  
Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2017-09-12T11:21:11.026Z; Size: 1.04 GB

**S2A MSI** S2A\_MSIL2A\_20170915T113321\_N0205\_R080\_T29TNF\_20170915T113547  
Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('21bae721-93d8-4eb6-](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('21bae721-93d8-4eb6-)  
Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2017-09-15T11:33:21.026Z; Size: 705.75 MB

**S2A MSI** S2A\_MSIL1C\_20170915T113321\_N0205\_R080\_T29TNF\_20170915T113547  
Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('a0d04d38-b06f-476c-a](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('a0d04d38-b06f-476c-a)  
Mission: Sentinel-2; Instrument: MSI; Sensing Date: 2017-09-15T11:33:21.026Z; Size: 529.51 MB

Products per page: 25 << page: 1 of 1 >>



The map displays the northern region of Portugal, including major cities like Braga, Guimarães, Vila Nova de Famalicão, and Porto. A yellow polygon highlights a specific area in the central-northern part of the country, covering parts of the districts of Braga, Viana do Castelo, and Porto. A green rectangular box is overlaid on the map, indicating the spatial extent of the selected products.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Copernicus Open Access Hub

https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home

Pesquisar

Copernicus Open Access Hub

S2A\_MSIL2A\_20170915T113321\_N0205\_R080\_T29TNF\_20170915T113547

[https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('21bae721-93d8-4eb6-9e20-12da0a40cd7b'\)/\\$/value](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('21bae721-93d8-4eb6-9e20-12da0a40cd7b')/$/value)

Display 1 to 9 of 9 products

Order By: Ingestion

Request Done: ( footprint )

8.307184231508483 40.4253645593554  
8.792408860984596 41.1252703074054

S2A MSI S2A\_MSIL2A  
Download Mission: S2A

Attributes

Summary

Date: 2017-09-15T11:33:21.026Z

Filename: S2A\_MSIL2A\_20170915T113321\_N0205\_R080\_T29TNF\_20170915T113547.SAFE

Inspector

S2A\_MSIL2A\_20170915T113321\_N0205\_R080\_T29TNF\_20170915T113547.SAFE

AUX\_DATA

DATASTRIP

Footprint

Quicklook

Portugal map showing the satellite footprint over the northern part of the country, highlighting the Aveiro, Viseu, and Guarda regions.

Quicklook image showing a satellite view of the coastline and inland areas of Portugal.

Map of Portugal with various regions labeled, including the Minho, Douro, and Mondego river basins.

Download button highlighted with a red box.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

**IPSentinel**

ip•sentinel

The screenshot shows the IP Sentinel website homepage. At the top, there is a navigation bar with links for Sobre, Portal, Data Hub, Estações Recepção, Aplicações, Entidades, Ajuda, and language switches (en, pt). Below the navigation is a large banner featuring a satellite in space, a forest with autumn foliage, and a city skyline at night. The IP Sentinel logo is prominently displayed in the center of the banner. Below the banner are two blue buttons: "Registrar" and "Aceder". To the right of these buttons is the text "Imagens dos Satélites Sentinel - Portugal". On the left side of the main content area, there is a section titled "A melhor forma de pesquisar e obter dados Sentinel" with a descriptive paragraph about the portal's purpose. On the right side, there is a circular map of the Atlantic Ocean showing the locations of the Azores, Madeira, and the Portuguese continental coast, with dashed yellow lines indicating specific routes or areas of interest.

https://ipsentinel.pt/#

70% Pesquisar

Sobre Portal Data Hub Estações Recepção Aplicações Entidades Ajuda en pt

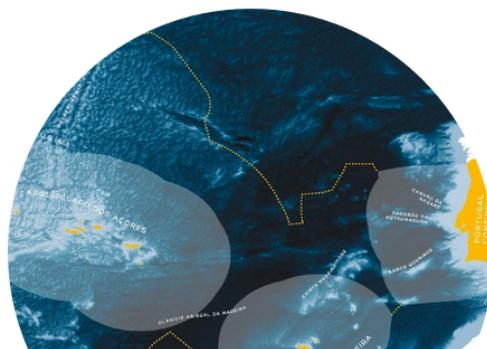
IPSentinel

Registrar Aceder

Imagens dos Satélites Sentinel - Portugal

A melhor forma de pesquisar e obter dados Sentinel

O portal IP Sentinel - "Infraestrutura portuguesa para armazenamento e disponibilização de imagens dos satélites Sentinel", permite o acesso aberto e gratuito a dados dos satélites Sentinel obtidos para o território português incluindo a área de responsabilidade de busca e salvamento no Atlântico.



# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

IPSentinel

ip•sentinel

The screenshot shows the IP Sentinel web application interface. At the top, there is a navigation bar with a back button, a lock icon, the URL <https://ipsentinel.pt/dhus/#/home>, a search bar labeled "Pesquisar", and various browser icons. Below the navigation bar is the IP sentinel logo and a search bar with the placeholder "Insert search criteria...". To the right of the search bar are two buttons: "SIGN UP" and "LOGIN", which are highlighted with a red border. The main content area displays a map of Europe and North Africa. A red dashed rectangular box is drawn over the Iberian Peninsula (Portugal and Spain). The map includes labels for countries and cities in multiple languages, including English, Spanish, Portuguese, French, German, and Arabic. In the bottom right corner of the map area, there is a small "OpenStreetMap contrib" watermark.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

IPSentinel



https://ipsentinel.pt/dhus/#/self-registration

Pesquisar

SIGN UP

LOGIN

?

ip-sentinel

Sentinel Satellites Imagery - Portugal

Register new account

Sentinel data access is free and open to all.

On completion of the registration form below you will receive an e-mail with a link to validate your e-mail address. Following this you can start to download the data.  
Username field accepts only alphanumeric characters plus "", "-", "\_" and "-".

Firstname

Lastname

Username

Password

Confirm Password

E-mail

Confirm E-mail

Select Domain

Select Usage

Select Country

By registering in this website you are deemed to have accepted the T&C for Sentinel data use.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

IPSentinel

ip•sentinel

https://ipsentinel.pt/dhus/#/home

Pesquisar

Insert search criteria...

Sensing period From: 2017/09/01 to: 2017/09/24

Ingestion period From: to:

Mission: Sentinel-1

Satellite Platform Product Type

Polarisation Sensor Mode

Relative Orbit Number (from 1 to 175) Collection

Mission: Sentinel-2

Cloud Cover % (e.g.[0 TO 9.4])

Mission: Sentinel-3

-8.9558, 41.1505

Sentinel Satellites Imagery - Portugal

OpenStreetMap contrib.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

IPSentinel

ip•sentinel

https://ipsentinel.pt/dhus/#/home

Pesquisar

Insert search criteria...

Display 1 to 5 of 5 products.

Order By: Ingestion Date ↓

Request Done: ( footprint:"Intersects(POLYGON((-8.798518903221105 41.006728467816004,-8.350104418050075 41.006728467816004,-8.350104418050075 41.32330805614677,-8.798518903221105 41.32330805614677,-8.798518903221105 41.006728467816004)))" ) AND (

S2A MSI S2A\_MSIL1C\_20170922T112111\_N0205\_R037\_T29TNF\_20170922T112655  
Download URL: https://ipsentinel.pt/dhus/odata/v1/Products('1bd83a61-4b36-4640-9144-72c  
Date : 2017-09-22T11; Instrument : MSI; Satellite : Sentinel-2; Size : 788.04 MB; Identifier : S2A\_I

S2A MSI S2A\_MSIL1C\_20170915T113321\_N0205\_R080\_T29TNF\_20170915T113547  
Download URL: https://ipsentinel.pt/dhus/odata/v1/Products('10471587-3298-427d-a411-b7c  
Date : 2017-09-15T11; Instrument : MSI; Satellite : Sentinel-2; Size : 529.51 MB; Identifier : S2A\_I

S2A MSI S2A\_MSIL1C\_20170912T112111\_N0205\_R037\_T29TNF\_20170912T112111  
Download URL: https://ipsentinel.pt/dhus/odata/v1/Products('7432e096-c29b-4def-a7af-dd5e  
Date : 2017-09-12T11; Instrument : MSI; Satellite : Sentinel-2; Size : 801.67 MB; Identifier : S2A\_I

S2A MSI S2A\_MSIL1C\_20170902T112111\_N0205\_R037\_T29TNF\_20170902T112431  
Download URL: https://ipsentinel.pt/dhus/odata/v1/Products('b090bd0d-f2e9-4072-abcc-8cca  
Date : 2017-09-02T11; Instrument : MSI; Satellite : Sentinel-2; Size : 805.55 MB; Identifier : S2A\_I

Products per page: 25 << page: 1 of 1 >>

CLOSE

SENTINEL SATELLITES IMAGERY - PORTUGAL

Map showing the location of the products over Portugal. A yellow rectangle highlights the northern region around Porto and Braga, while a green rectangle highlights the central region around Coimbra and Aveiro. The map includes place names such as Braga, Guimarães, Vila do Conde, Matosinhos, Porto, Espinho, Santa Maria da Feira, Ovar, Estarreja, Aveiro, Viseu, and many others.

-9.1822, 40.9048

OpenStreetMap contrib

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

IPSentinel

ip•sentinel

https://ipsentinel.pt/dhus/#/home

Pesquisar

Insert search criteria

Display 1 to 5 of 5 products

Order By: Ingestion Date

Request Done: ( footprint )

S2A MSI S2A\_MSIL1C  
Download Date : 2017-09-15T11:33:21.026Z

Products per page: 2

## Sentinel Satellites Imagery - Portugal

S2A\_MSIL1C\_20170915T113321\_N0205\_R080\_T29TNF\_20170915T113547

[https://ipsentinel.pt/dhus/odata/v1/Products\('10471587-3298-427d-a411-b7cf58fe55fb'\)/\\$value](https://ipsentinel.pt/dhus/odata/v1/Products('10471587-3298-427d-a411-b7cf58fe55fb')/$value)

Footprint



Quicklook



Attributes

Summary

Date: 2017-09-15T11:33:21.026Z

Instrument: MSI

Satellite: Sentinel-2

Inspector

S2A\_MSIL1C\_20170915T113321\_N0205\_R080\_T29TNF\_20170915T113547.SAFE

- AUX\_DATA
- DATASTRIP

X  i

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Semi-Automatic Classification Plugin



Semi-Automatic Classification Plugin

Download images   Tools   Preprocessing   Postprocessing   Band calc   Band set   Batch   Settings   About

Landsat download   Sentinel-2 download   ASTER download   MODIS download

Login Sentinels

Service <https://scihub.copernicus.eu/apihub>

User \_\_\_\_\_ Password \_\_\_\_\_  remember

Search area

UL X (Lon) \_\_\_\_\_ UL Y (Lat) \_\_\_\_\_ LR X (Lon) \_\_\_\_\_ LR Y (Lat) \_\_\_\_\_  Show

Search

Date from 2015-07-01 to 2017-09-24   Max cloud cover (%) 100   Results 10   Filter

**Sentinel images**

Image list

ImageName	Granule	acquisitionDate	Zone	CloudCover	min_lat	min_lon	max_lat	max_lon	Size	Pr

Download options

Download

Only if preview in Layers    Preprocess images    Load bands in QGIS

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Semi-Automatic Classification Plugin



Semi-Automatic Classification Plugin

Download images Tools Preprocessing Postprocessing Band calc Band set Batch Settings About

Landsat download Sentinel-2 download ASTER download MODIS download

Login Sentinels

Service

User  Password   remember

Search area

UL X (Lon)  UL Y (Lat)  LR X (Lon)  LR Y (Lat)  Show

Search

Date from  to  Max cloud cover (%)  Results  Filter

Sentinel images

Image list

ImageName	Granule	cquisitionDat	Zone	CloudCover	min_lat	min_lon	max_lat	max_lon	...
									<input type="button" value="F1"/>
									<input type="button" value="F2"/>
									<input type="button" value="F3"/>
									<input type="button" value="F4"/>
									<input type="button" value="F5"/>
									<input type="button" value="F6"/>
									<input type="button" value="F7"/>
									<input type="button" value="F8"/>
									<input type="button" value="F9"/>
									<input type="button" value="F10"/>
									<input type="button" value="F11"/>
									<input type="button" value="F12"/>

Download options

Download

Only if preview in Layers  Preprocess images  Load bands in QGIS

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Semi-Automatic Classification Plugin



Semi-Automatic Classification Plugin

Download images Tools Preprocessing Postprocessing Band calc Band set Batch Settings About

Landsat download Sentinel-2 download ASTER download MODIS download

Login Sentinels

Service <https://scihub.copernicus.eu/apihub>

User [REDACTED] Password [REDACTED] remember

Search area

UL X (Lon) -8.77339043675 UL Y (Lat) 41.3040891551 LR X (Lon) -8.2999811747 LR Y (Lat) 40.9452473025 Show +

Search

Date from 2017-09-01 to 2017-09-24 Max cloud cover (%) 100 Results 50 Filter Find

Sentinel images

Image list

	ImageName	Granule	AcquisitionDate	Zone	CloudCover	min_lat	min_lon
1	S2A_MSIL1C_20170922T112111_N0205_R037_T29TNF_20170922T112655	L1C_T...12655	2017-09-22T11:21:11.026Z	29TNF	57.1738	40.5555	-9.00024
2	S2A_MSIL1C_20170902T112111_N0205_R037_T29TNF_20170902T112431	L1C_T...12431	2017-09-02T11:21:11.026Z	29TNF	0.098	40.5555	-9.00024
3	S2A_MSIL1C_20170912T112111_N0205_R037_T29TNF_20170912T112111	L1C_T...12111	2017-09-12T11:21:11.026Z	29TNF	41.6488	40.5555	-9.00024
4	S2A_MSIL1C_20170915T113321_N0205_R080_T29TNF_20170915T113547	L1C_T...13547	2017-09-15T11:33:21.026Z	29TNF	0.9555	40.5592	-9.00024
5	S2A_MSIL1C_20170905T113321_N0205_R080_T29TNF_20170905T113611	L1C_T...13611	2017-09-05T11:33:21.026Z	29TNF	4.0944	40.5592	-9.00024

Download options

Download

Only if preview in Layers  Preprocess images  Load bands in QGIS

Magnifier 100% Rotation 0,0 Render EPSG:3857

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Semi-Automatic Classification Plugin



A screenshot of the QGIS application interface. The top bar contains various icons for file operations, zooming, and tools. Below the toolbar is the 'Layers Panel' showing three layers: 'S2A\_MSIL1C\_20170902T112111\_N0205\_R037\_T29TNF\_20170...', 'L1C\_T29TNF\_A011474\_20170902T112431\_p.jp2', and 'OSM Standard'. The main canvas displays a satellite image of a landscape with a yellow polygon highlighting a specific area. The background map shows roads and place names in Portuguese. The bottom of the screen features a toolbar with buttons for 'Layers...', 'SCP...', 'dzetsaka : classificatio...', 'GPS Information...', and 'Browser...'. The coordinate information at the bottom center is -1065161,5068026, with a scale of 1:1 039 561 and a magnification of 100%.

# ACESSO A DADOS DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

## Scripts



### Open Data Protocol (OData):

- baseado no protocolo de transferência HTTPS/REST
- Usável por diversas aplicações como *cURL* ou *wget*
- Permite a pesquisa e *download* de produtos por *script* em modo *batch*

```
./dhusget.sh -d https://ipsentinel.ipma.pt/dhus -u user -p pass -m 1 -F 'footprint:"Intersects(POLYGON((-45 50,-55 50,-55 37.25,-45 37.25,-45 11.51,-30.64 11.51,31.21,-30.64 15,-45 15,-45 50)))"' -l 3 -P 1 -o all
```

Devolve o ficheiro OSquery-result.xml com os metadados dos produtos selecionados.

-u user -p pass : credencias do utilizador  
-m 1 : produtos sentinel 1  
-F 'footprint: ...' : produtos que intersetam o polígono definido ( exemplo: área de interesse da IPSentinel )  
-l 3 -P 1 : os 3 produtos com data de ingestão mais recente na página 1 da lista gerada (max 100 por página)  
-o all : efetua o *download* dos produtos selecionados para a pasta PRODUCT

```
curl -vu user:pass -LkJO "https://ipsentinel.ipma.pt/dhus/odata/v1/Products('92c430f8-9462-4e2b-a13e-7084669f33b6')/\$value"
```

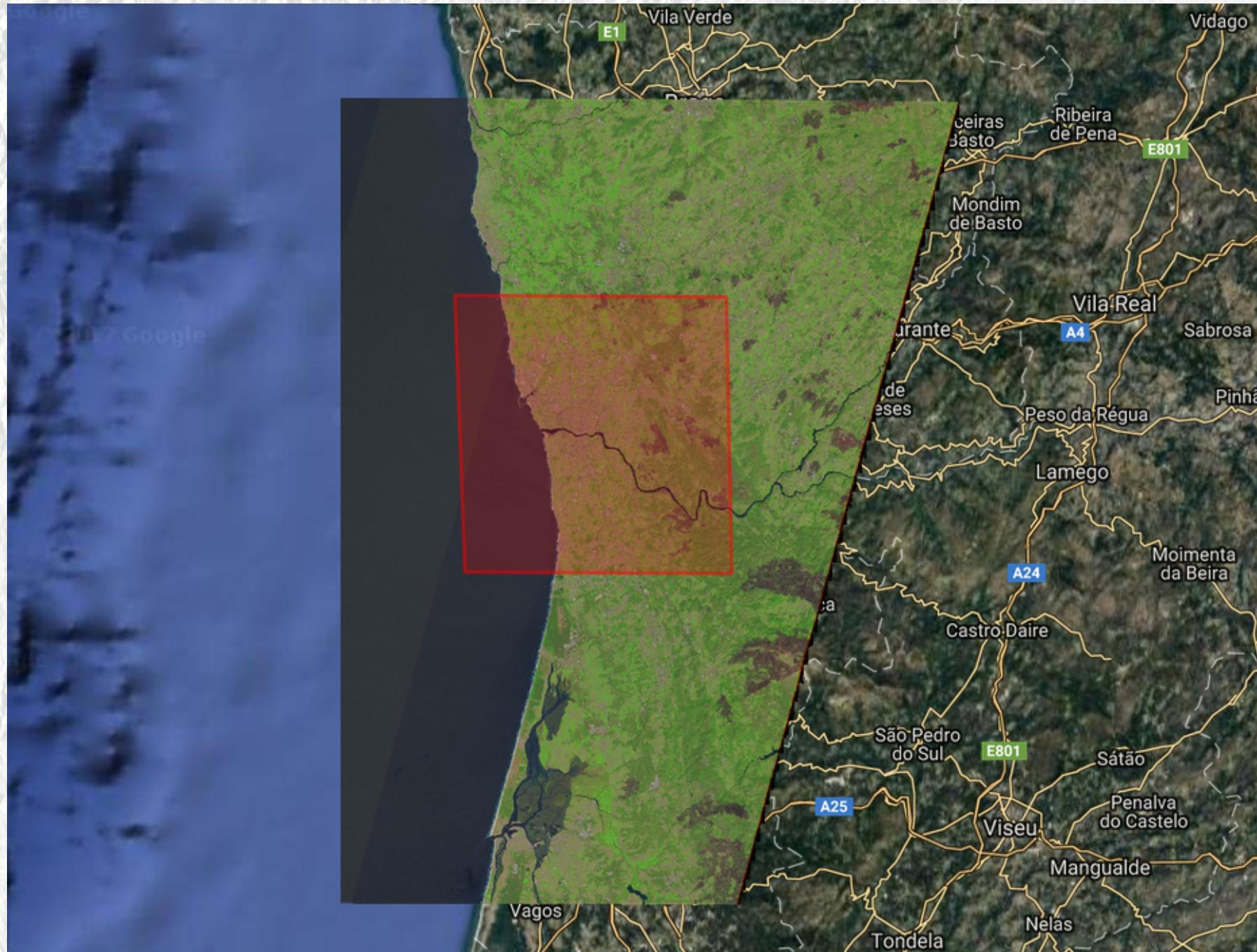
Efetua o *download* de um único produto.

-vu user:pass : credencias do utilizador  
-LkJO "https://... " : link para *download* do produto identificado pelo seu UUID ( chave única gerada internamente )

---

# **DADOS DO EXERCÍCIO**

# DADOS DO EXERCÍCIO



# DADOS DO EXERCÍCIO

Entity ID	S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T114356_20160821T165209_A006083_T29TNF_N02_04_02
Acquisition Start Date	2016-08-21 T11:33:21.456Z
Acquisition End Date	2016-08-21 T11:43:56.424Z
Tile Number	T29 TNF
Cloud Cover	0
Agency	ESA - European Space Agency
Platform	SENTINEL-2A
Orbit Direction	Descending Orbit
Data Type	UINT16
Product Type	S2 MSI 1C
Product Format	JPEG2000
Processing Level	LEVEL-1C
Datum	WGS84
Map Projection	UTM
UTM Zone	29N
EPSG Code	32629
Resolution	10, 20, 60
Units	METER

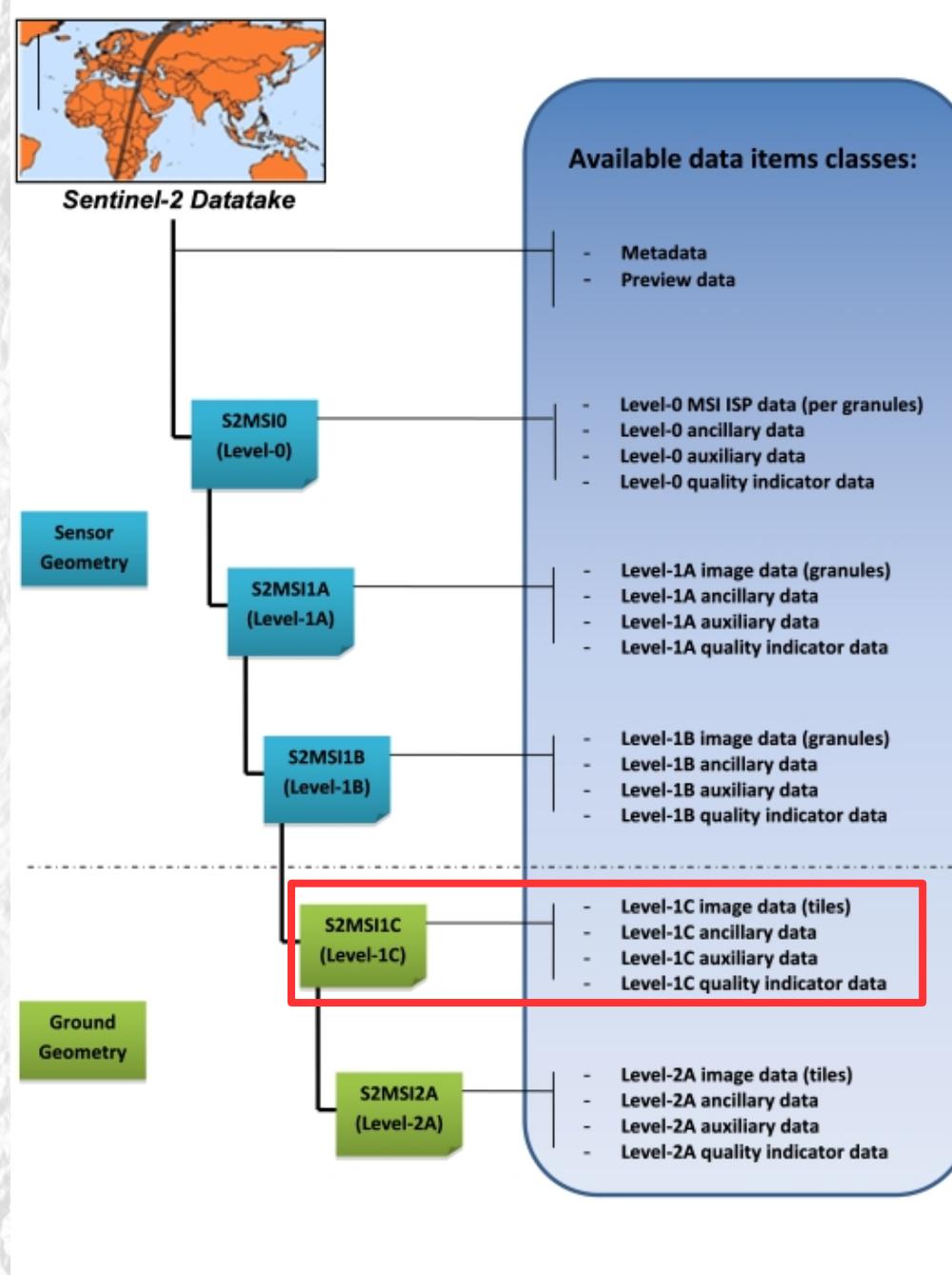
# DADOS DO EXERCÍCIO

---

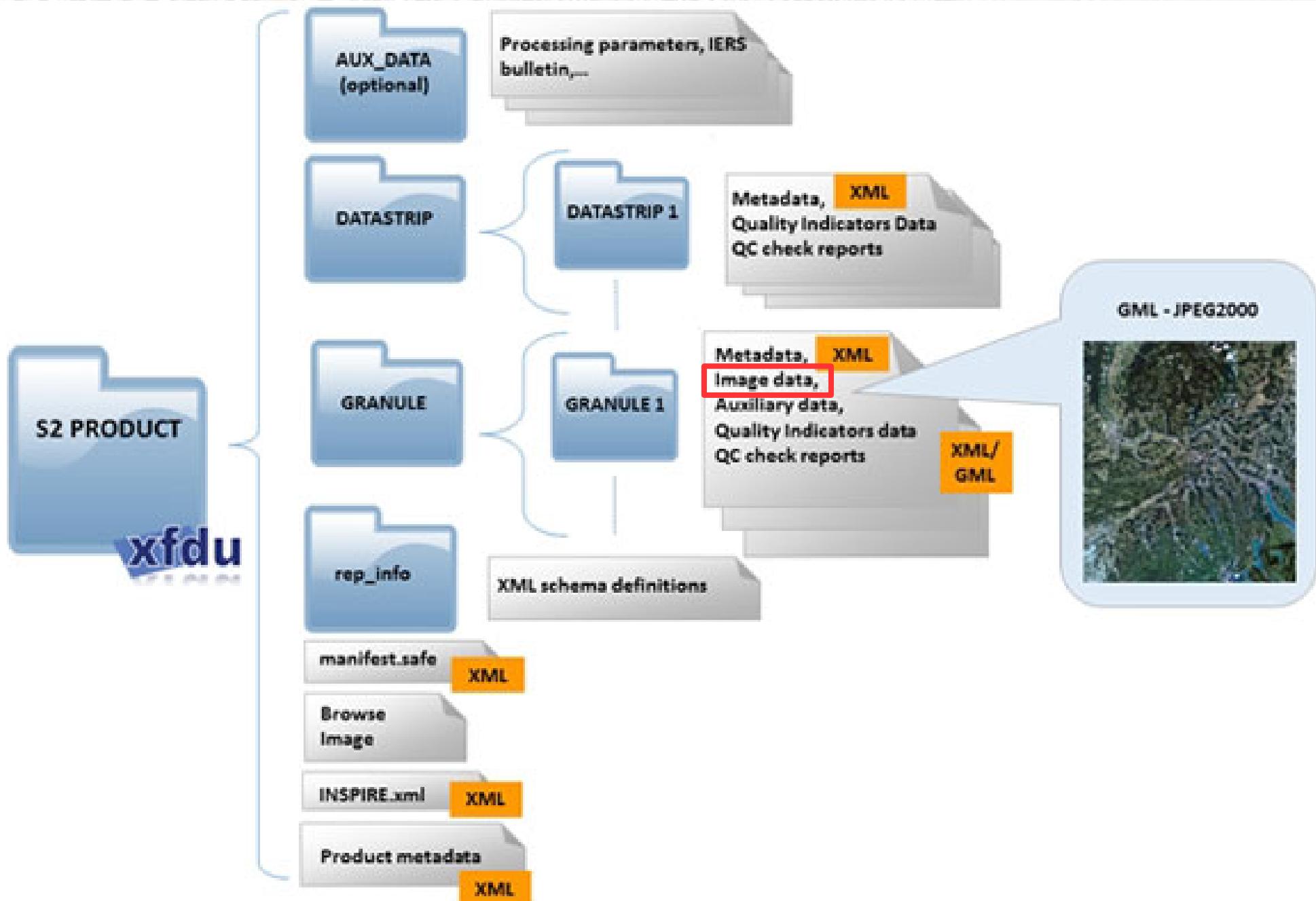
- Download dos dados do exercício:

**<https://goo.gl/tA2Tca>**

# DADOS DO EXERCÍCIO



# DADOS DO EXERCÍCIO



## DADOS DO EXERCÍCIO

-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B01.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B02.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B03.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B04.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B05.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B06.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B07.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B08.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B8A.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B09.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B10.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B11.jp2
-  S2A\_OPER\_MSIL1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B12.jp2
-  S2A\_OPER\_MSK\_CLOUDS\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B00\_MSIL1C.qml
-  S2A\_OPER\_MTD\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF.xml
-  S2A\_OPER\_MTD\_SAFL1C\_PDMC\_20160822T194741\_R080\_V20160821T113322\_20160821T113321.xml
-  S2A\_OPER\_MTD\_SAFL1C\_PDMC\_20160825T015451\_R080\_V20160821T113322\_20160821T113321.xml

---

# **PRÉ-PROCESSAMENTO**

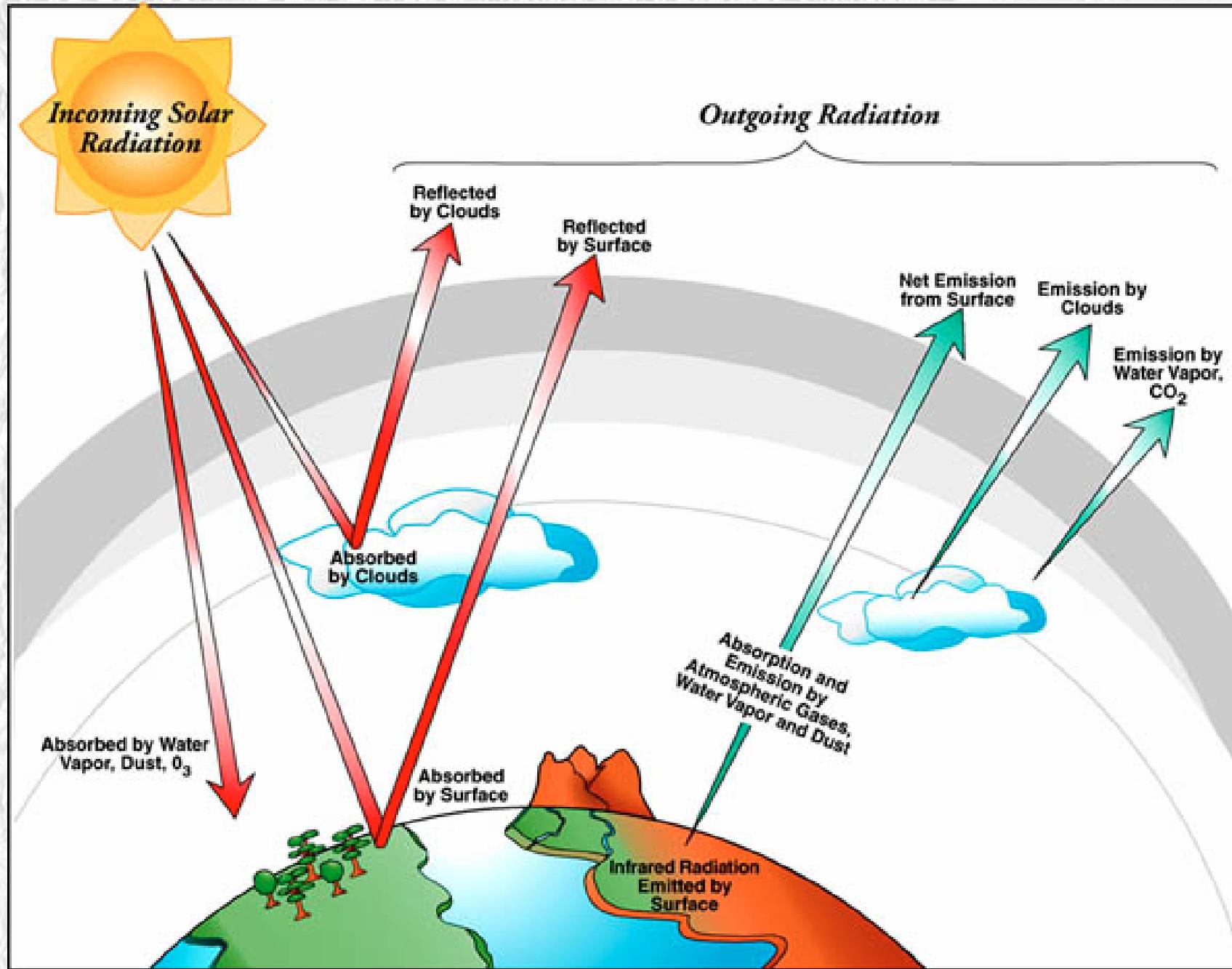
# **CORREÇÃO ATMOSFÉRICA**

# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA

---

- Os sensores dos satélites registam a RADIÂNCIA, que é o fluxo de radiação eletromagnética que chega ao satélite, proveniente da superfície terrestre.
- As imagens de RADIÂNCIA devem ser convertidas para REFLETÂNCIA, de forma a representarem parâmetros físicos e a apresentarem a mesma escala radiométrica em todas as bandas.
- A REFLETÂNCIA no Topo da Atmosfera (TOA) é a razão entre a energia refletida e a energia total incidente.
- O efeito de interferência da atmosfera terrestre tem de ser considerado e corrigido, para se obter a REFLETÂNCIA de superfície (BOA).
- Essa correção exige medições físicas dos parâmetros atmosféricos, durante a aquisição das imagens ou, em alternativa, a utilização de métodos simplificados, baseados na própria imagem.

# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA



# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA

---

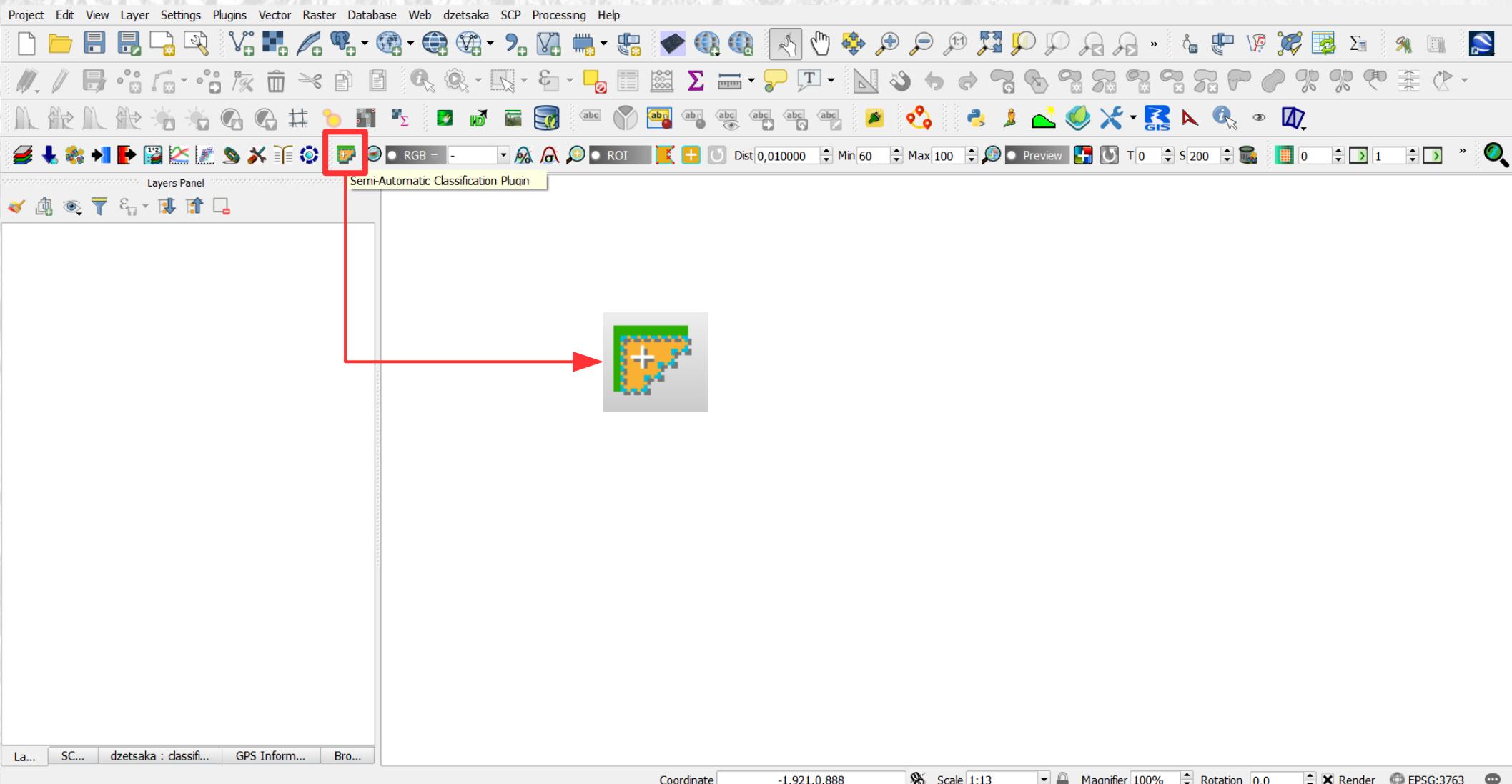
- Um desses métodos de correção atmosférica, baseados na imagem, é o Dark Object Subtraction (DOS).
- Centra-se na ideia de que alguns objetos da superfície são negros (sombras, corpos de água profundos e sem sedimentos em suspensão), e por isso os pixéis deveriam ter valor 0.
- Caso esses pixéis tenham valor superior a 0, significa que o valor excedente se deve a radiação recebida no satélite resultante da interferência aditiva da dispersão atmosférica.
- Por outro lado, assume que muito poucos alvos na superfície terrestre são completamente negros, considerando a refletância mínima para esses alvos de 1% (0,01), em vez de 0.

# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA

---

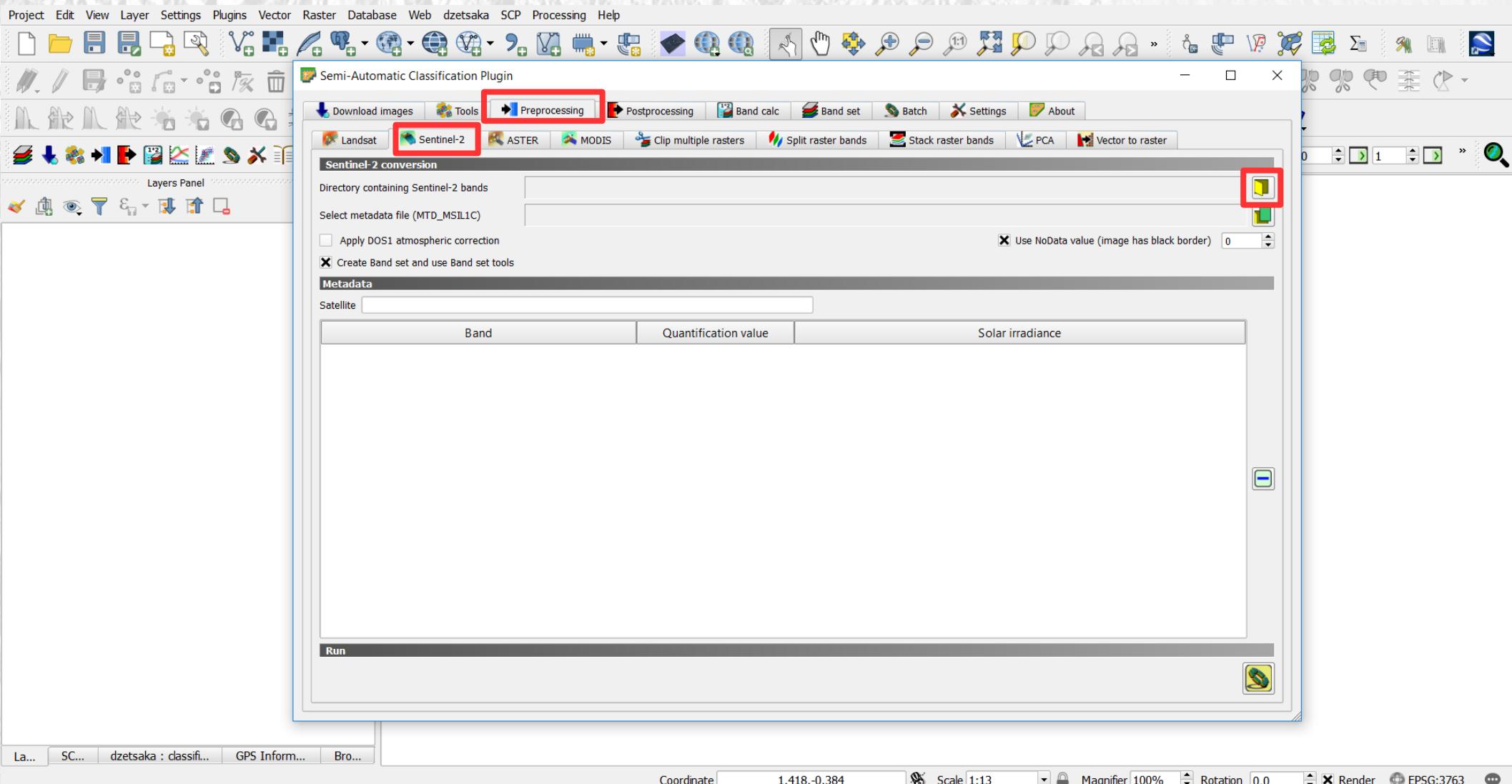
- É um método menos preciso do que os que utilizam medições físicas da atmosfera, como os modelos de transferência radiativa (p.e. o sen2cor, para o Sentinel-2), por diversos motivos.
- Por um lado, considera que a interferência da atmosfera é homogénea em toda a imagem; por outro, despreza o fenómeno de absorção da atmosfera, para além da dispersão.
- Contudo, é um método simples, rápido e útil quando não se dispõe de medições da atmosfera, pois depende apenas de dados da própria imagem.
- O SCP aplica o método **DOS1** para efetuar a correção atmosférica.
- O resultado final corresponde à REFLETÂNCIA de superfície e permite fazer a caracterização espectral dos objetos.

# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA



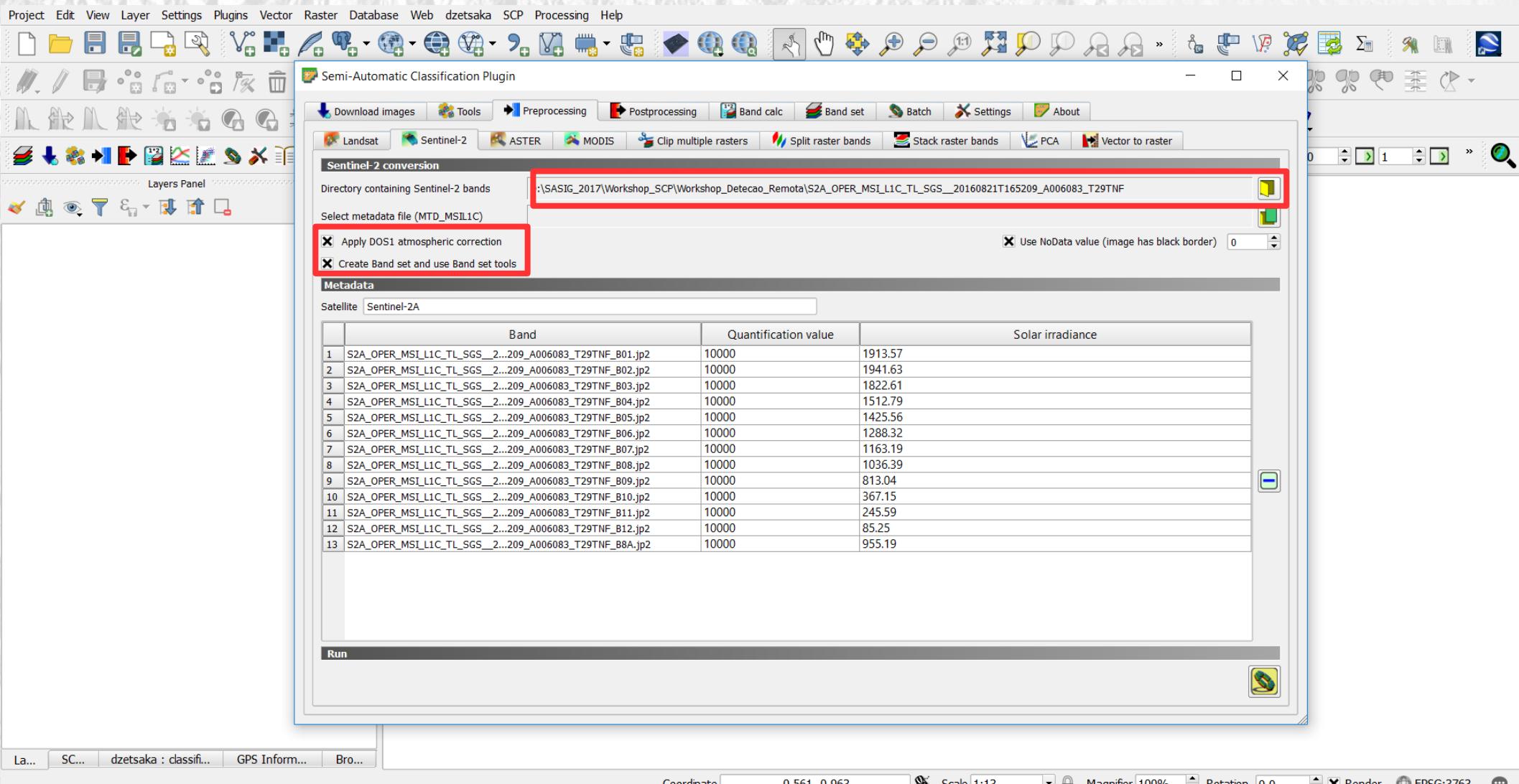
## Semi-Automatic Classification Plugin

# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA



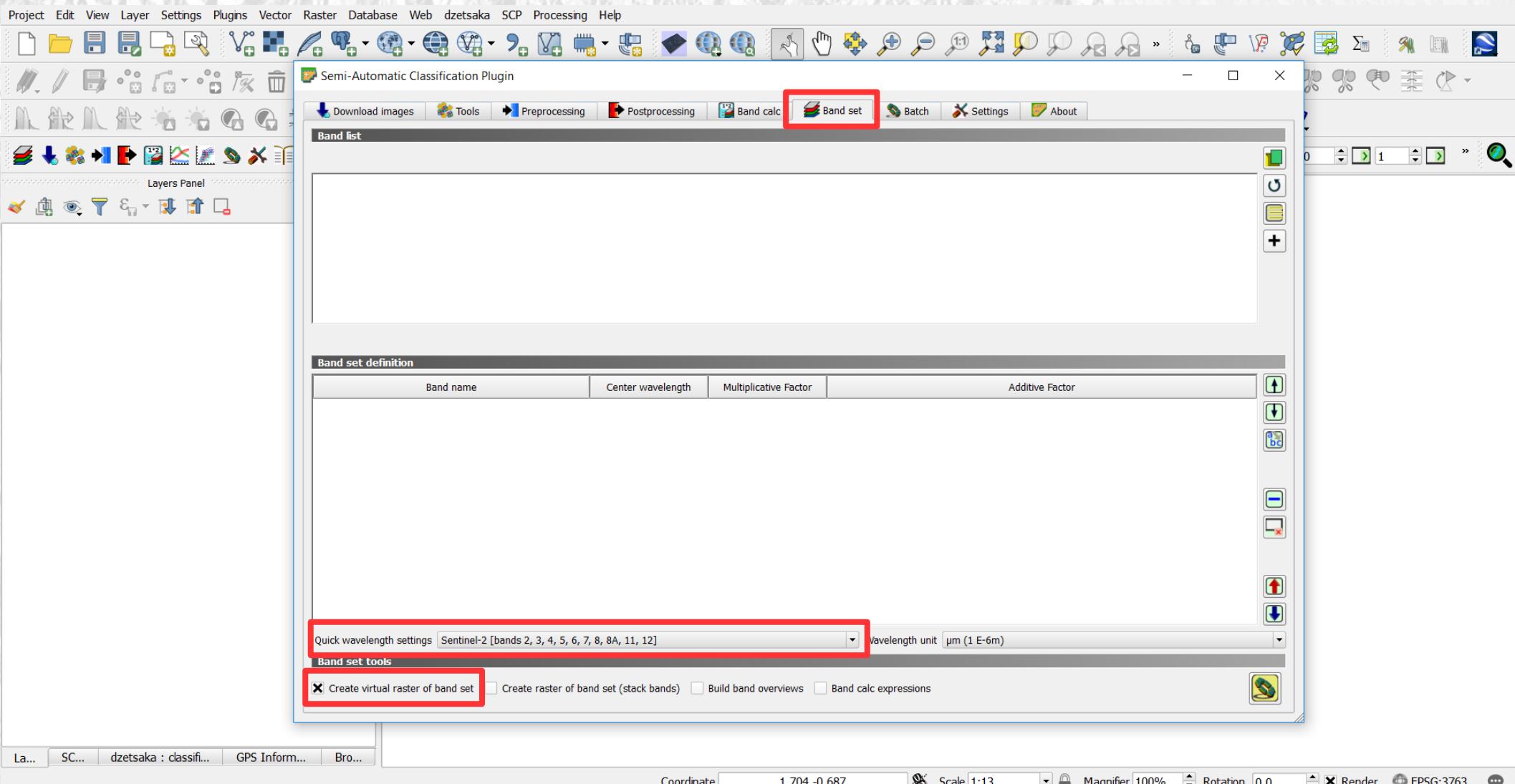
Preprocessing → Sentinel-2 → (Selecionar a pasta das imagens)

# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA



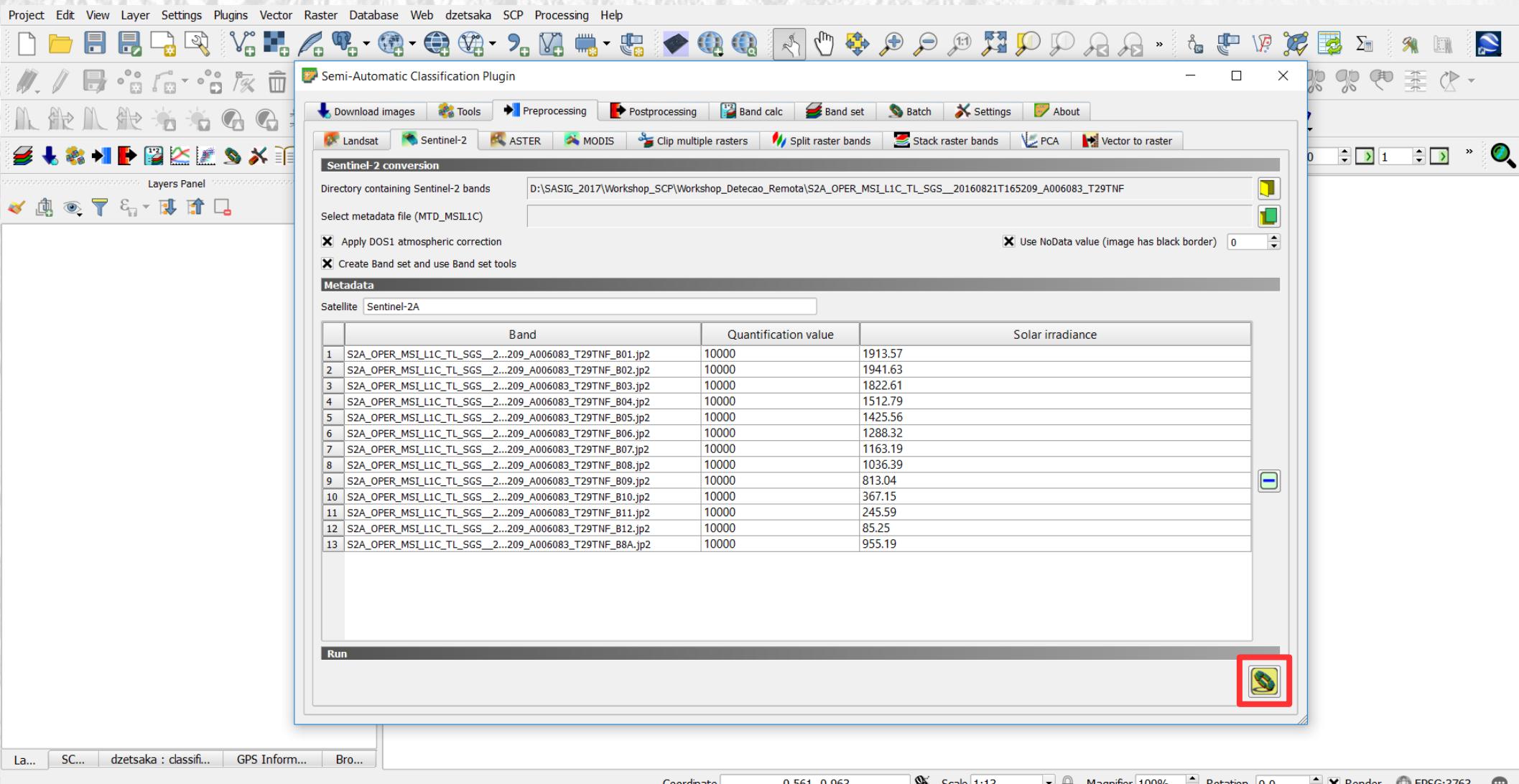
**Apply DOS1 atmospheric correction**  
**Create band set and use band set tools**

# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA



**Quick wavelength settings: Sentinel-2 [bands 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11, 12]**  
**Create virtual raster of band set**

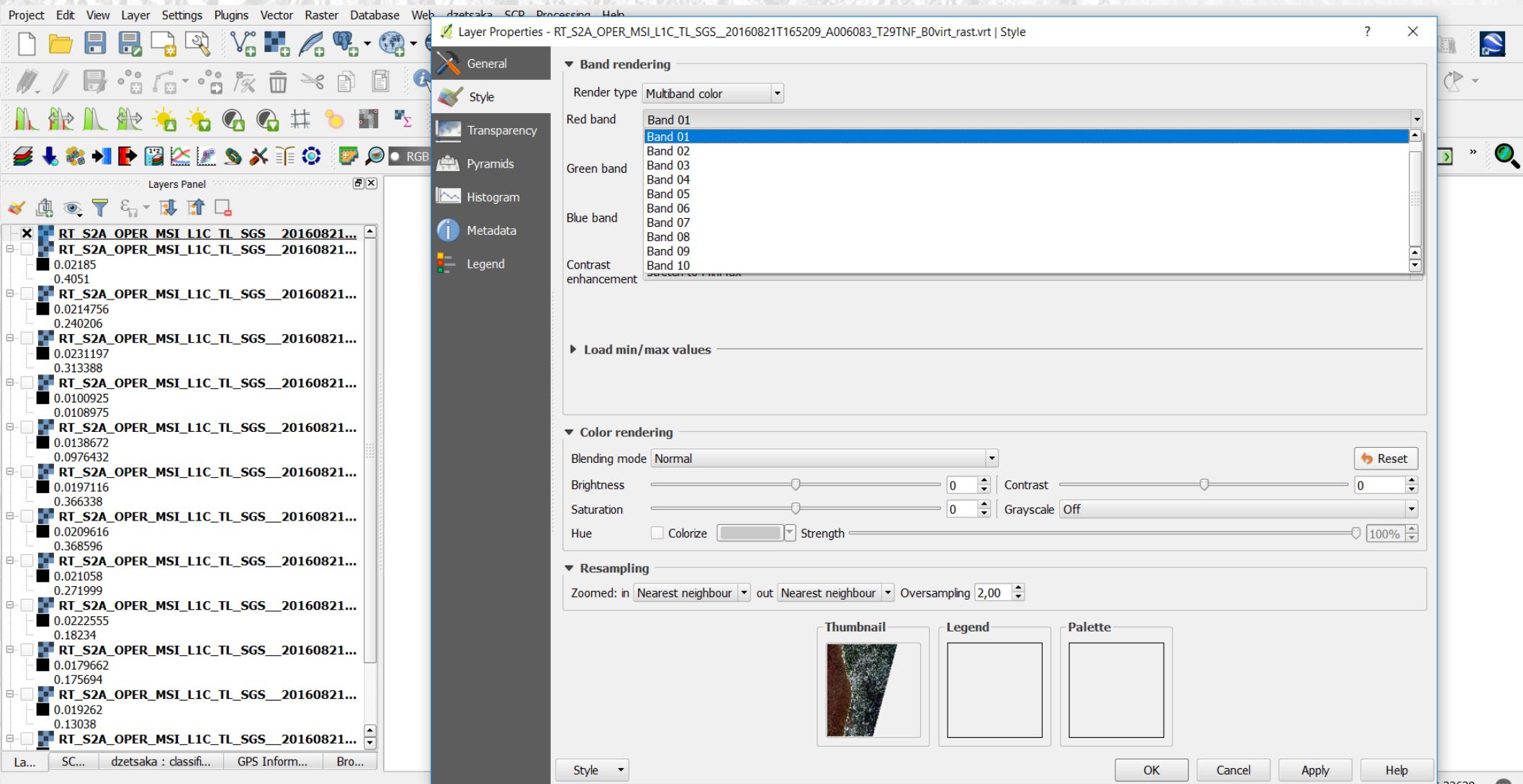
# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA



Run

Selecionar pasta de saída

# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA



## Properties

# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA

Quick wavelength settings

Sentinel-2 [bands 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11, 12]

## Bandas Sentinel-2

- 1 - Banda 1
- 2 - Banda 2
- 3 - Banda 3
- 4 - Banda 4
- 5 - Banda 5
- 6 - Banda 6
- 7 - Banda 7
- 8 - Banda 8
- 9 - Banda 8A
- 10 - Banda 9
- 11 - Banda 10
- 12 - Banda 11
- 13 - Banda 12

## Bandas Sentinel-2 utilizadas

- 1 - Banda 2
- 2 - Banda 3
- 3 - Banda 4
- 4 - Banda 5
- 5 - Banda 6
- 6 - Banda 7
- 7 - Banda 8
- 8 - Banda 8A
- 9 - Banda 11
- 10 - Banda 12

Red band

Band 01

Band 01

Band 02

Band 03

Band 04

Band 05

Band 06

Band 07

Band 08

Band 09

Band 10

Green band

Blue band

Contrast  
enhancement

Band 11

Band 12

Contrast  
enhancement

# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA

## Bandas Sentinel-2

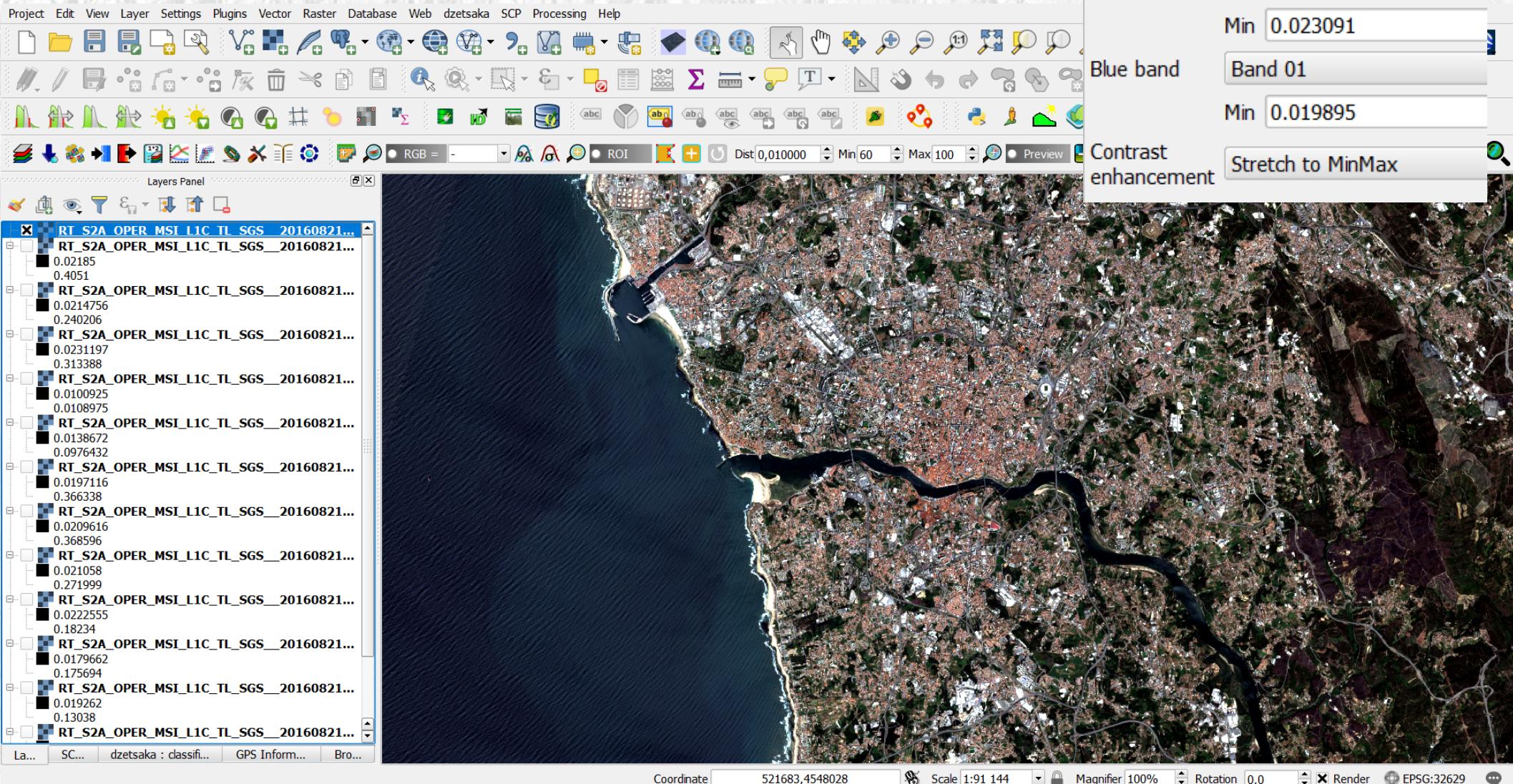
Cor Natural

RGB 432

## Bandas Sentinel-2 utilizadas

Cor Natural

RGB 321



# PRÉ-PROCESSAMENTO – CORREÇÃO ATMOSFÉRICA

## Bandas Sentinel-2

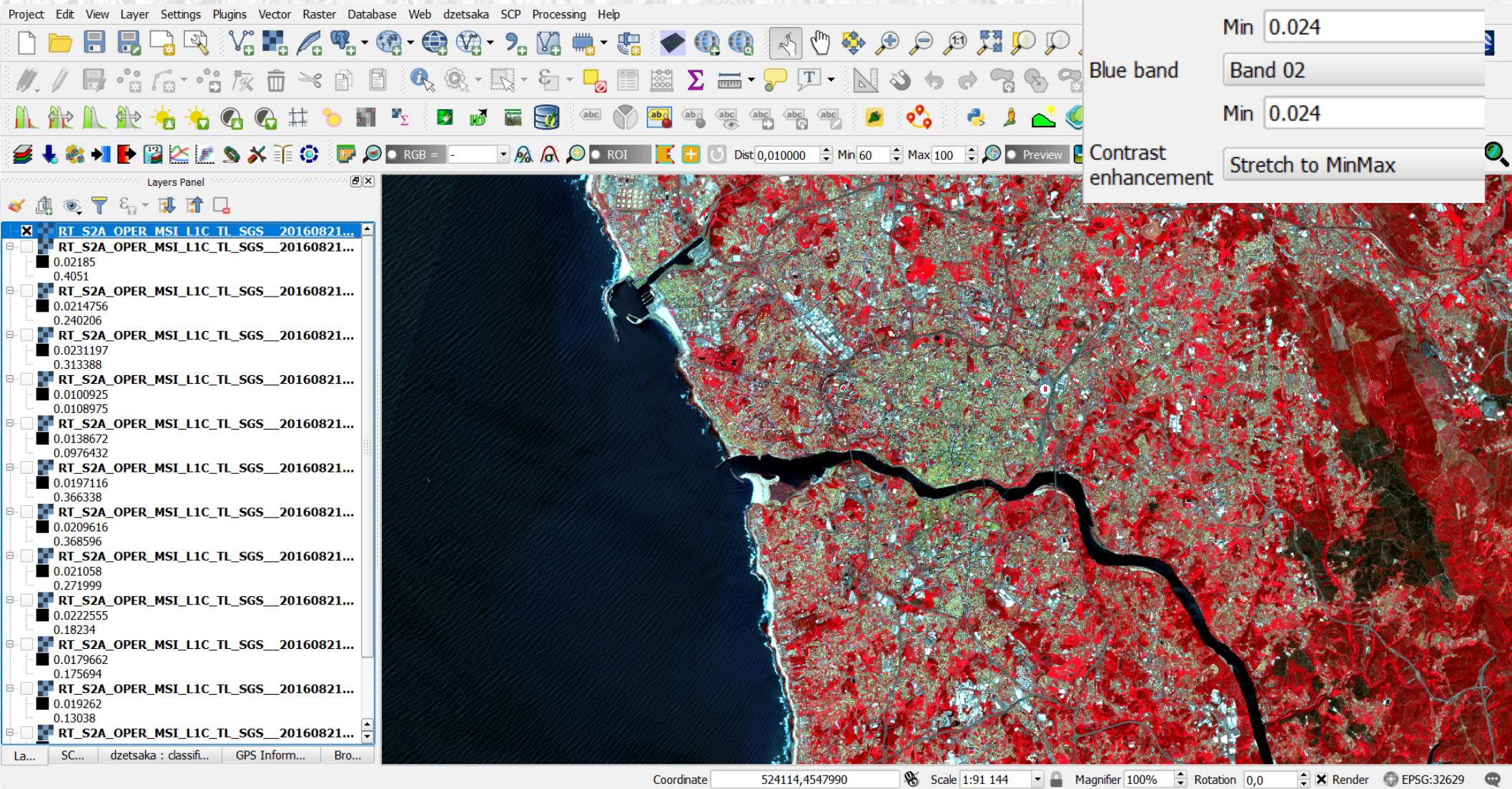
Falsa Cor (Vegetação)

RGB 843

## Bandas Sentinel-2 utilizadas

Falsa Cor (Vegetação)

RGB 732

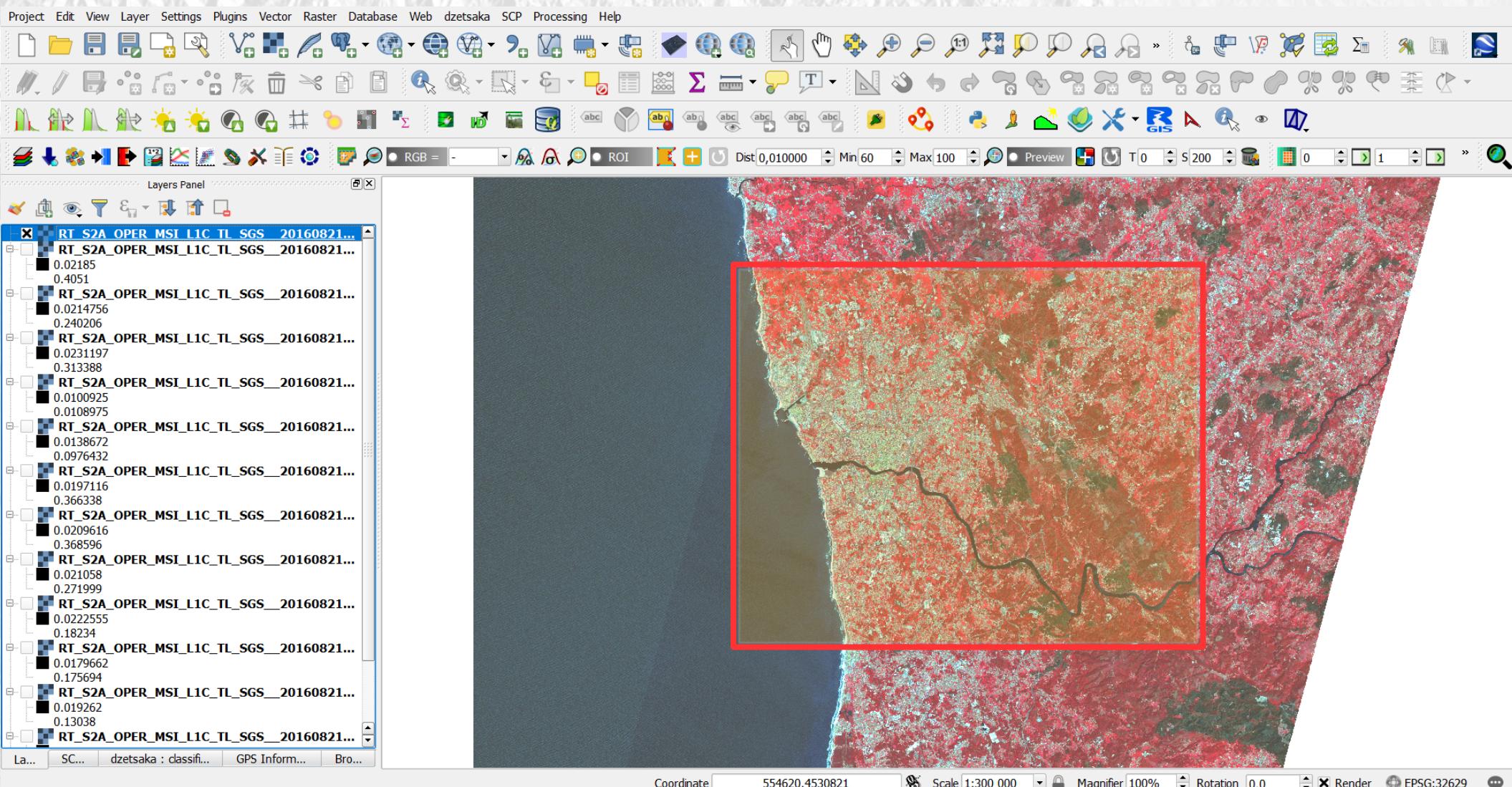


---

# **PRÉ-PROCESSAMENTO**

## **RECORTE PELA ÁREA DE INTERESSE / ÁREA DE TRABALHO**

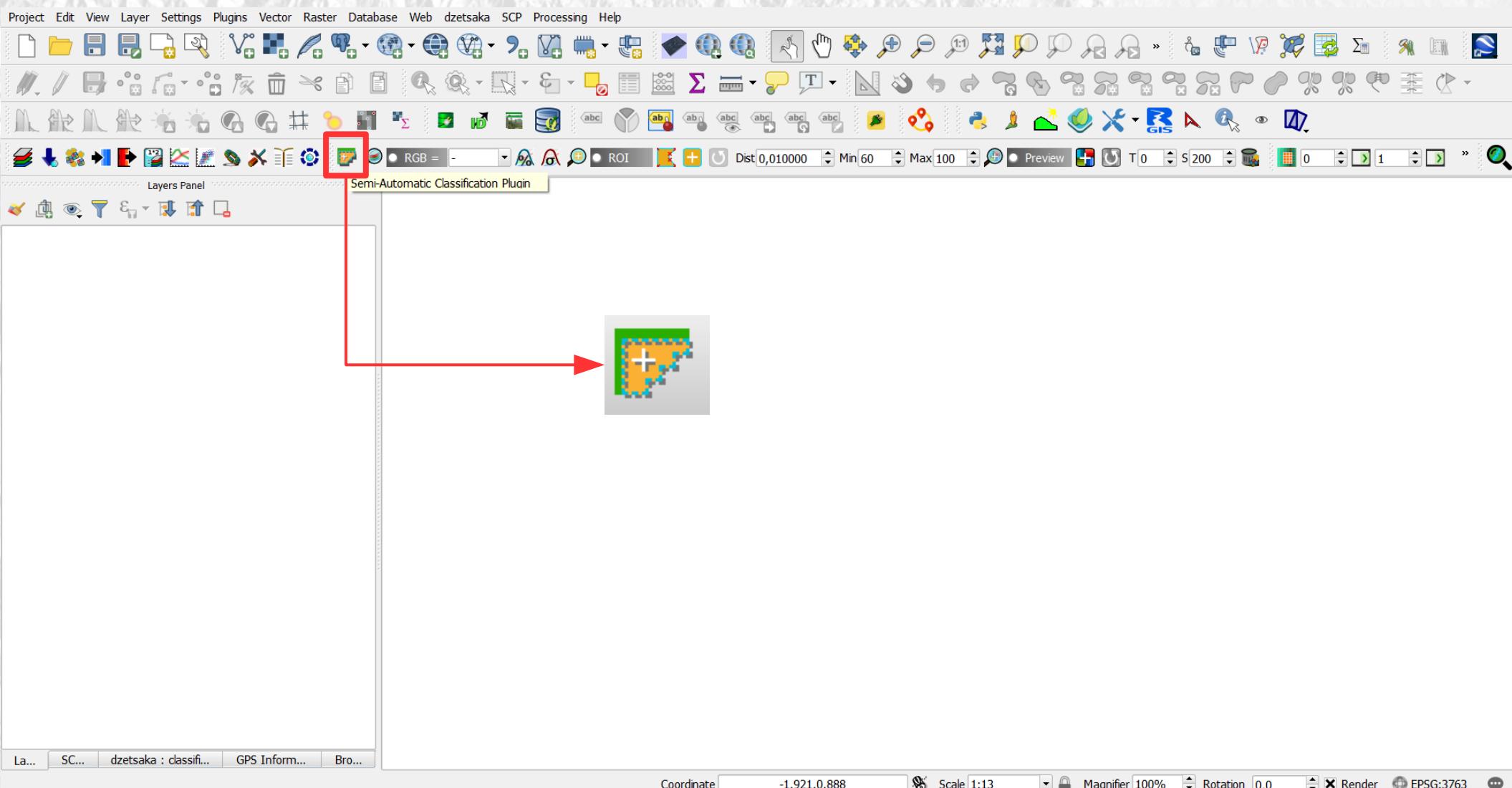
# PRÉ-PROCESSAMENTO – RECORTE PELA ÁREA DE INTERESSE



**BBox - UL X: 521291 | UL Y: 4570664 | LR X: 558121 | LR Y: 4540664**

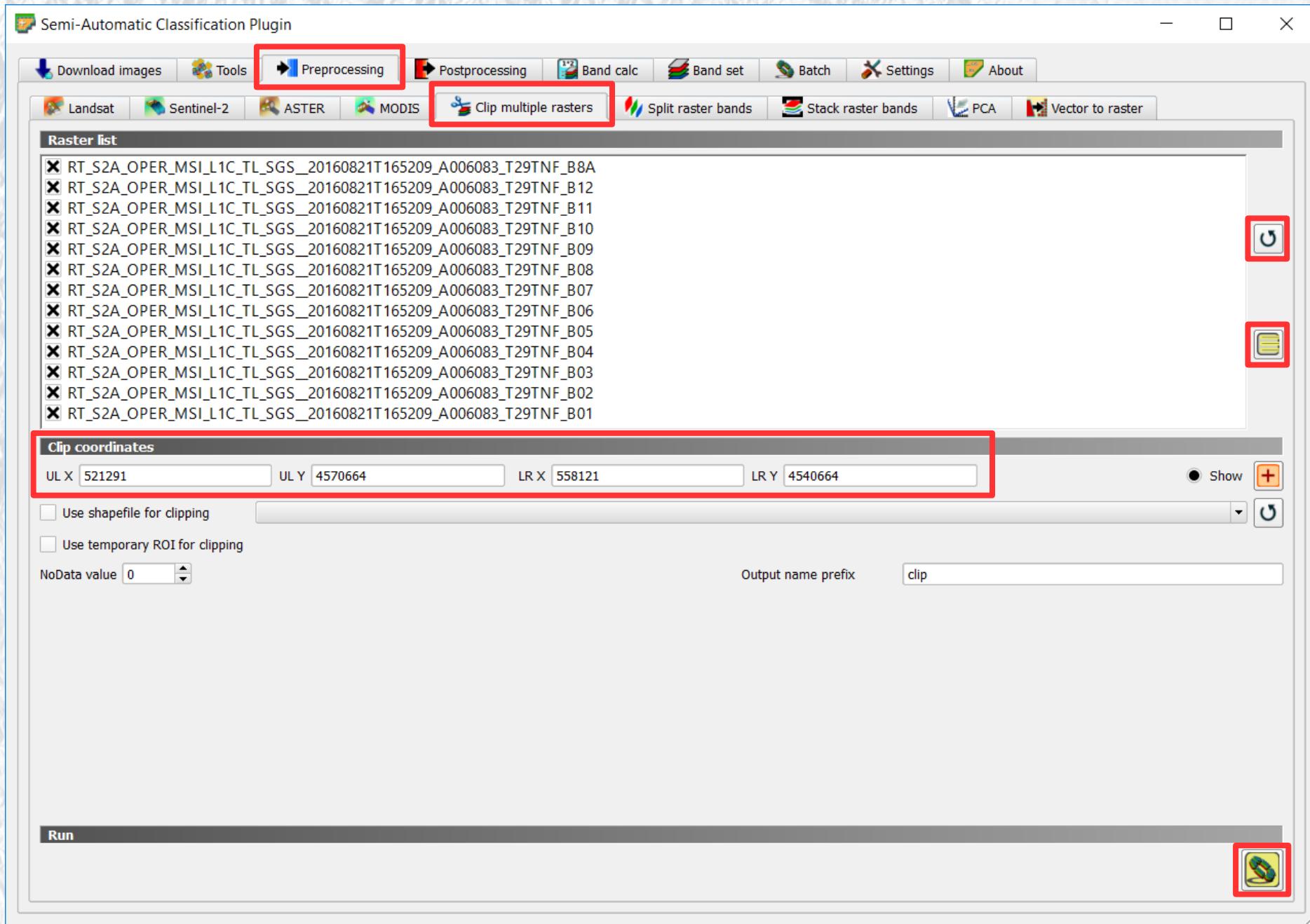
**Sistema de Referência - WGS84 UTM 29N | EPSG: 32629**

# PRÉ-PROCESSAMENTO – RECORTE PELA ÁREA DE INTERESSE

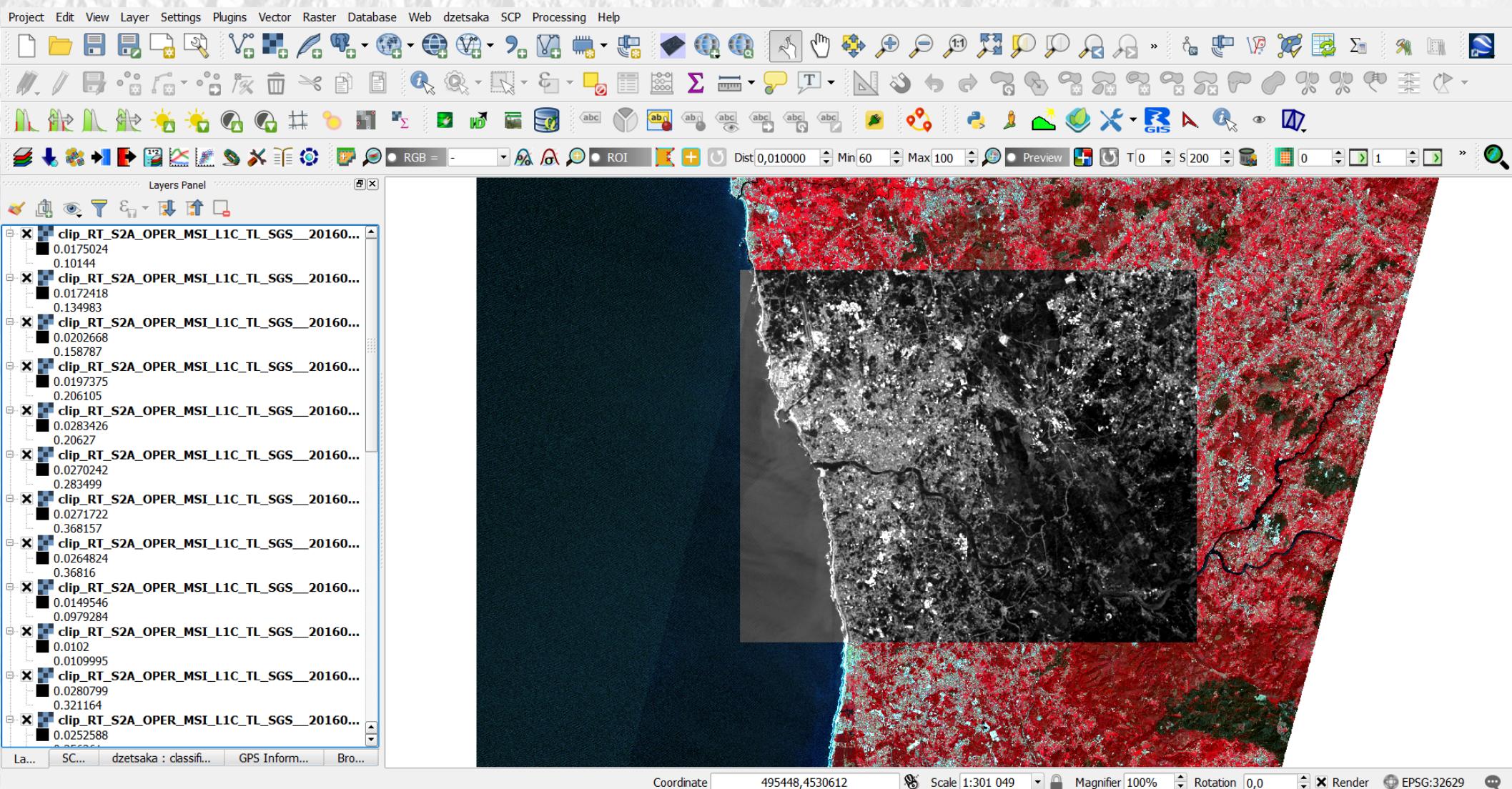


## Semi-Automatic Classification Plugin

# PRÉ-PROCESSAMENTO – RECORTE PELA ÁREA DE INTERESSE



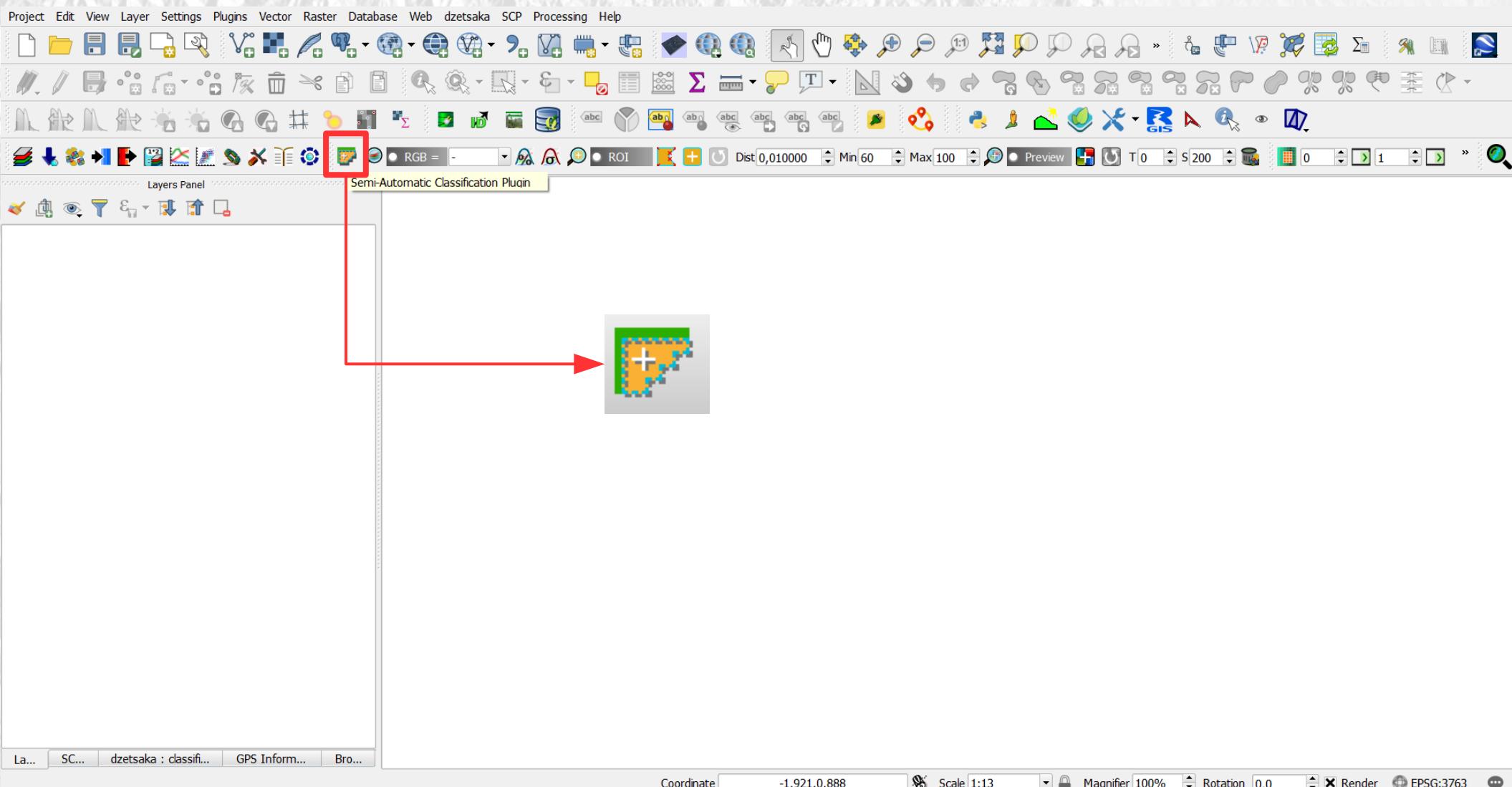
# PRÉ-PROCESSAMENTO – RECORTE PELA ÁREA DE INTERESSE



---

# **CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB**

# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB



## Semi-Automatic Classification Plugin

# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB

Semi-Automatic Classification Plugin

Download images Tools Preprocessing Postprocessing Band calc Band set Batch Settings About

**Band list**

- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B12
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B11
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B10
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B09
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B8A
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B08
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B07
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B06
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B05
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B04

**Band set definition**

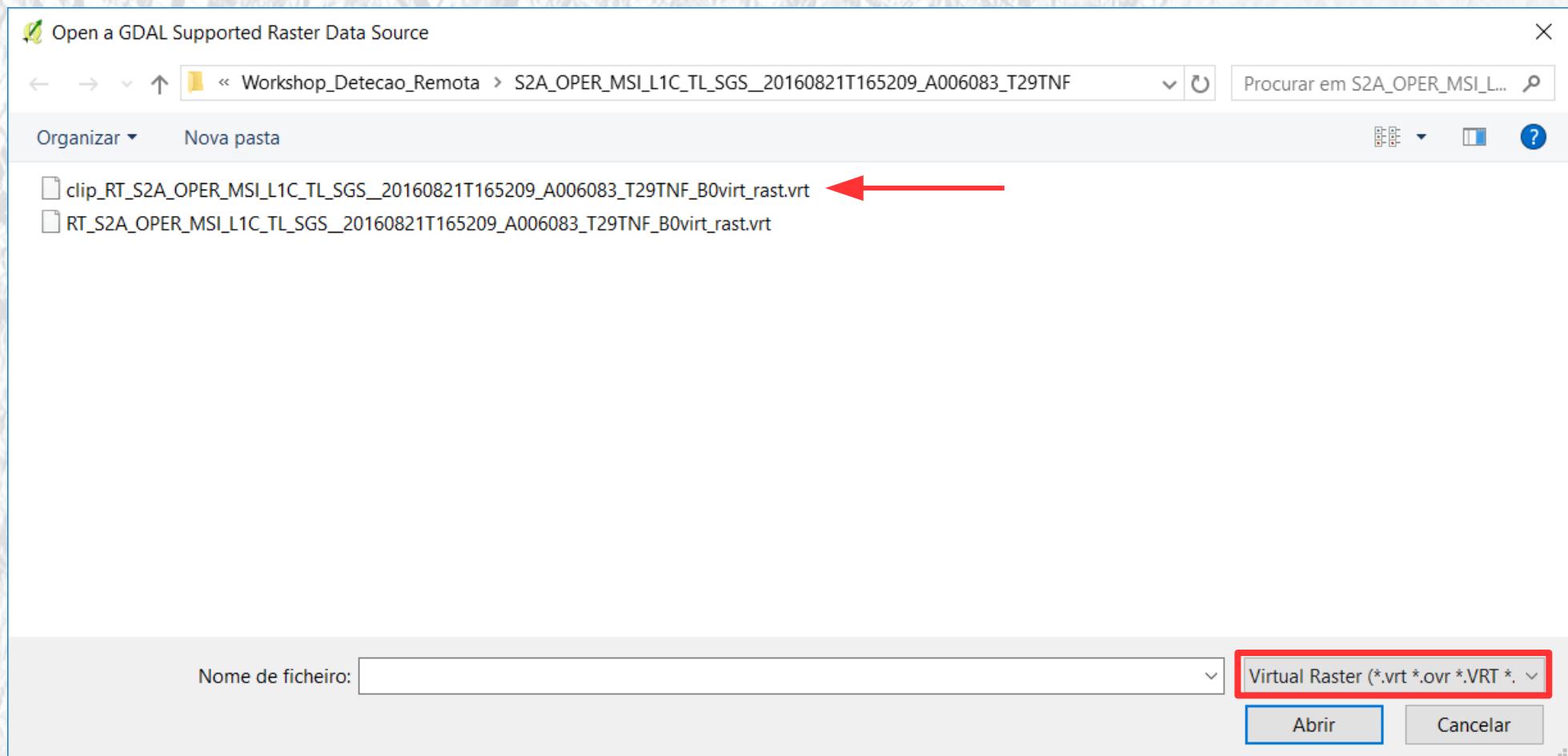
	Band name	Center wavelength	Multiplicative Factor	Additive Factor	
1	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B02	0.49	1	0	
2	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B03	0.56	1	0	
3	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B04	0.665	1	0	
4	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B05	0.705	1	0	
5	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B06	0.74	1	0	
6	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B07	0.783	1	0	
7	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B08	0.842	1	0	
8	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B8A	0.865	1	0	
9	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B11	1.61	1	0	
10	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B12	2.19	1	0	

Quick wavelength settings: Sentinel-2 [bands 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11, 12] Wavelength unit:  $\mu\text{m}$  (1 E-6m)

**Band set tools**

Create virtual raster of band set  Create raster of band set (stack bands)  Build band overviews  Band calc expressions

# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB



# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB

Quick wavelength settings

Sentinel-2 [bands 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11, 12]

## Bandas Sentinel-2

- 1 - Banda 1
- 2 - Banda 2
- 3 - Banda 3
- 4 - Banda 4
- 5 - Banda 5
- 6 - Banda 6
- 7 - Banda 7
- 8 - Banda 8
- 9 - Banda 8A
- 10 - Banda 9
- 11 - Banda 10
- 12 - Banda 11
- 13 - Banda 12

## Bandas Sentinel-2 utilizadas

- 1 - Banda 2
- 2 - Banda 3
- 3 - Banda 4
- 4 - Banda 5
- 5 - Banda 6
- 6 - Banda 7
- 7 - Banda 8
- 8 - Banda 8A
- 9 - Banda 11
- 10 - Banda 12

Red band

Band 01

Band 01

Band 02

Band 03

Band 04

Band 05

Band 06

Band 07

Band 08

Band 09

Band 10

Green band

Band 11

Blue band

Band 12

Contrast  
enhancement

Band 01
Band 01
Band 02
Band 03
Band 04
Band 05
Band 06
Band 07
Band 08
Band 09
Band 10
Band 11
Band 12

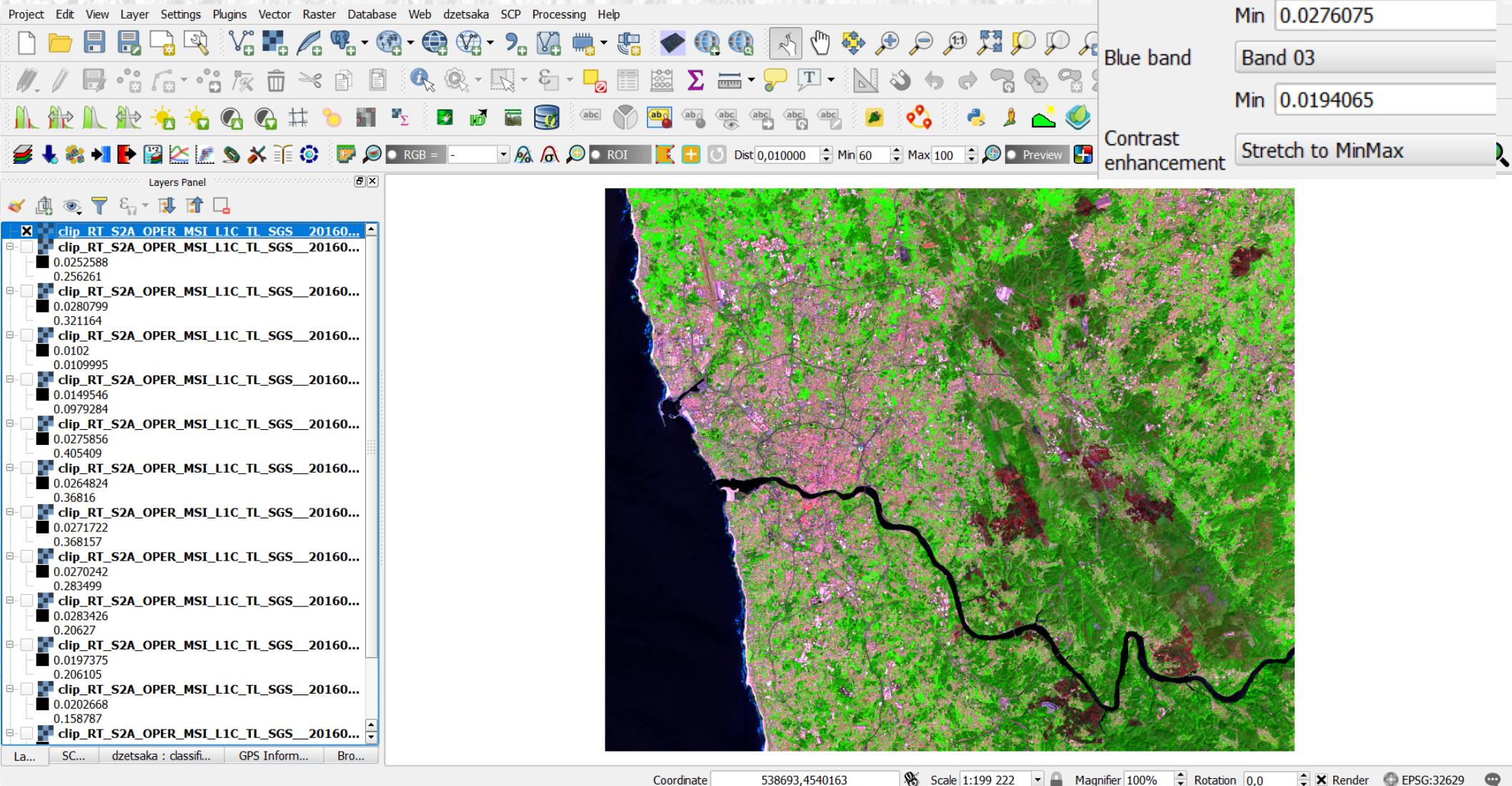
# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB

## Bandas Sentinel-2

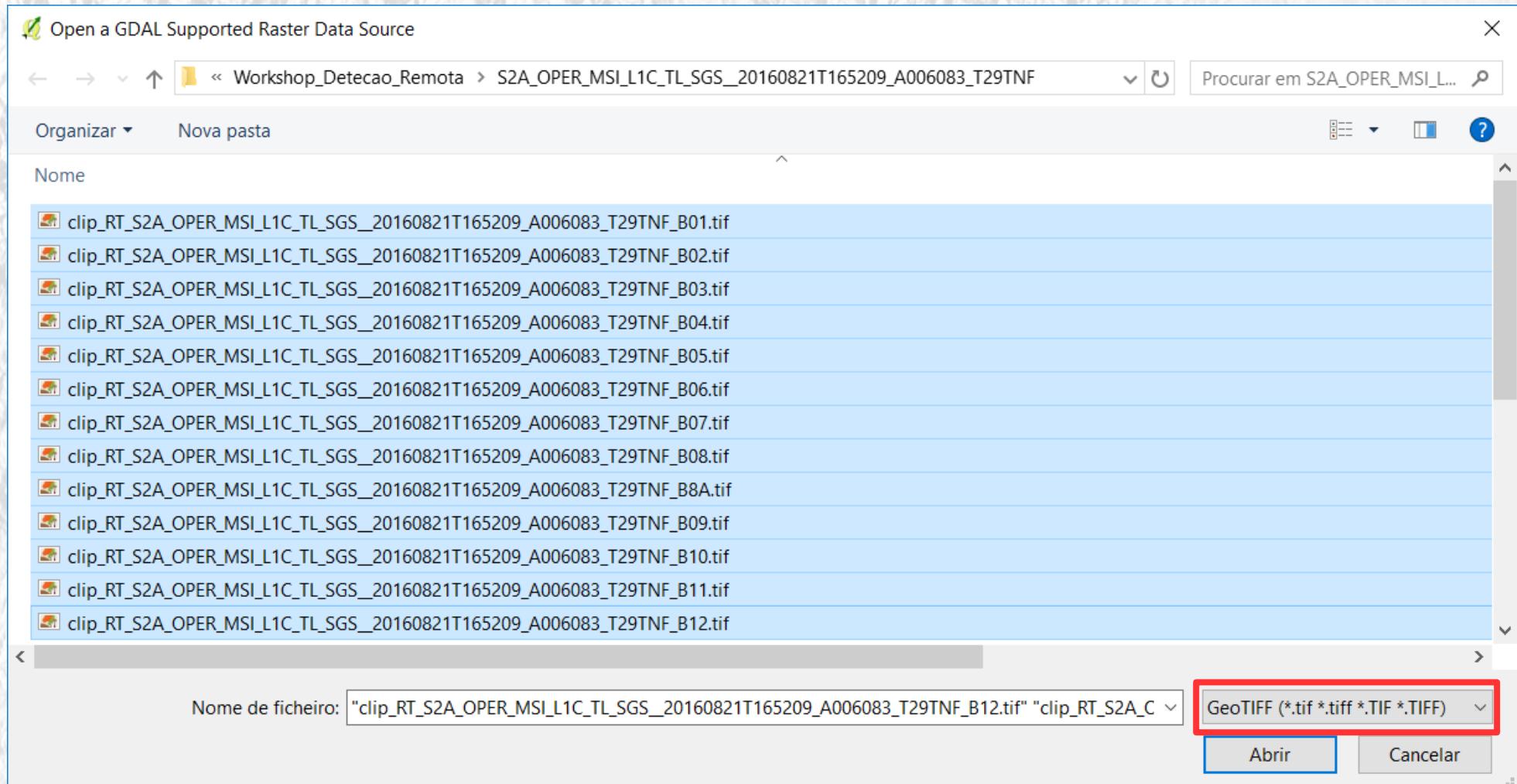
Falsa Cor  
RGB 12 8A 4

## Bandas Sentinel-2 utilizadas

Falsa Cor  
RGB 10 8 3



# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB



# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB

Semi-Automatic Classification Plugin

Download images Tools Preprocessing Postprocessing Band calc **Band set** Batch Settings About

**Band list**

- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B8A
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B08
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B07
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B06
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B05
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B04
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B03
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B02
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MSI\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B01

**Band set definition**

	Band name	Center wavelength	Multiplicative Factor	Additive Factor
1	clip_RT_S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B02	0.49	1	0
2	clip_RT_S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B03	0.56	1	0
3	clip_RT_S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B04	0.665	1	0
4	clip_RT_S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B05	0.705	1	0
5	clip_RT_S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B06	0.74	1	0
6	clip_RT_S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B07	0.783	1	0
7	clip_RT_S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B08	0.842	1	0
8	clip_RT_S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B8A	0.865	1	0
9	clip_RT_S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B11	1.61	1	0
10	clip_RT_S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B12	2.19	1	0

Quick wavelength settings: Sentinel-2 [bands 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11, 12] Wavelength unit:  $\mu\text{m}$  (1 E-6m)

**Band set tools**

Create virtual raster of band set  Create raster of band set (stack bands)  Build band overviews  Band calc expressions

# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB

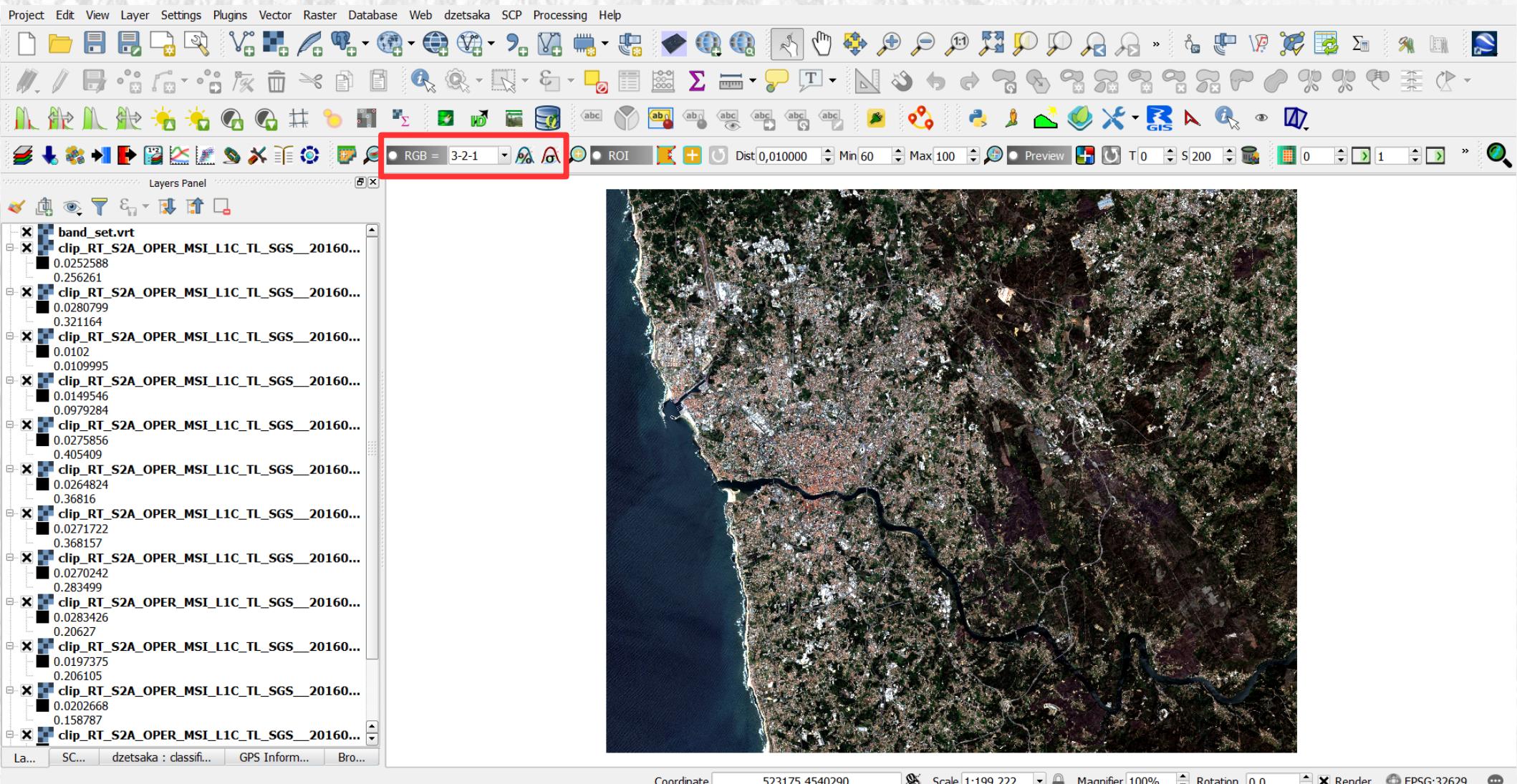
## Bandas Sentinel-2

# **Cor Natural**

## **RGB 432**

## **Bandas Sentinel-2 utilizadas**

**Cor Natural  
RGB 321**



# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB

## Bandas Sentinel-2

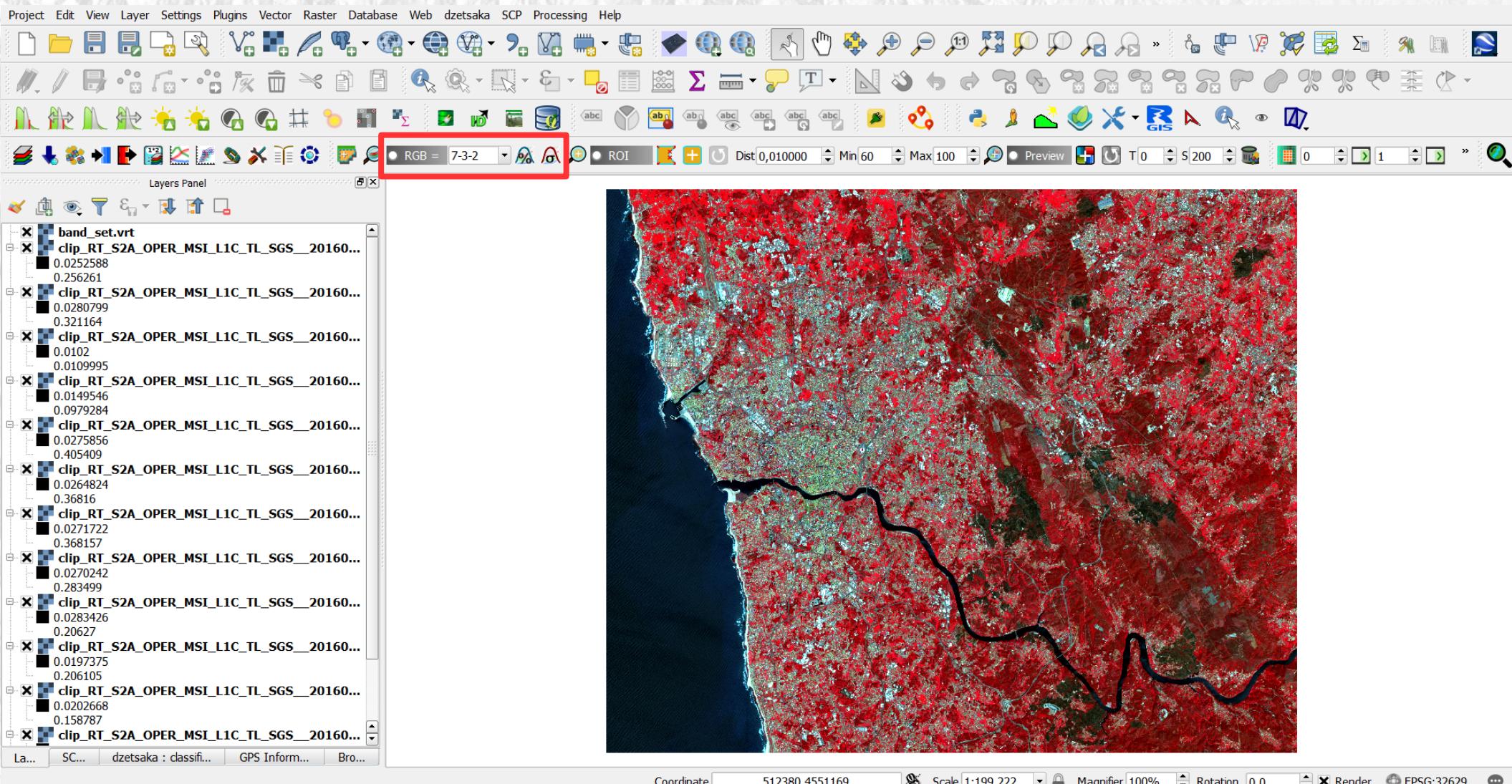
Falsa Cor (Vegetação)

RGB 843

## Bandas Sentinel-2 utilizadas

Falsa Cor (Vegetação)

RGB 732



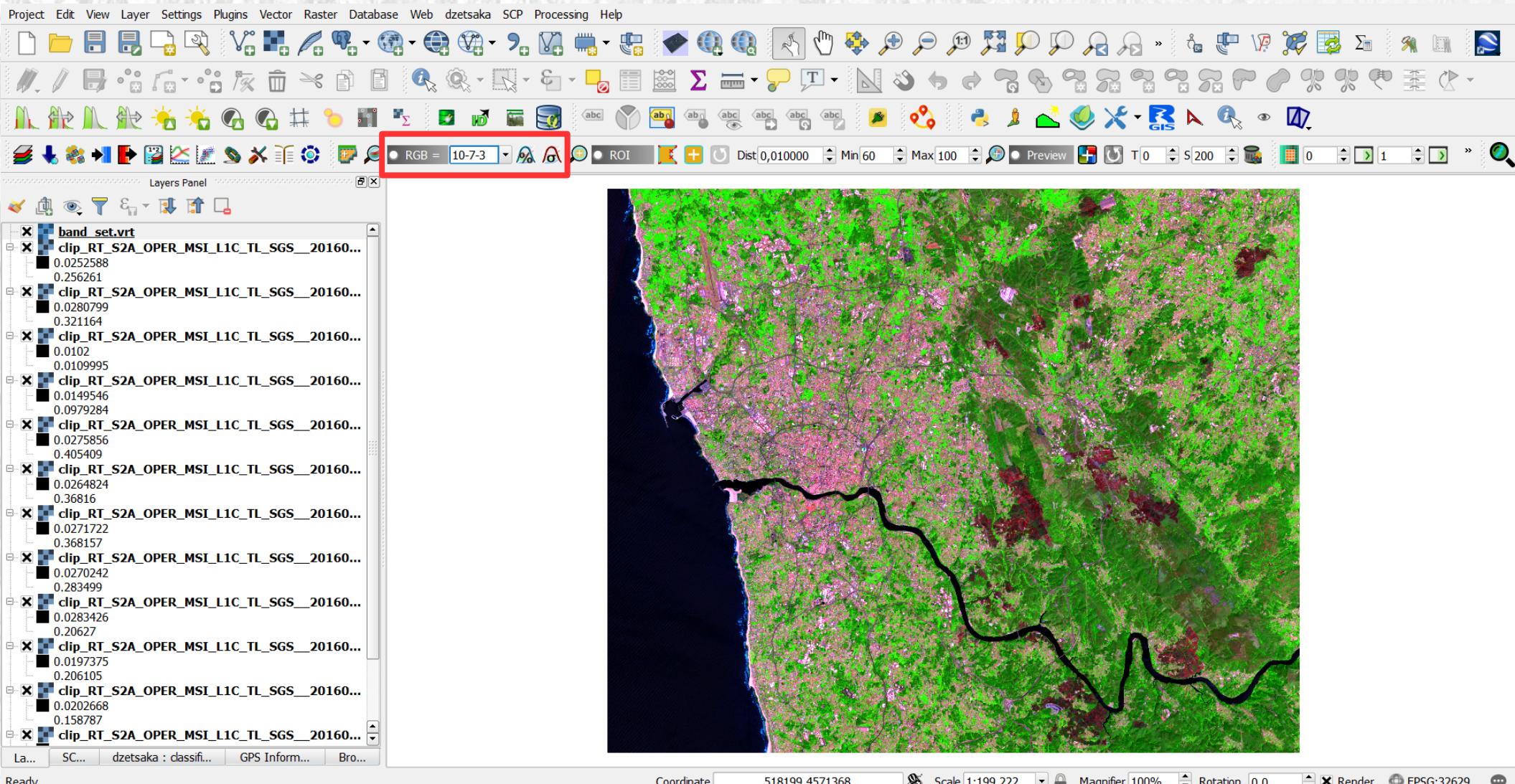
# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB

## Bandas Sentinel-2

Falsa Cor  
RGB 12 8 4

## Bandas Sentinel-2 utilizadas

Falsa Cor  
RGB 10 7 3



# CRIAÇÃO DE IMAGENS COMPÓSITAS RGB

	RGB Sentinel-2	RGB Sentinel-2 SCP
Natural Color	4-3-2	3-2-1
False Color (Infrared)	8-4-3	7-3-2
False Color (Urban)	12-11-4	10-9-3
Agriculture	11-8A-2	9-8-1
Atmospheric Penetration	12-11-8A	10-9-8
Healthy Vegetation	8A-11-2	8-9-1
Land/Water	8A-11-4	8-9-3
Natural Colors with Atmospheric Removal	12-8A-3	10-8-2
Shortwave Infrared	12-8-4	10-7-3
Vegetation Analysis	11-8A-4	9-8-3

---

# CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRAIS

# CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRAIS

---

- É um processo de transformação radiométrica que permite realçar informação presente nos dados de Deteção Remota.
- Muito utilizado para estudos de vegetação, através dos índices de vegetação.
- A vegetação, no processo de fotossíntese, absorve radiação solar na região do visível, o que resulta numa baixa refletância nessa zona do espetro eletromagnético.
- Na região do infravermelho próximo, verifica-se a dispersão da radiação pela estrutura interna e composição química da vegetação, o que provoca alta refletância.
- Assim, de um modo geral, quanto maior for a densidade da vegetação, numa dada área, menor será a refletância na região do visível e maior será na região do infravermelho próximo.

# CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRAIS

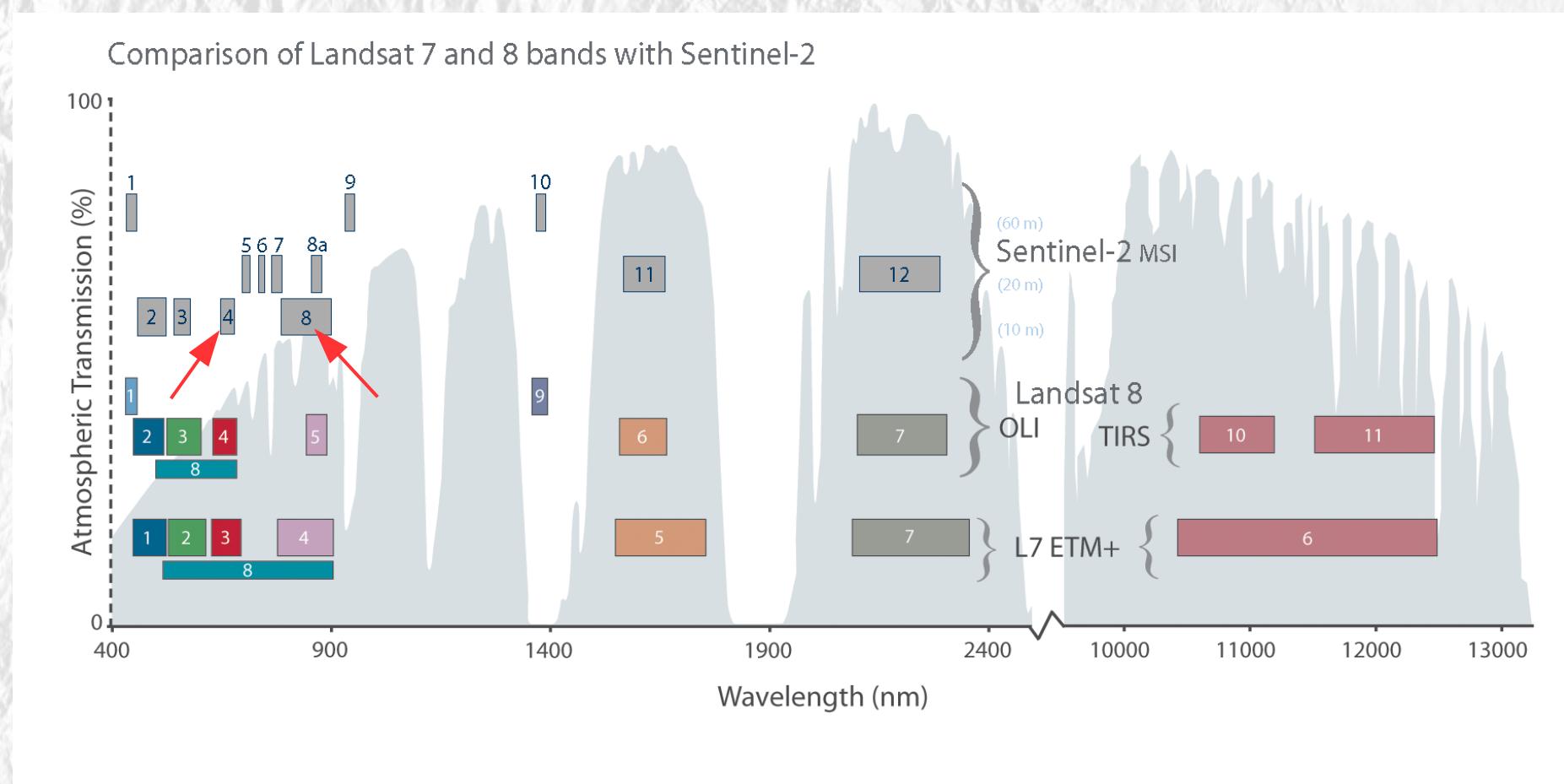
- Para calcular índices espectrais é essencial proceder previamente à transformação de radiância para refletância, e à correção atmosférica, para que os valores estejam na mesma escala radiométrica, nas diversas bandas, e os resultados representem grandezas físicas.
- A interferência atmosférica afeta mais a região do visível.
- O Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) é um dos índices mais conhecidos e utilizados em estudos de vegetação, e tira partido das diferenças de refletância verificadas entre a região do visível (concretamente, do vermelho) e a região do infravermelho próximo.
- Varia entre -1 e 1 (<0 - áreas artificiais ou corpos de água; 0 a 0,3 - solo; > 0,3 - áreas com vegetação).

$$\text{NDVI} = (\text{Refletância IVprox.} - \text{Refletância Verm.}) / (\text{Refletância IVprox.} + \text{Refletância Verm.})$$

# CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRAIS

## NDVI (Sentinel-2)

$$\text{NDVI} = (\text{Banda 8} - \text{Banda 4}) / (\text{Banda 8} + \text{Banda 4})$$



**Banda 4 – Vermelho**

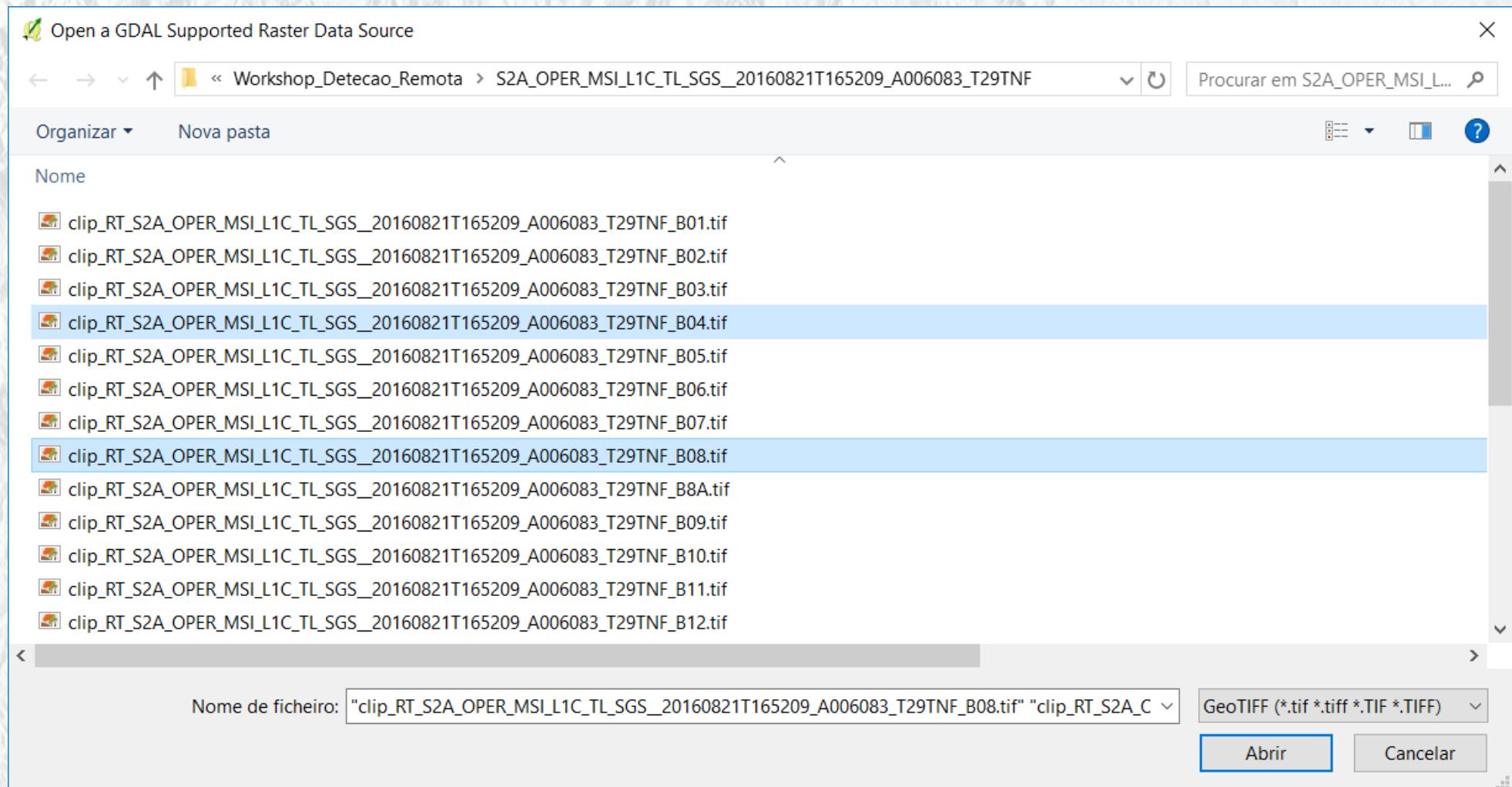
**Banda 8 – Infravermelho Próximo**

**Banda 8A – Infravermelho Próximo “Estreito”**

# CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRAIS

## NDVI (Sentinel-2)

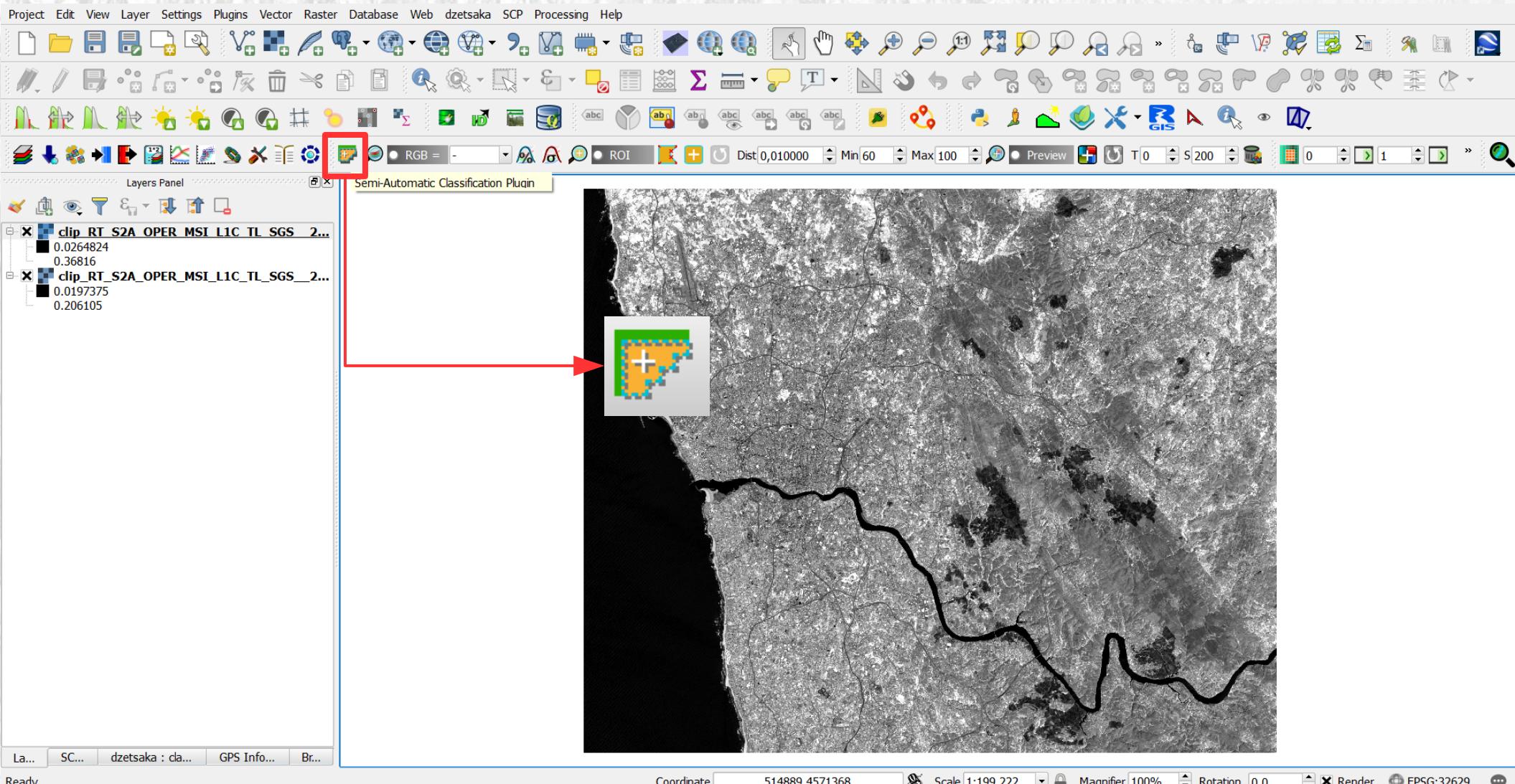
$$\text{NDVI} = (\text{Banda 8} - \text{Banda 4}) / (\text{Banda 8} + \text{Banda 4})$$



# CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRAIS

## NDVI (Sentinel-2)

$$\text{NDVI} = (\text{Banda 8} - \text{Banda 4}) / (\text{Banda 8} + \text{Banda 4})$$



# CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRAIS

## NDVI (Sentinel-2)

$$\text{NDVI} = (\text{Banda 8} - \text{Banda 4}) / (\text{Banda 8} + \text{Banda 4})$$

The screenshot shows the SCP interface for calculating the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The interface includes a toolbar with various processing tools, a 'Band list' table, an 'Expression' editor, a function calculator, and settings for the output raster.

**Band list:**

Variable	Band name
raster1	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B08
raster2	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B04

**Expression:**

```
("clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B08" - "clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B04") / ("clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B08" + "clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B04")
```

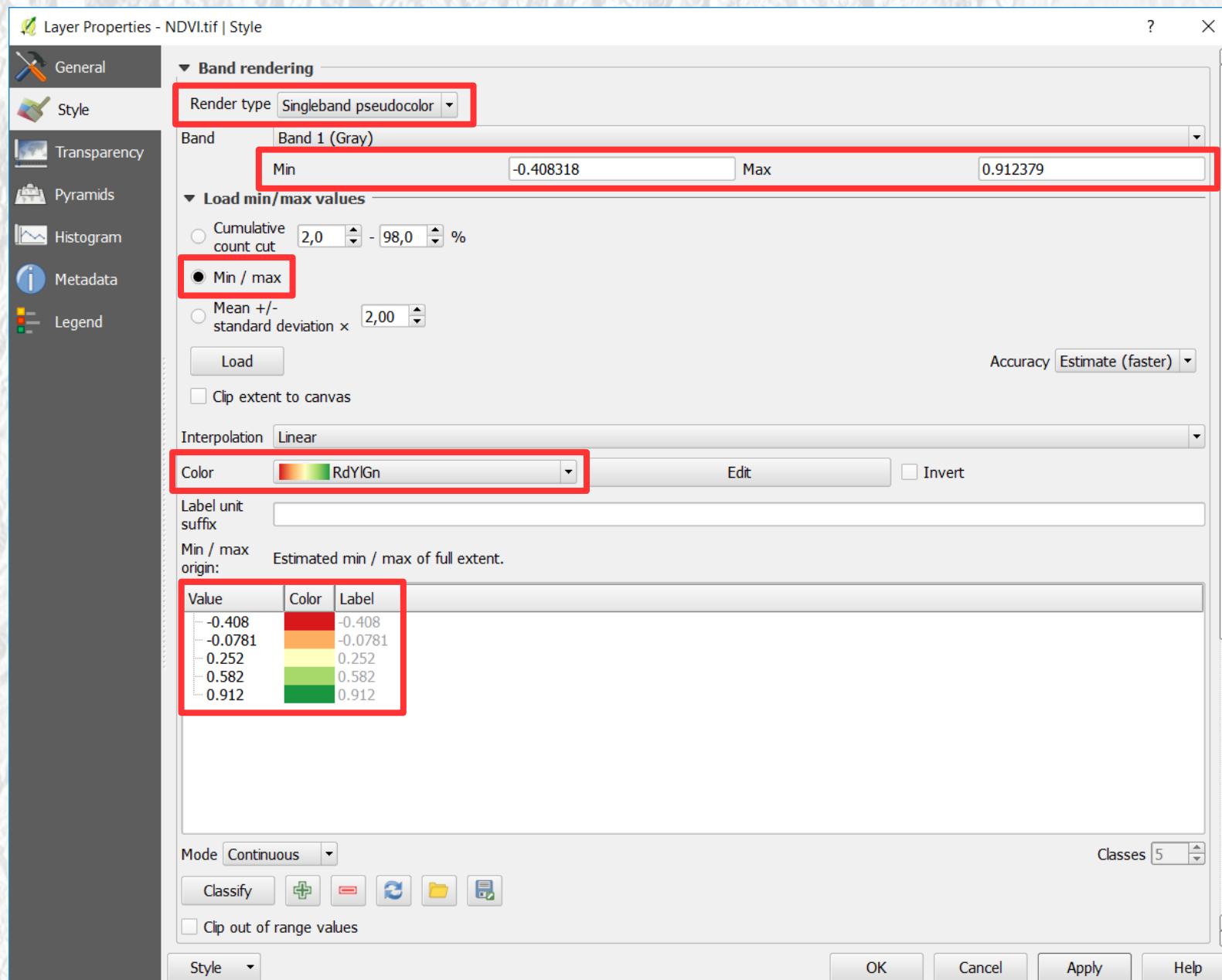
**Decision rules:** (This section is currently empty.)

**Output raster:**

Set NoData value: 0 Extent: Intersection Same as "Map extent" Align

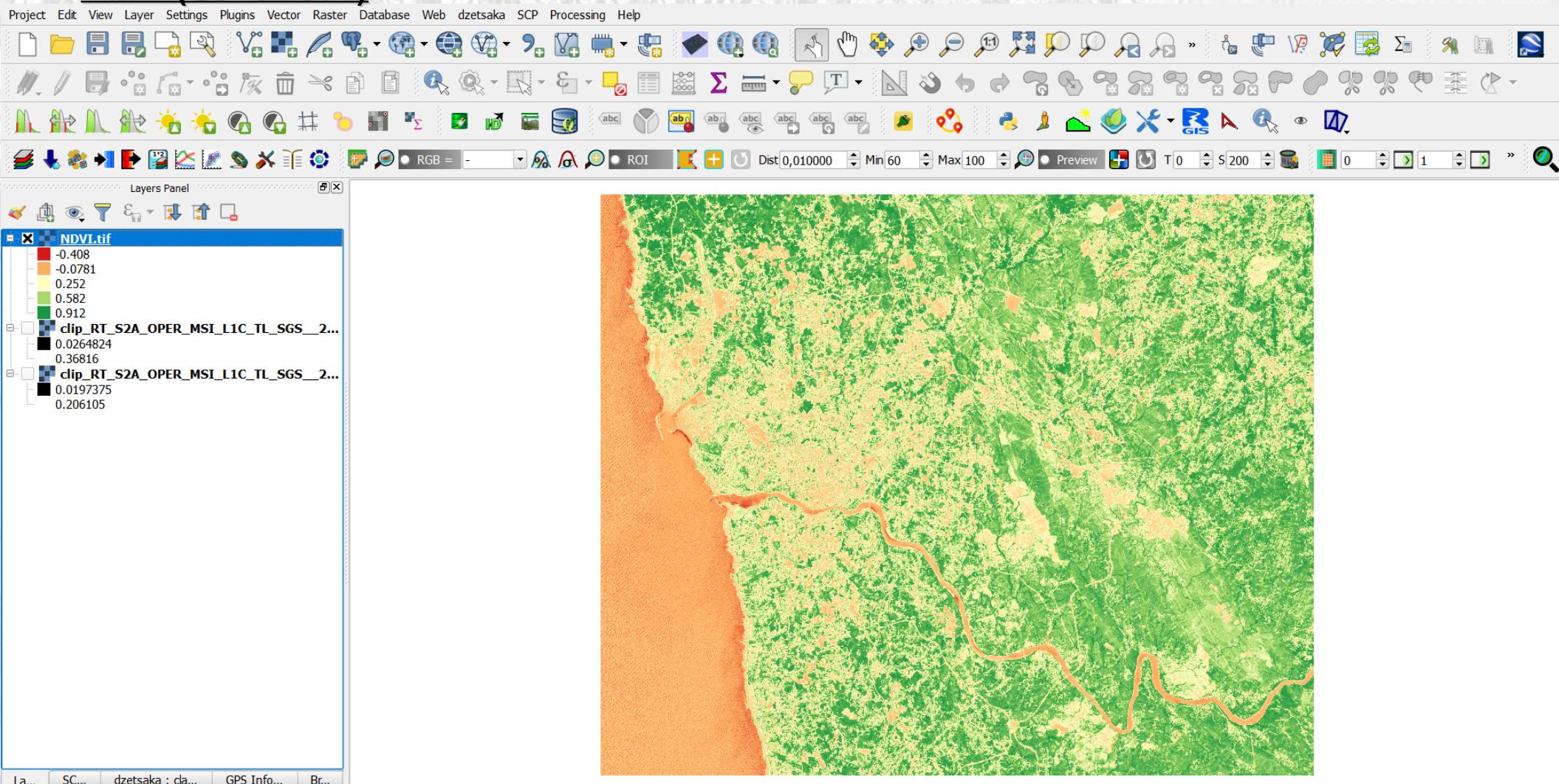
# CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRAIS

## NDVI (Sentinel-2)



# CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRAIS

## NDVI (Sentinel-2)



- Os valores de NDVI mais próximos de 1, representam áreas com mais vegetação fotossinteticamente ativa;
- Os valores mais baixos e os negativos, representam áreas sem vegetação.

---

# **CLASSIFICAÇÃO DA IMAGEM**

# **CLASSIFICAÇÃO DA IMAGEM**

---

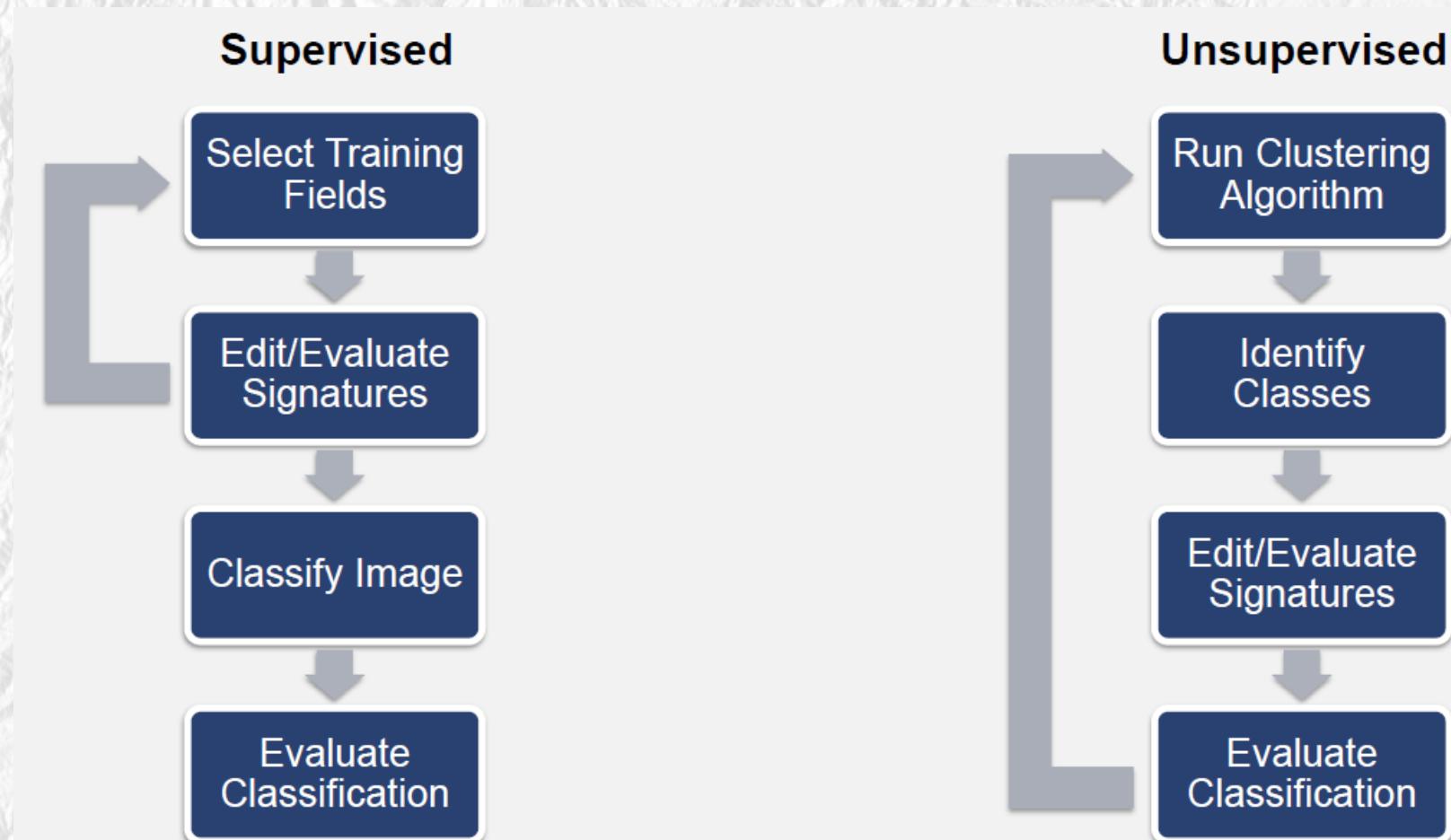
- Um dos principais processos de análise de uma imagem de satélite, consiste na sua classificação.
- A classificação tem como objetivo a criação de cartografia temática, representativa da superfície terrestre.
- O comportamento de um dado objeto, ao longo do espectro eletromagnético, traduz-se na sua assinatura espectral.
- A classificação surge como um processo de extração de informação que analisa as assinaturas espectrais de cada pixel, separando-os em classes consoante a similaridade das suas assinaturas.
- É, em suma, um processo de agrupamento de classes espectrais e atribuição de nomes com significado físico a essas classes.

# CLASSIFICAÇÃO DA IMAGEM

---

- Existem dois tipos básicos de classificação digital:
  - Classificação Não-Supervisionada, na qual o software separa os pixéis por classes, sem qualquer tipo de intervenção do operador. É útil quando não se dispõe de um conhecimento prévio da área de trabalho.
  - Classificação Supervisionada, na qual o operador define, na imagem, áreas, designadas “áreas de treino”, que são representativas de cada classe. Requer um conhecimento prévio do terreno e implica a seleção de pequenas áreas representativas das classes, que posteriormente são utilizadas como referência estatística de toda a classificação.

# CLASSIFICAÇÃO DA IMAGEM



Fonte: NASA ARSET

---

# **CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA**

# **CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA**

---

## **Classes a identificar com áreas de treino**

**1 - Urbano 1 (Edifícios de telha cerâmica)**

**2 - Urbano 2 (Edifícios de cobertura plana e outros materiais)**

**3 - Urbano 3 (Infraestruturas - estradas, parques de estacionamento, etc.)**

**4 - Vegetacao 1 (Floresta)**

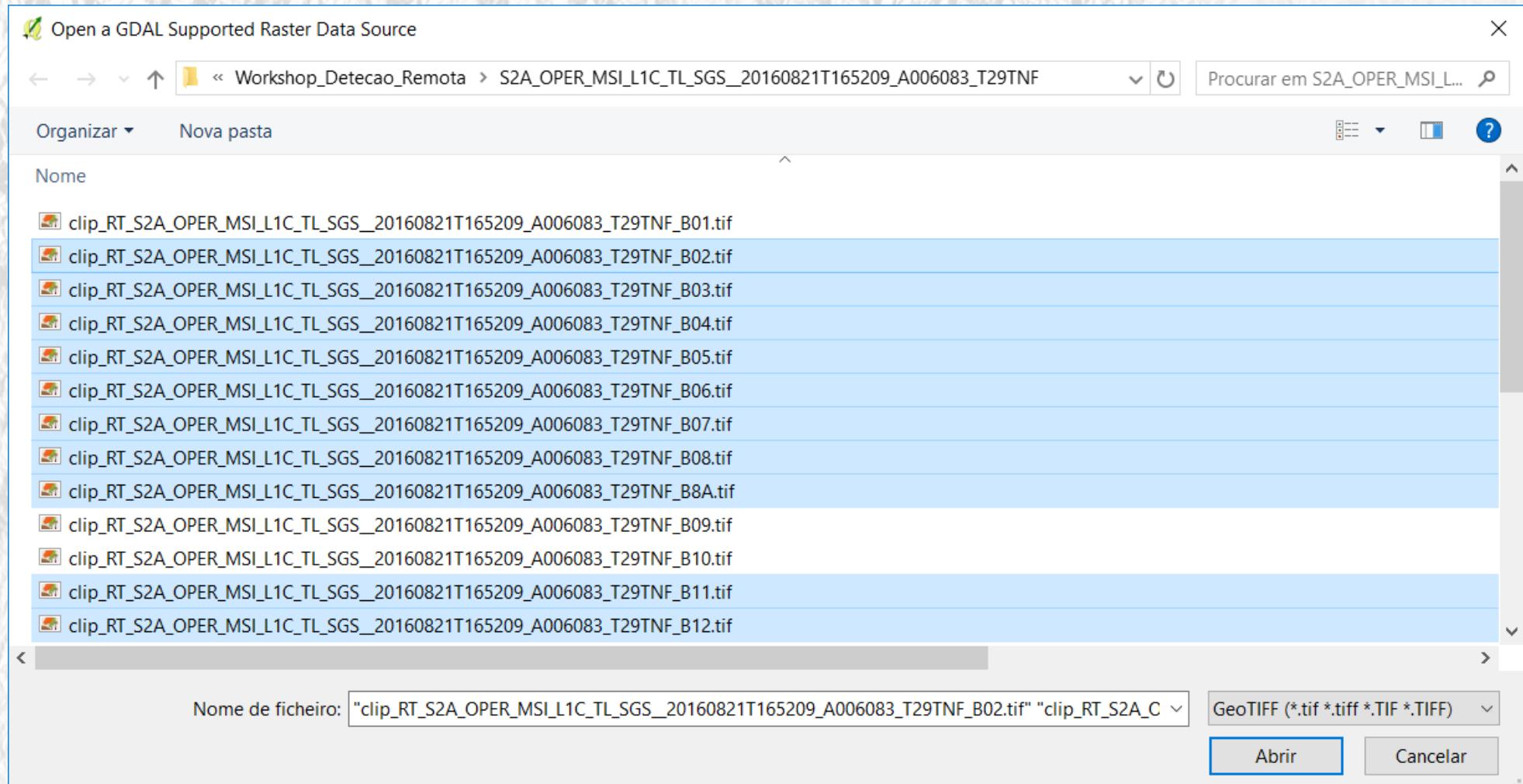
**5 - Vegetacao 2 (Vegetação arbustiva, agricultura, campos de jogos com relva, etc.)**

**6 - Solo e Areias (Solo nu, rochas e areias de praia)**

**7 - Areas Aridas**

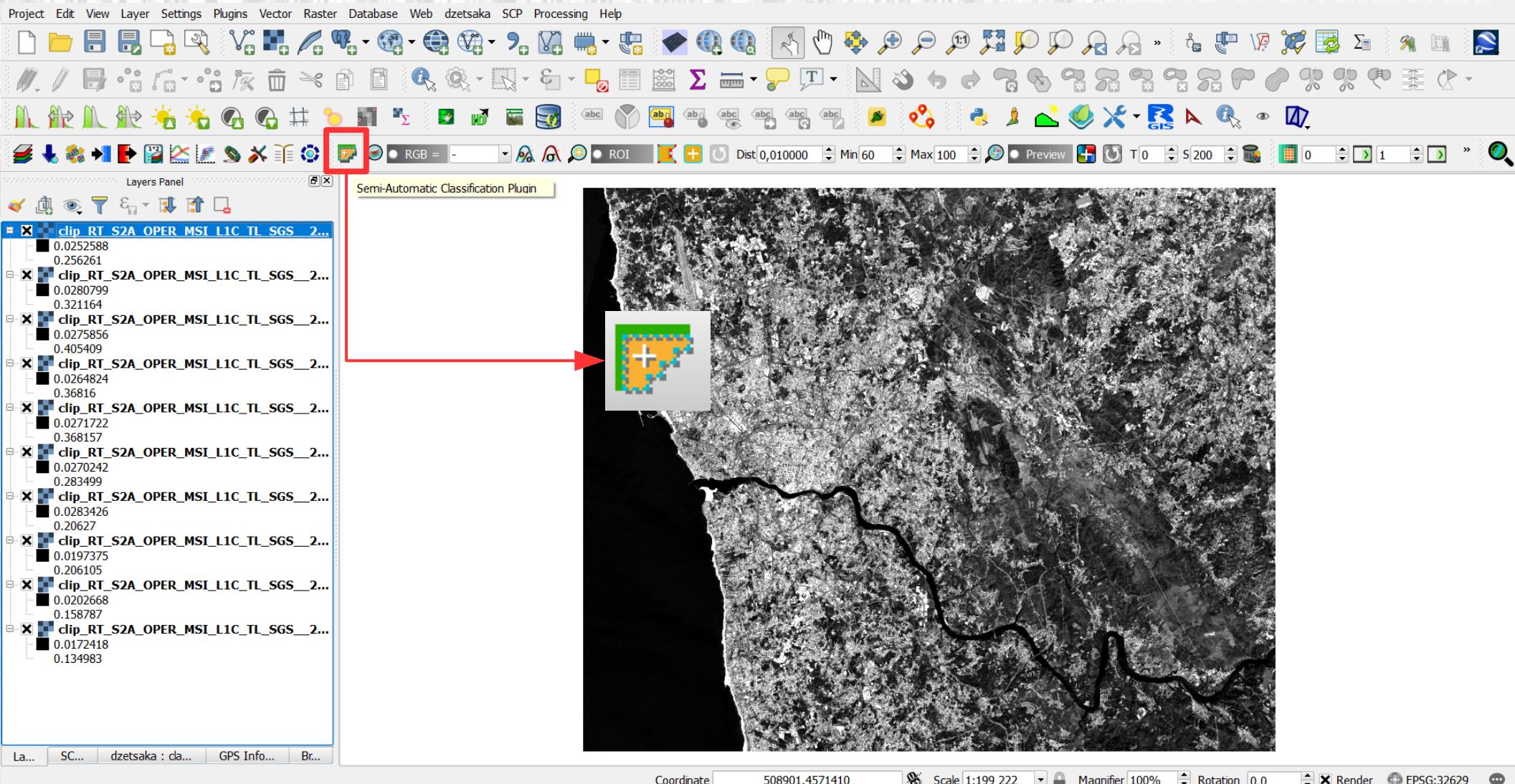
**8 - Agua (Oceano, rio e lagoas)**

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA



**Carregam-se as bandas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11 e 12 no QGIS.**

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA



## Semi-Automatic Classification Plugin

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

Semi-Automatic Classification Plugin

Download images Tools Preprocessing Postprocessing Band calc **Band set** Batch Settings About

**Band list**

- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B12
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B11
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B8A
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B08
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B07
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B06
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B05
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B04
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B03
- clip\_RT\_S2A\_OPER\_MS1\_L1C\_TL\_SGS\_20160821T165209\_A006083\_T29TNF\_B02

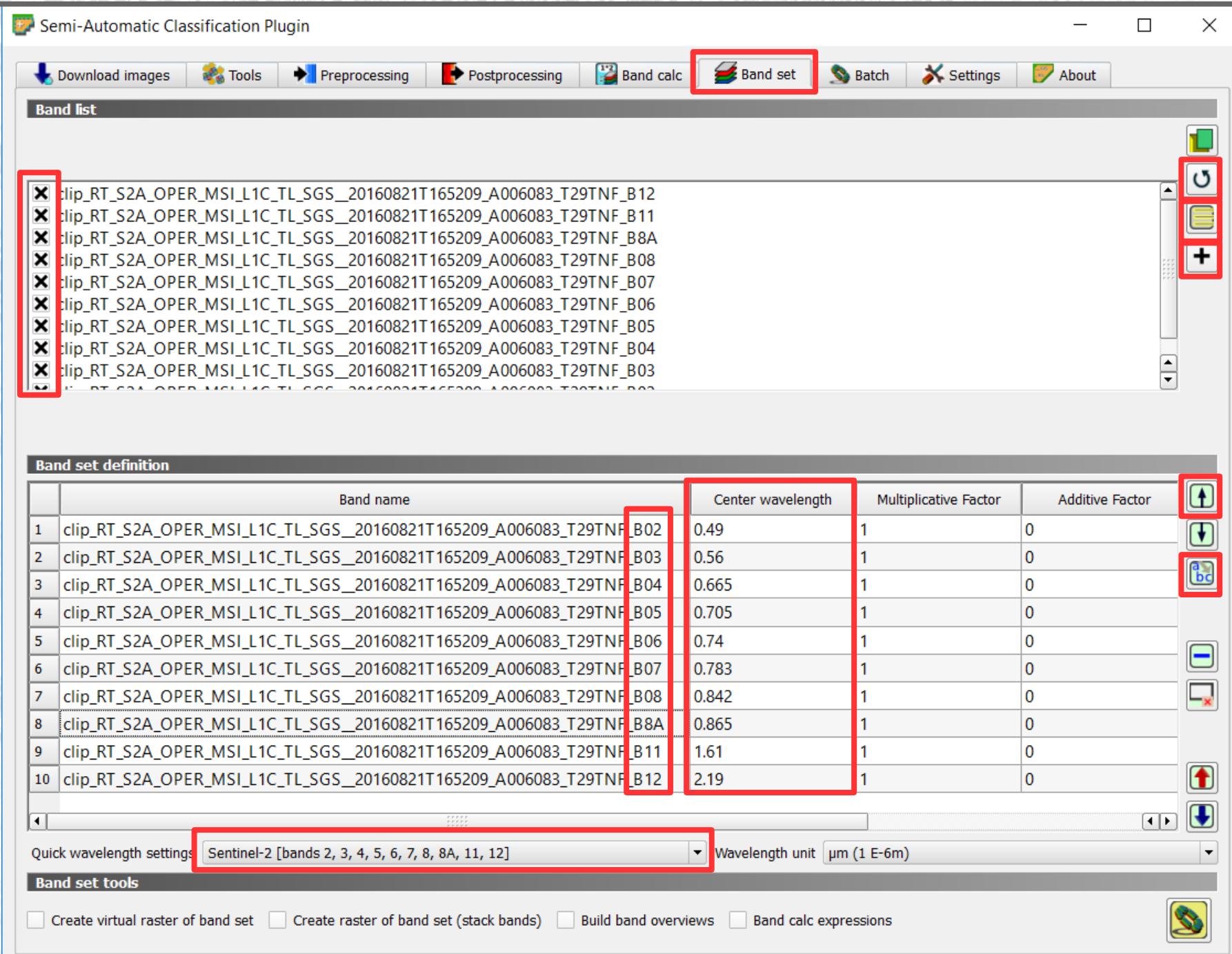
**Band set definition**

	Band name	Center wavelength	Multiplicative Factor	Additive Factor
1	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B02	0.49	1	0
2	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B03	0.56	1	0
3	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B04	0.665	1	0
4	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B05	0.705	1	0
5	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B06	0.74	1	0
6	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B07	0.783	1	0
7	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B08	0.842	1	0
8	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B8A	0.865	1	0
9	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B11	1.61	1	0
10	clip_RT_S2A_OPER_MS1_L1C_TL_SGS_20160821T165209_A006083_T29TNF_B12	2.19	1	0

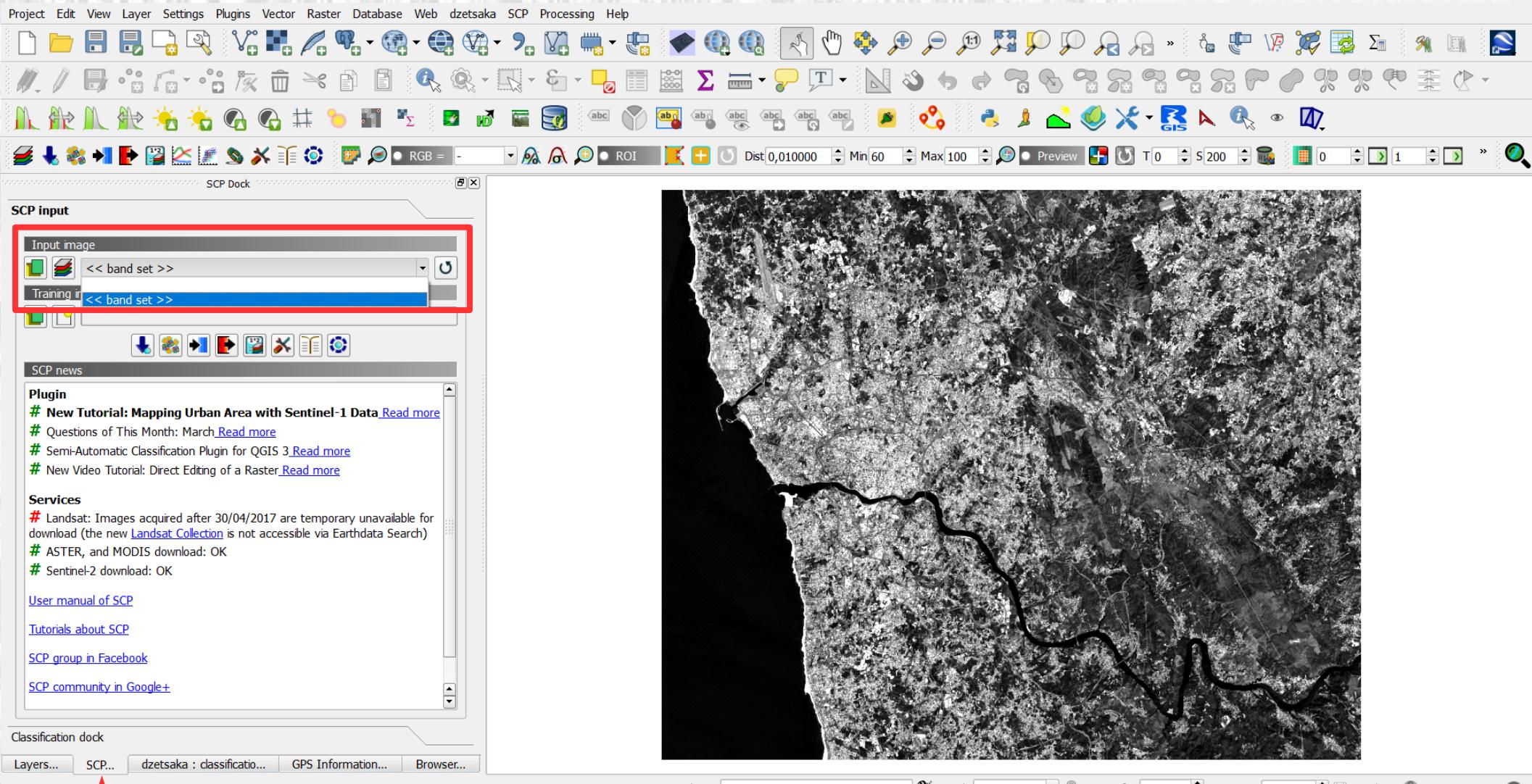
Quick wavelength settings: **Sentinel-2 [bands 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11, 12]** Wavelength unit:  $\mu\text{m}$  (1 E-6m)

**Band set tools**

Create virtual raster of band set  Create raster of band set (stack bands)  Build band overviews  Band calc expressions

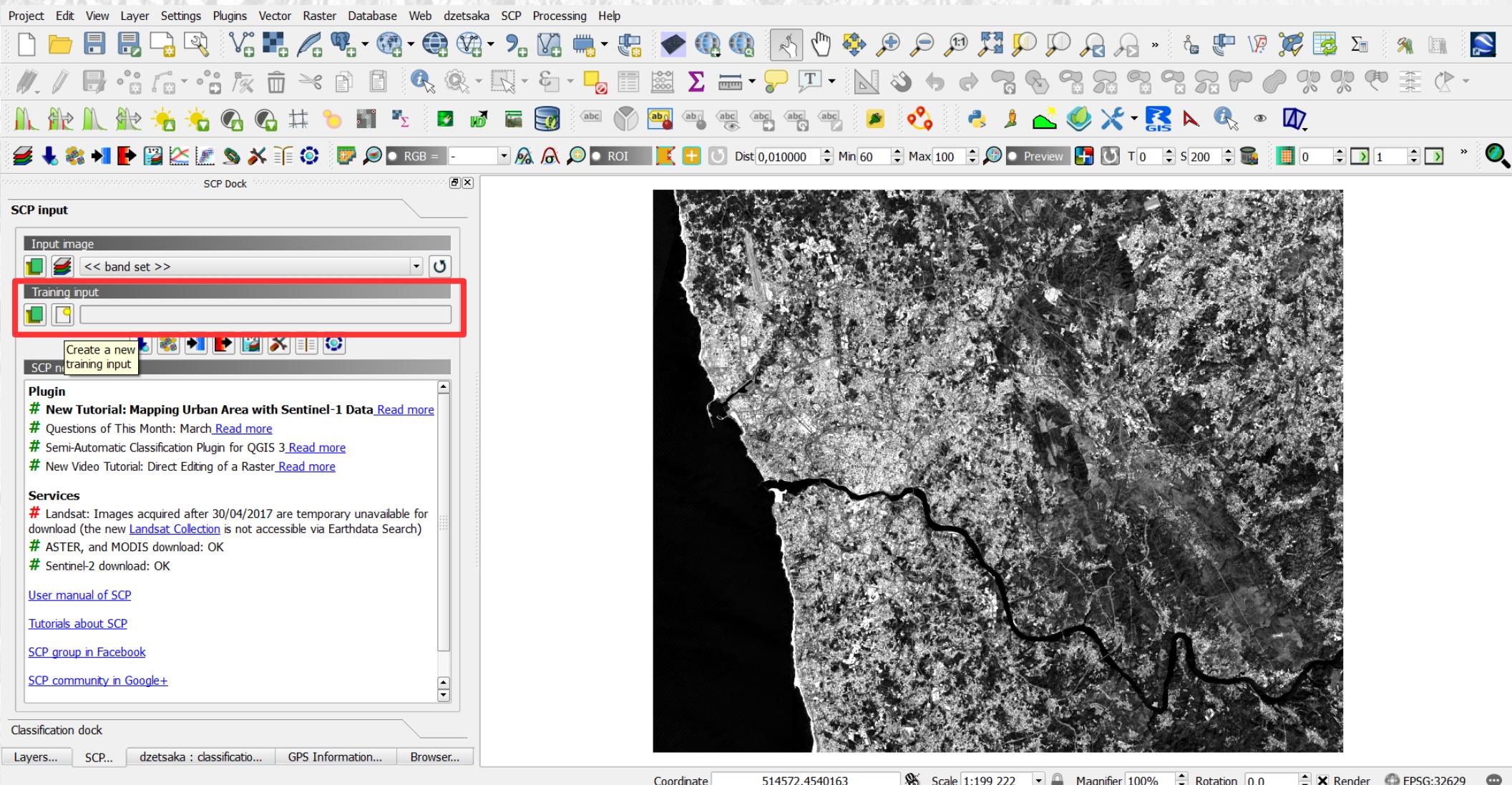


# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA



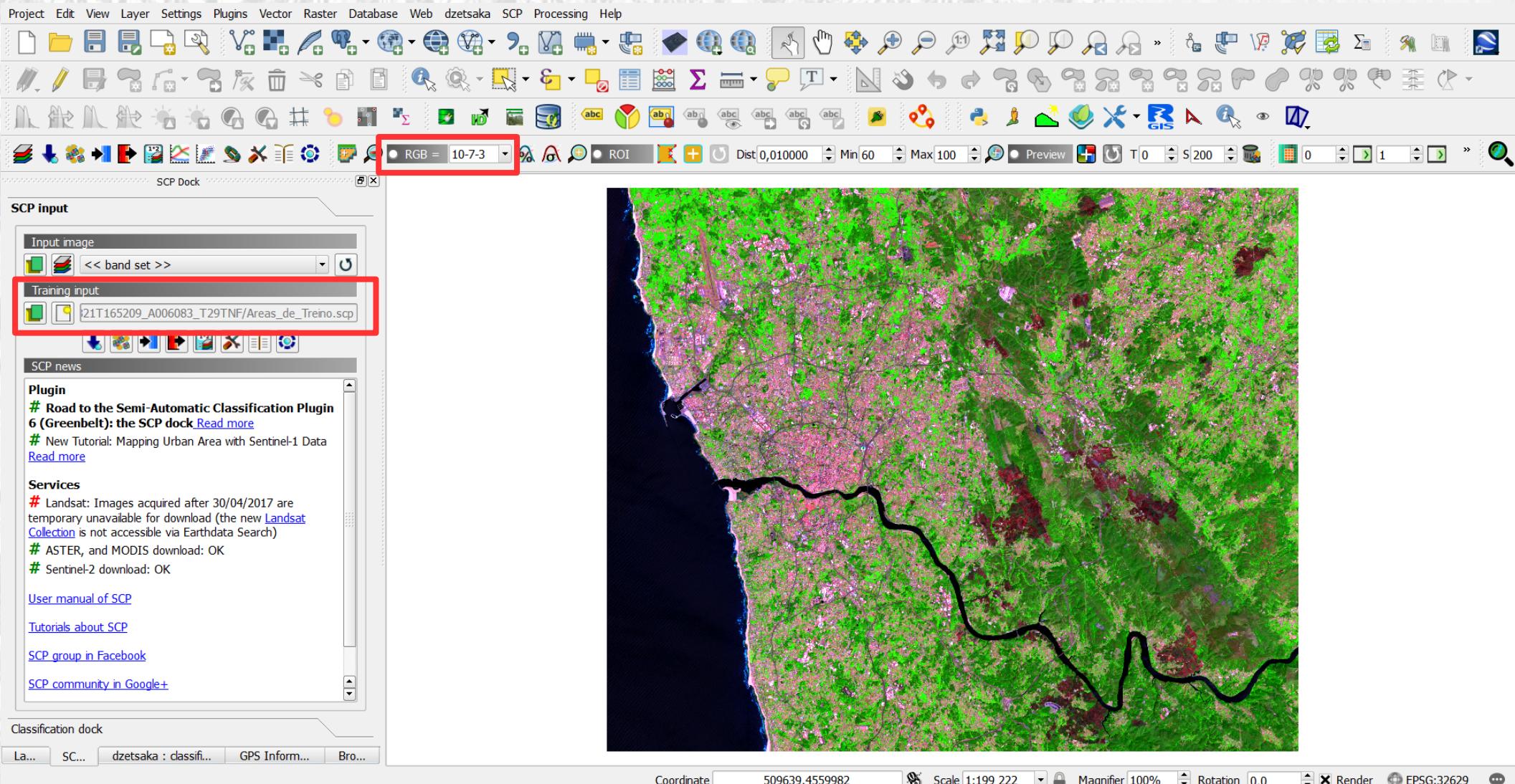
Seleção do band set (bandas da imagem) para classificação.

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA



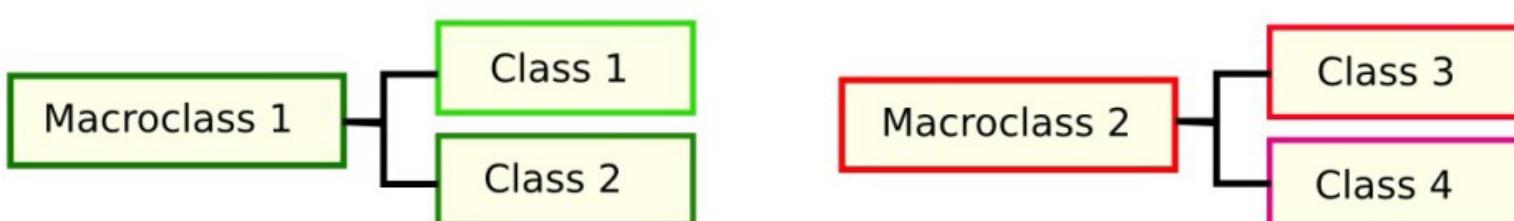
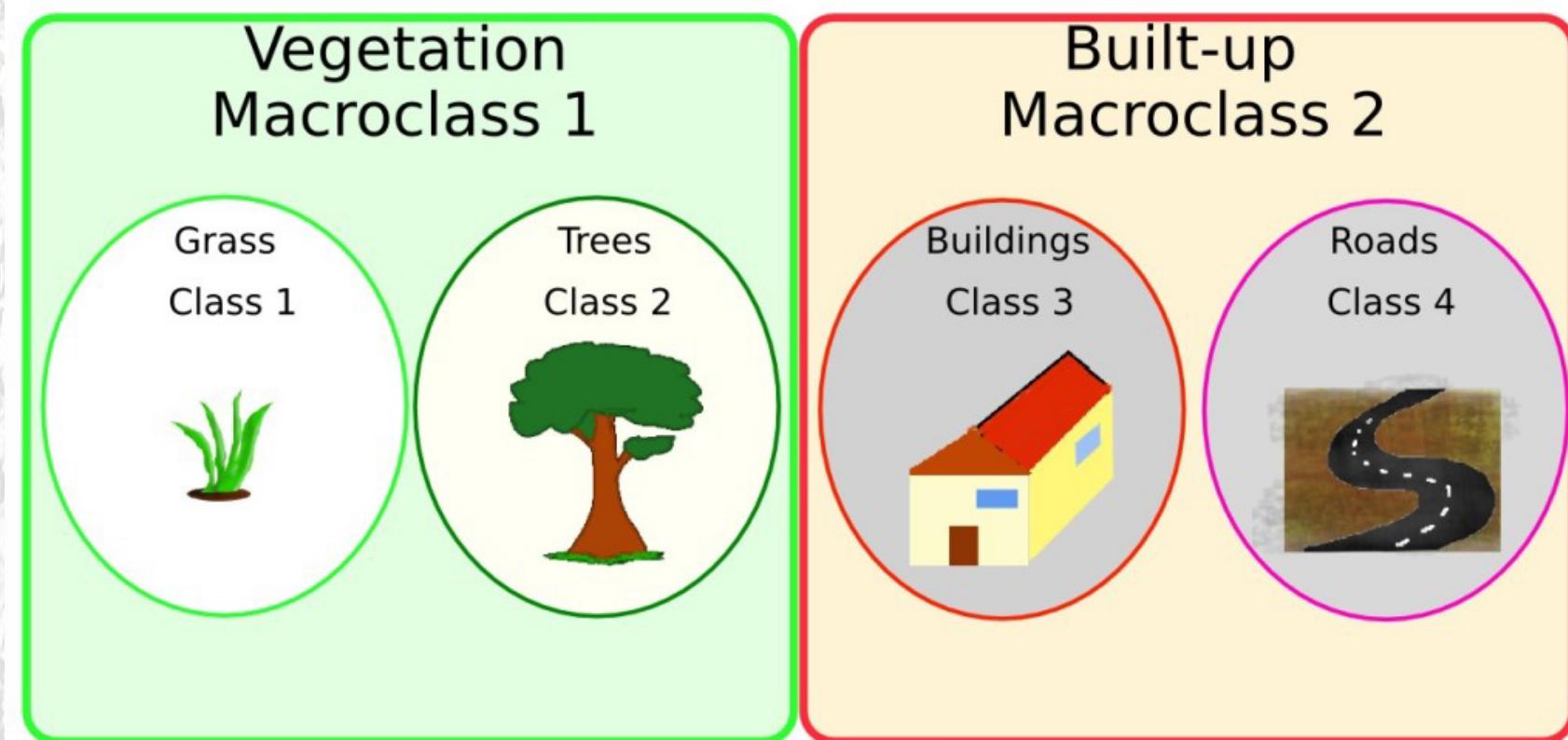
Criação de um ficheiro (.scp) para guardar as áreas de treino.

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA



Criação de compósitos RGB para facilitar a interpretação da imagem.

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA



Modelo hierárquico.

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

ID da Macro Classe	Nome da Macro Classe	ID da Classe	Nome da Classe	Observações
1	Urbano 1	1	Urbano 1	Edifícios de telha cerâmica
2	Urbano 2	2	Urbano 2	Edifícios de cobertura plana e outros materiais
3	Urbano 3	3	Urbano 3	Infraestruturas - estradas, parques de estacionamento, etc.
4	Vegetacao 1	4	Vegetacao 1	Floresta
5	Vegetacao 2	5	Vegetacao 2	Vegetação arbustiva, agricultura, campos de jogos com relva, etc.
6	Solo e Areias	6	Solo e Areias	Solo nu, rochas e areias de praia
7	Areas Arditas	7	Areas Arditas	
8	Aqua	8	Aqua	Oceano, rios e lagoas

# **CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA**

---

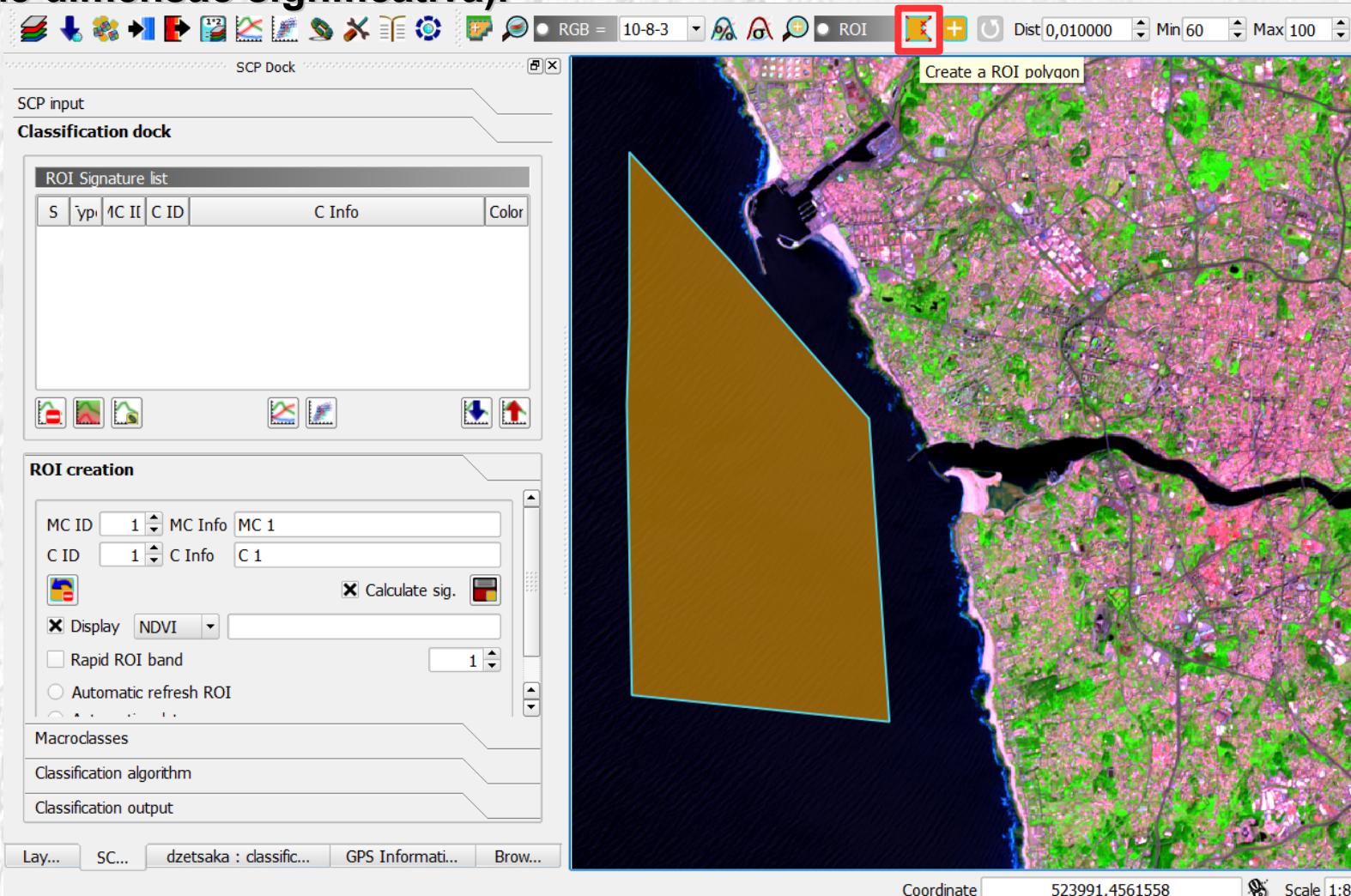
## **Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)**

- Devem selecionar-se o máximo de áreas de treino possível (várias para cada classe).
- Devem selecionar-se áreas de treino dispersas por toda a imagem.
- As áreas de treino devem ser o mais homogéneas possível, mas captando a variabilidade espectral de cada classe.
- As áreas de treino devem ser de dimensão tão grande quanto possível.
- Devem, portanto, ser polígonos desenhados sobre áreas homogéneas da imagem, que incluem pixéis pertencentes à mesma classe de ocupação do solo.

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

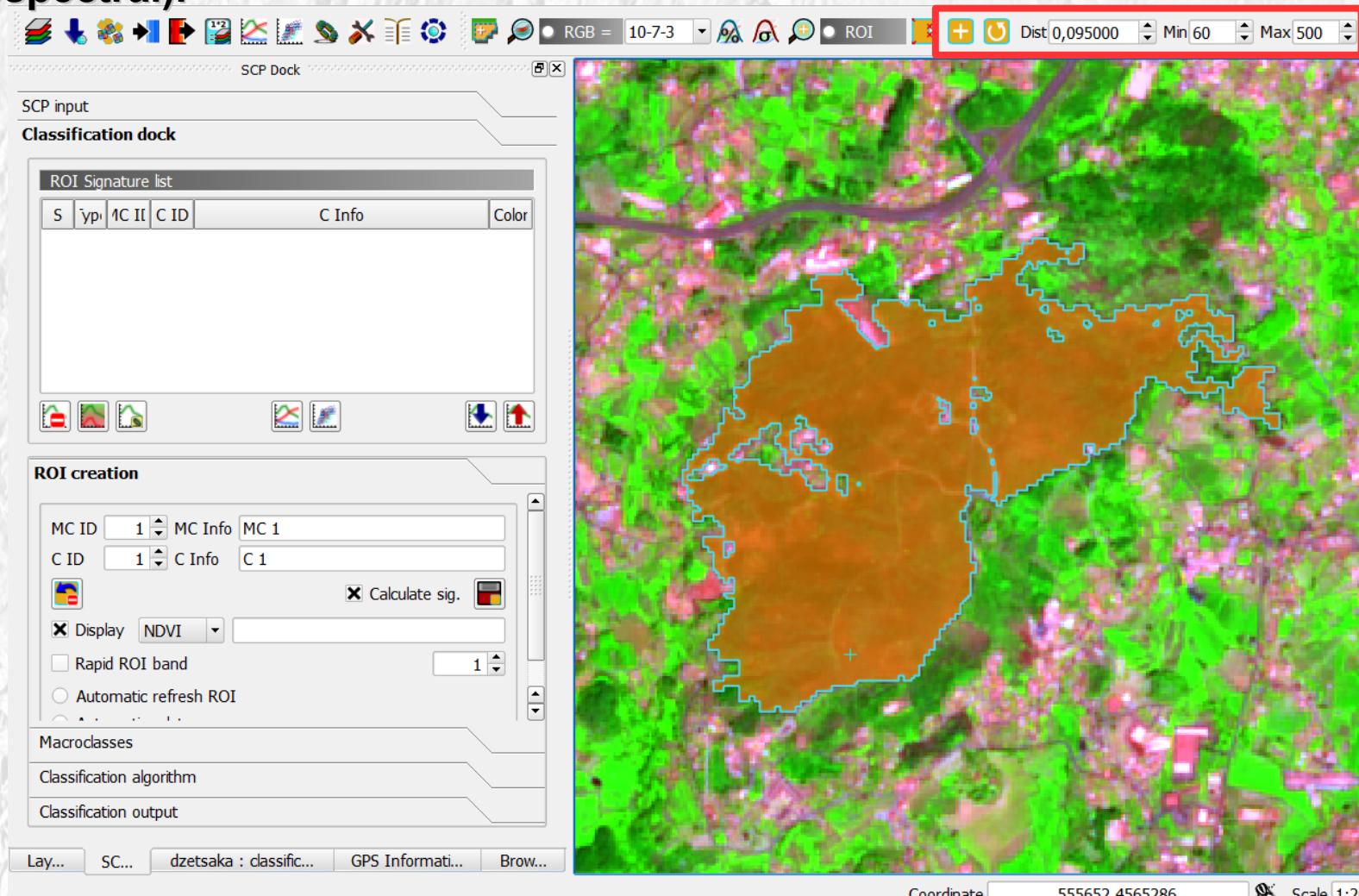
- Através do desenho de um polígono - “ROI Polygon” (útil para áreas homogéneas de dimensão significativa).



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

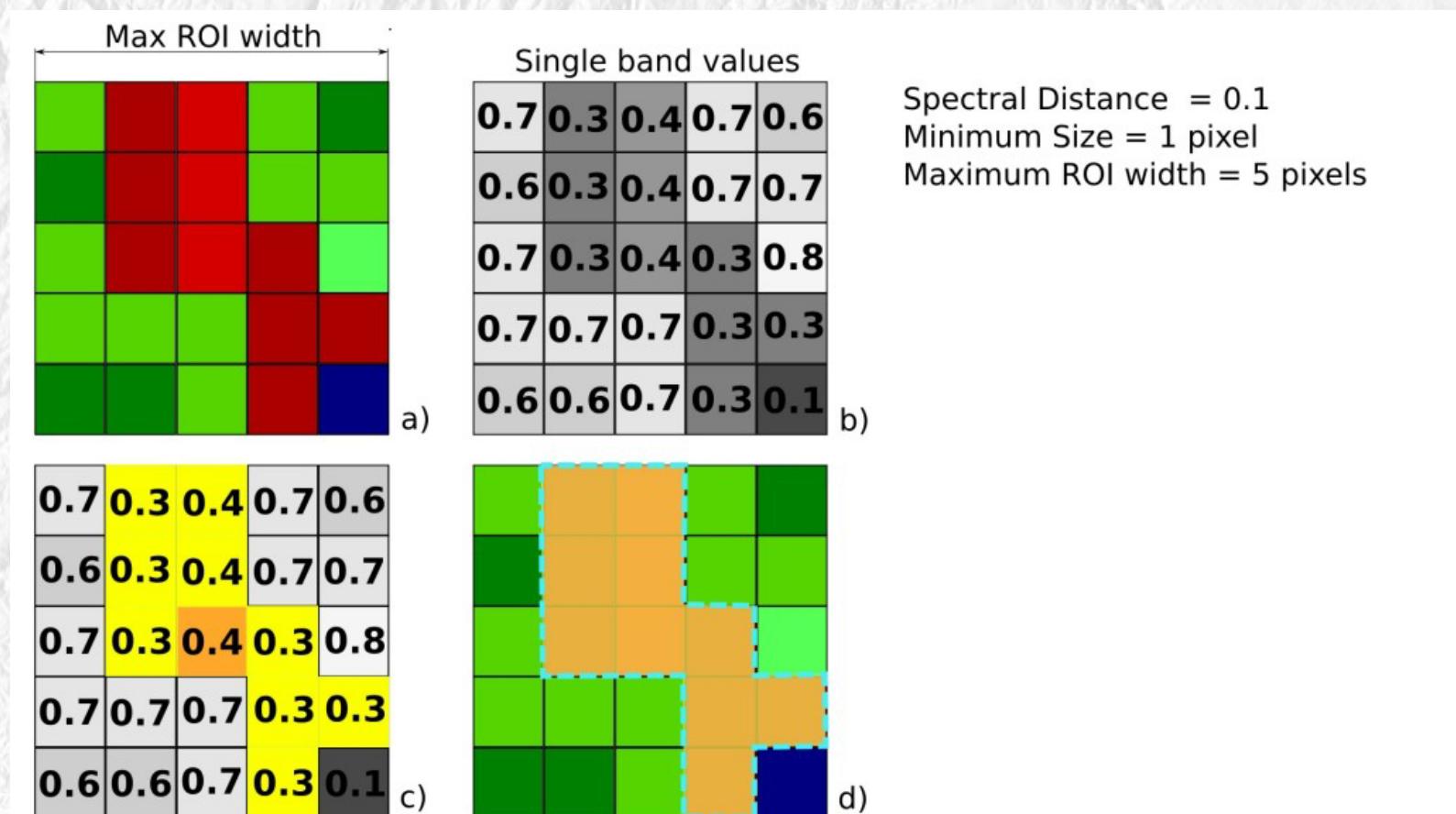
- Através do “Region Growing Algorithm” (útil para áreas com grande variabilidade espectral).



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

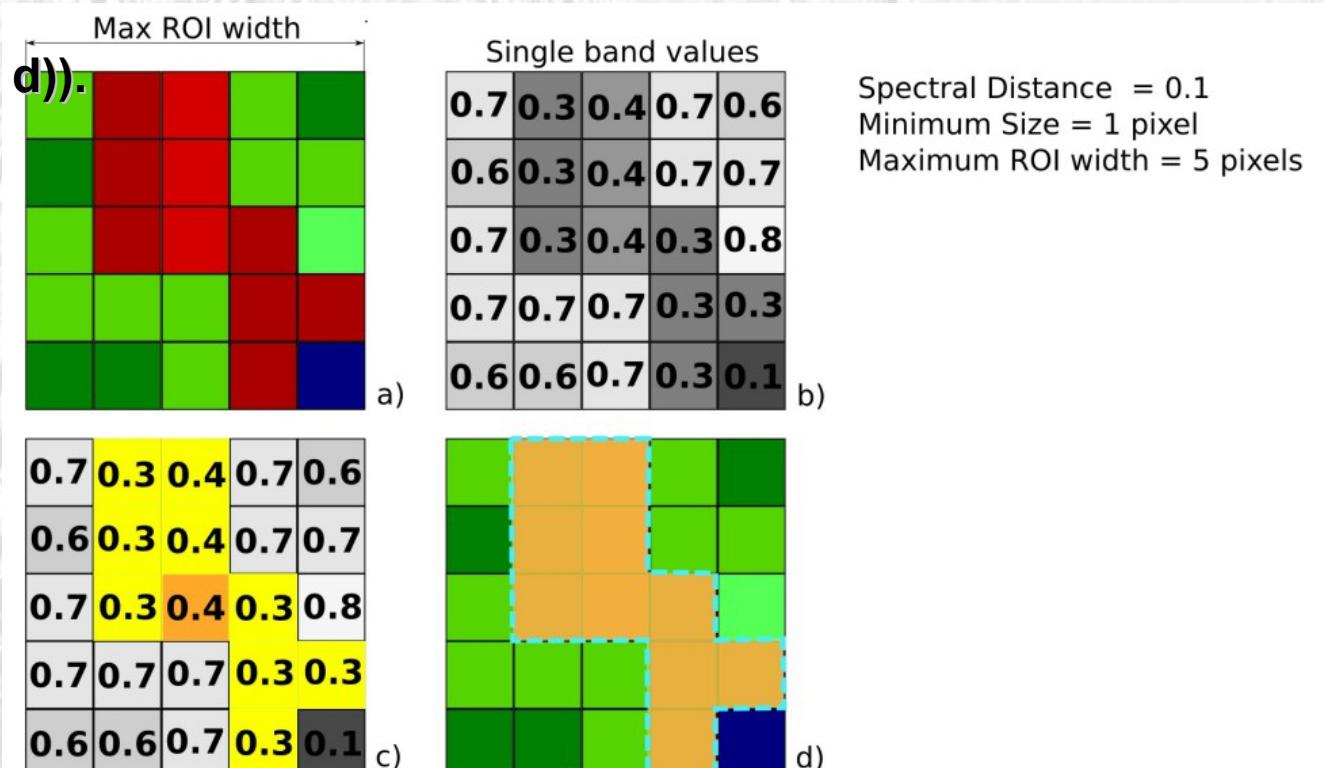
- O algoritmo de crescimento de região permite selecionar pixéis com similaridade espectral com o pixel semente, considerando a distância espectral dos pixéis vizinhos.



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

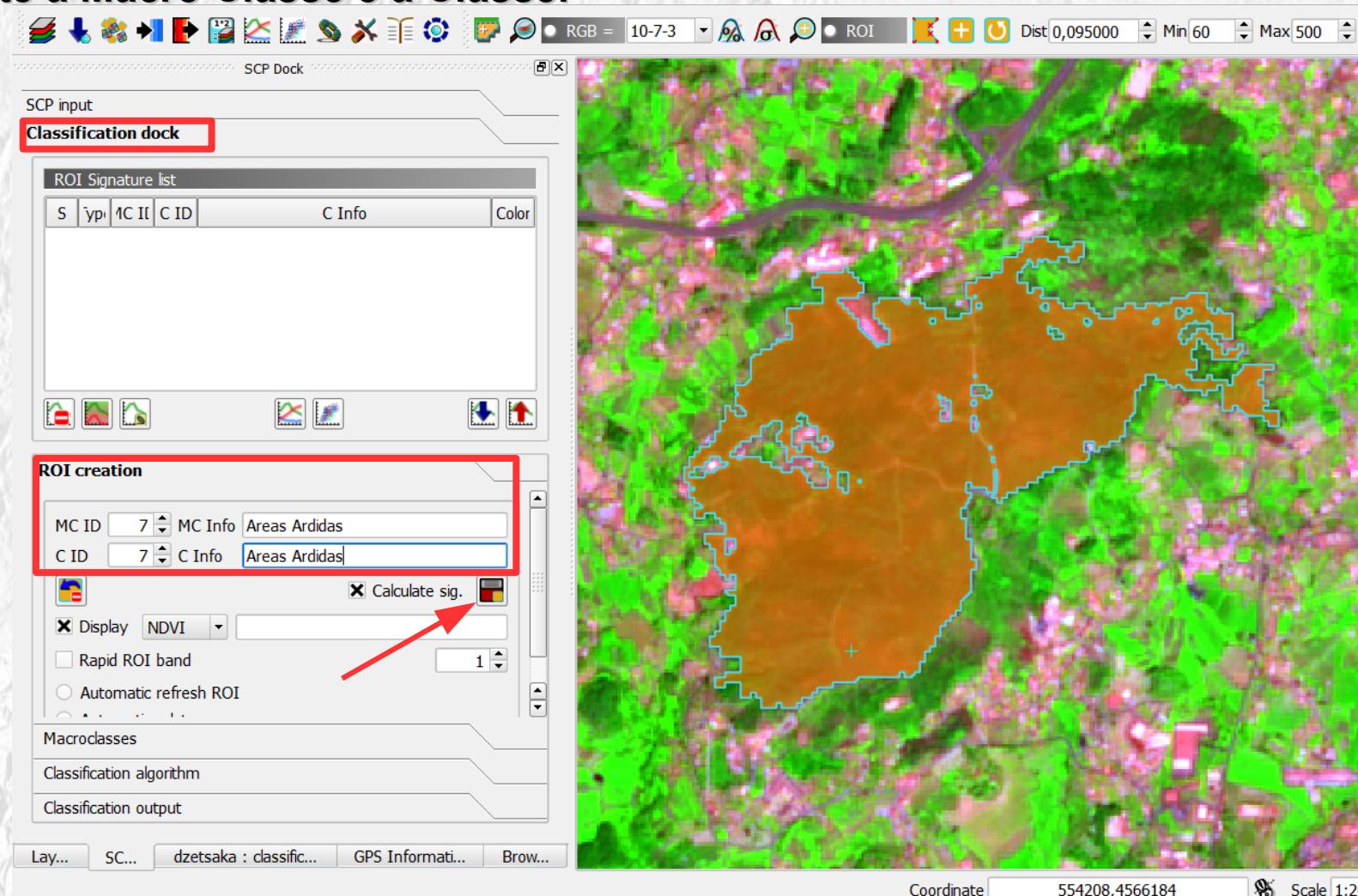
- Na imagem em baixo, o pixel central ( $ND = 0.4$ ) é utilizado como semente (imagem a)) para o crescimento de uma região, numa imagem de uma só banda (imagem b)), com o parâmetro de distância espectral de 0.1.
- Os pixels dentro desse limiar de distância são selecionados para criar a área de treino (imagens c) e d)).



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

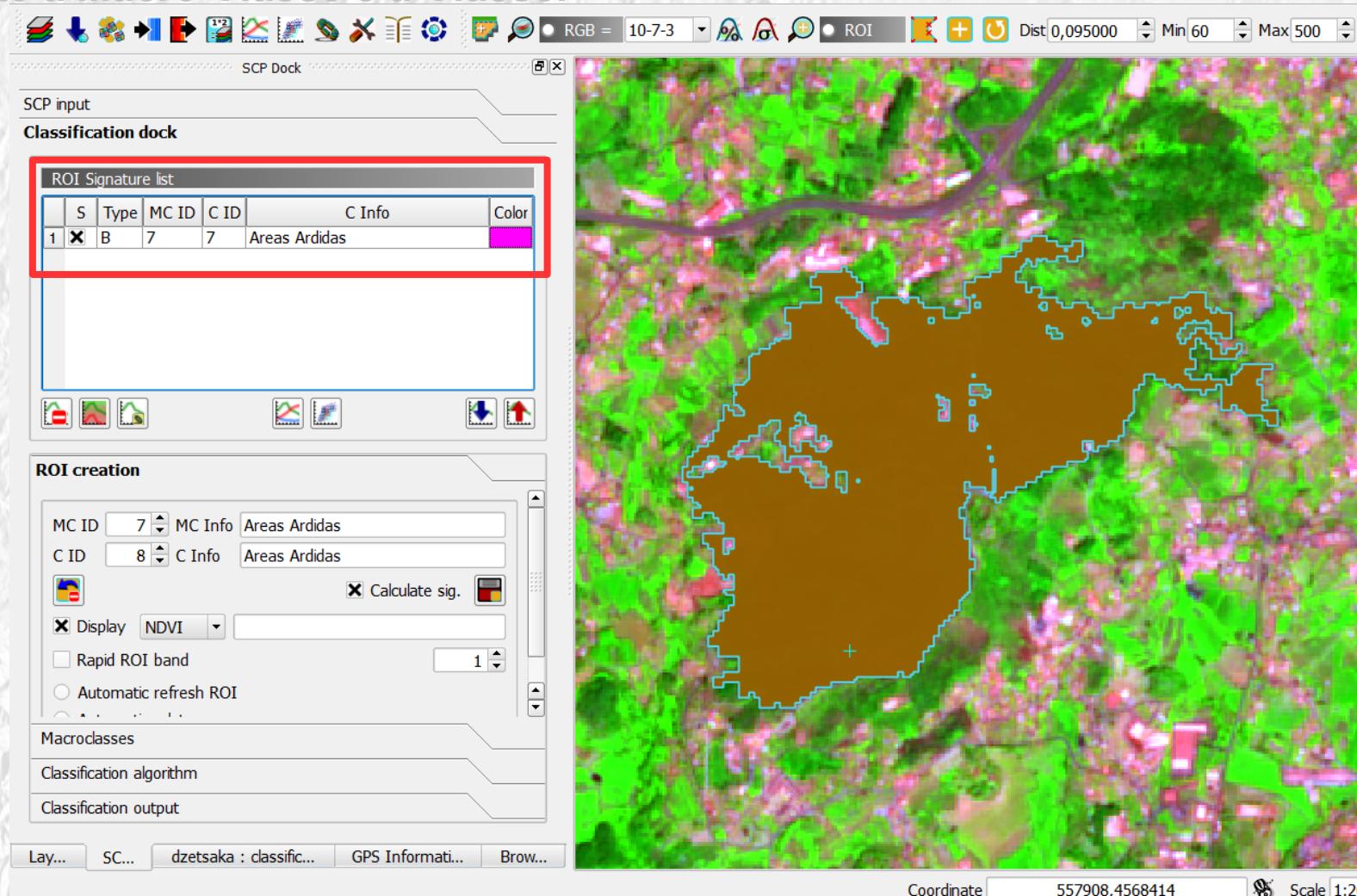
- Depois de selecionada a área de treino, salva-se com o ID e o Nome correspondente à Macro Classe e à Classe.



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

- Depois de selecionada a área de treino, salva-se com o ID e o Nome correspondente à Macro Classe e à Classe.



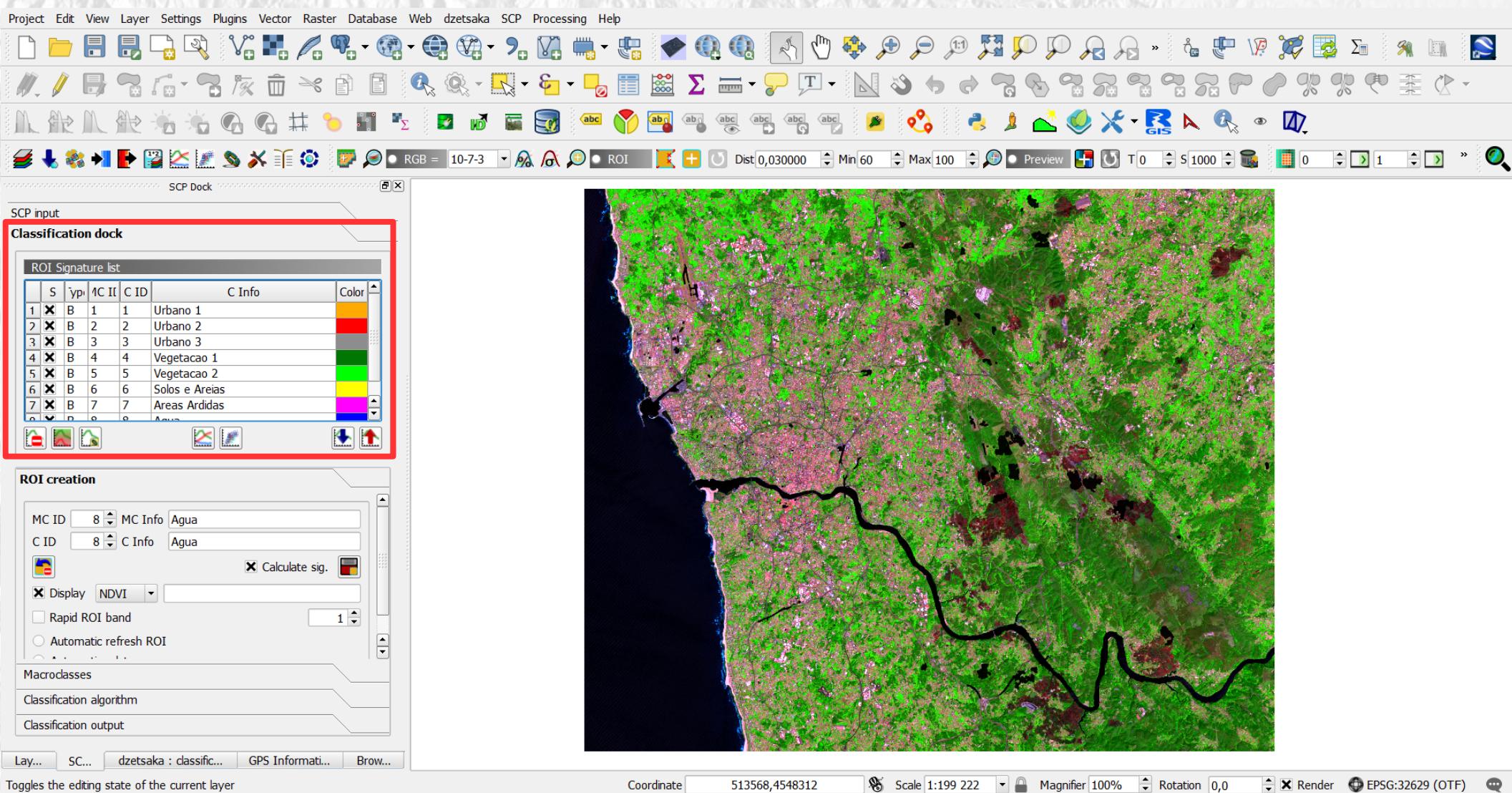
# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

ID da Macro Classe	Nome da Macro Classe	ID da Classe	Nome da Classe	Observações
1	Urbano 1	1	Urbano 1	Edifícios de telha cerâmica
2	Urbano 2	2	Urbano 2	Edifícios de cobertura plana e outros materiais
3	Urbano 3	3	Urbano 3	Infraestruturas - estradas, parques de estacionamento, etc.
4	Vegetacao 1	4	Vegetacao 1	Floresta
5	Vegetacao 2	5	Vegetacao 2	Vegetação arbustiva, agricultura, campos de jogos com relva, etc.
6	Solo e Areias	6	Solo e Areias	Solo nu, rochas e areias de praia
7	Areas Arditas	7	Areas Arditas	
8	Agua	8	Agua	Oceano, rios e lagoas

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes

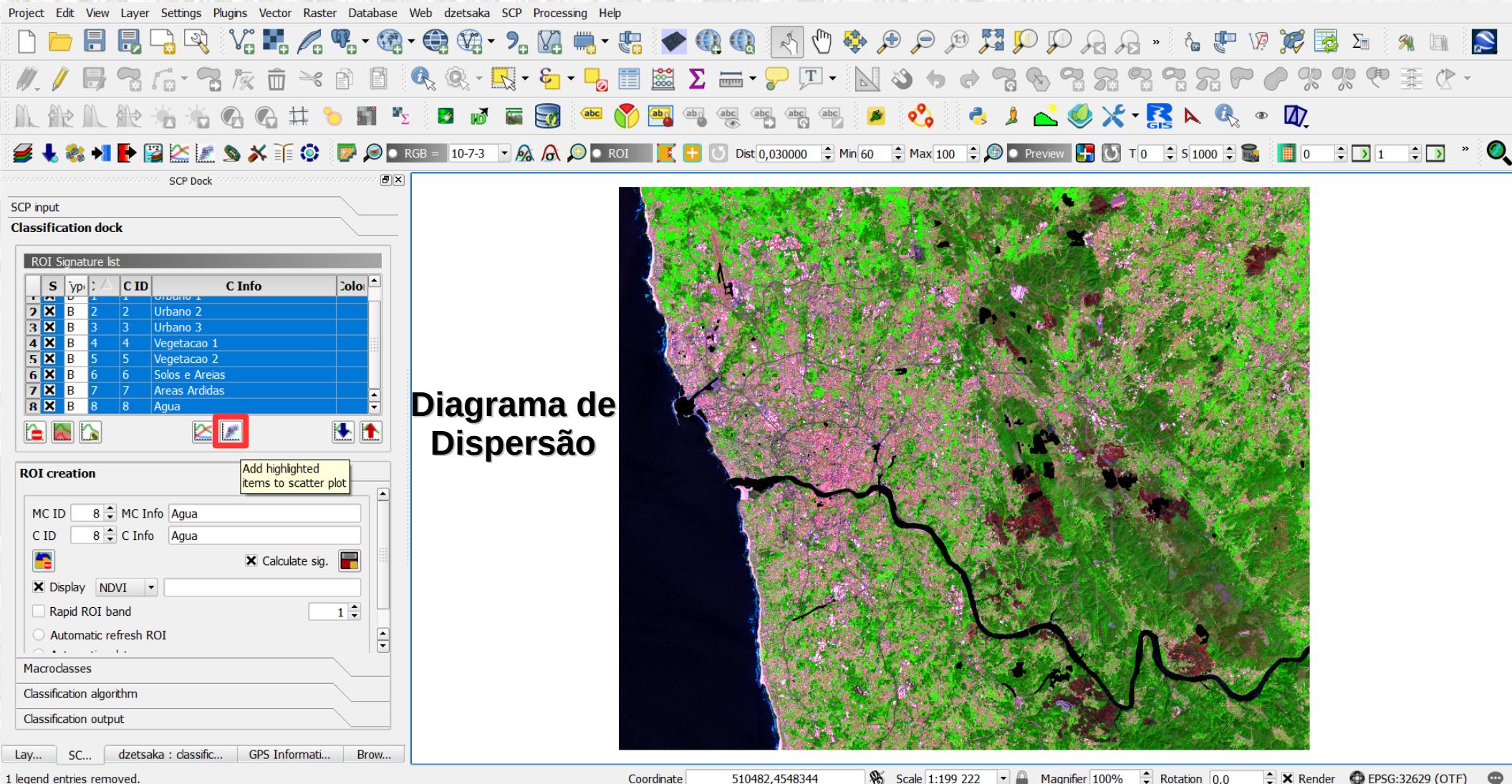
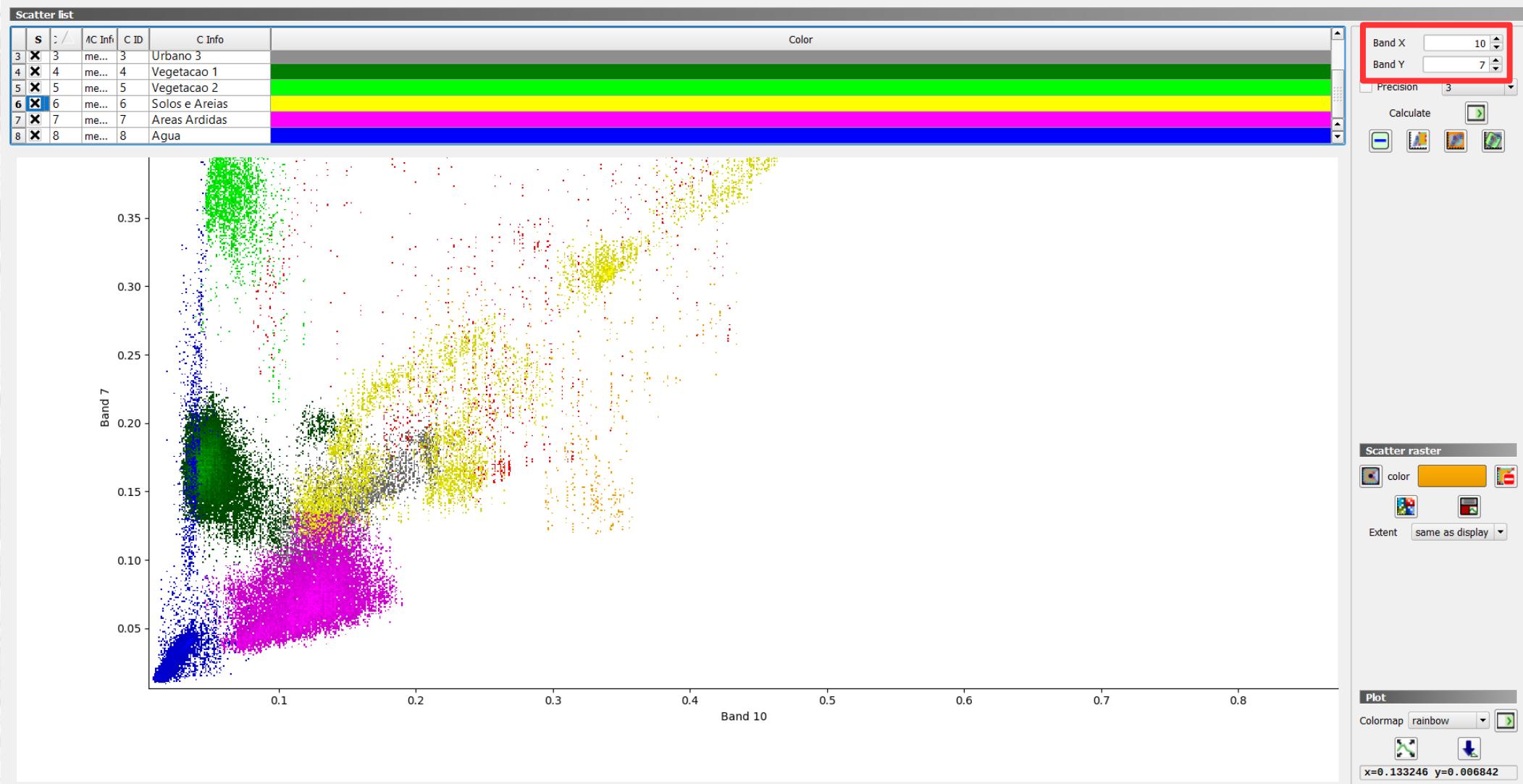


Diagrama de  
Dispersão

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

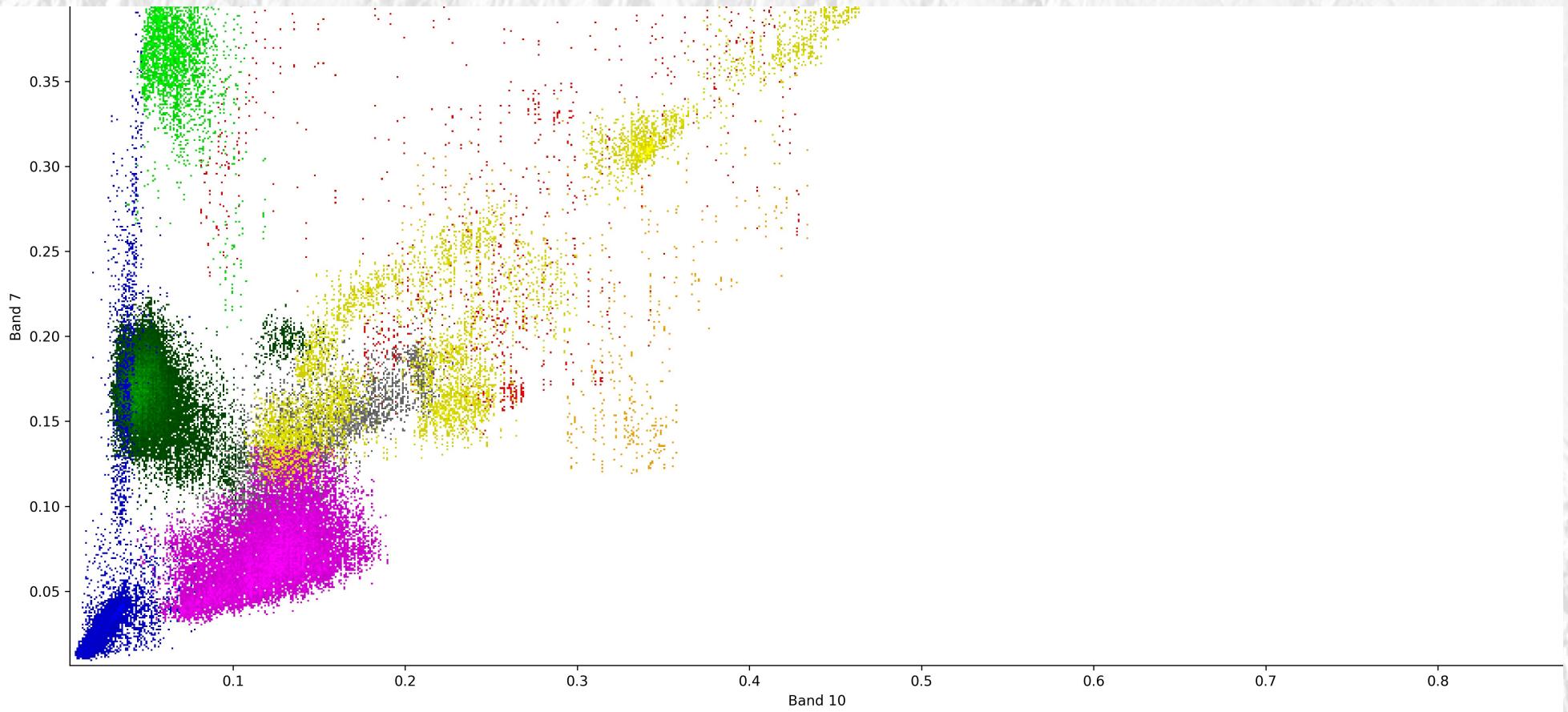
- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

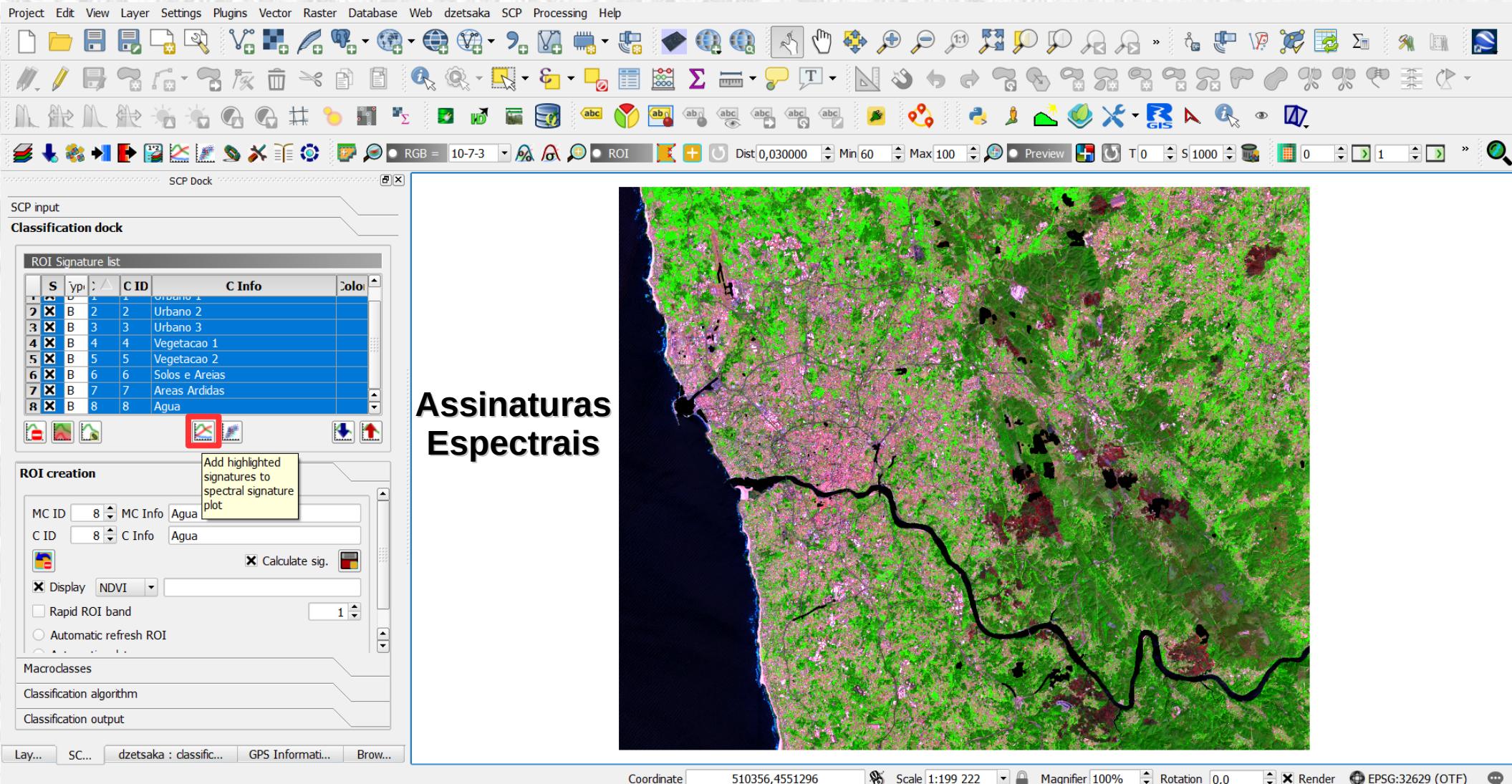
- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

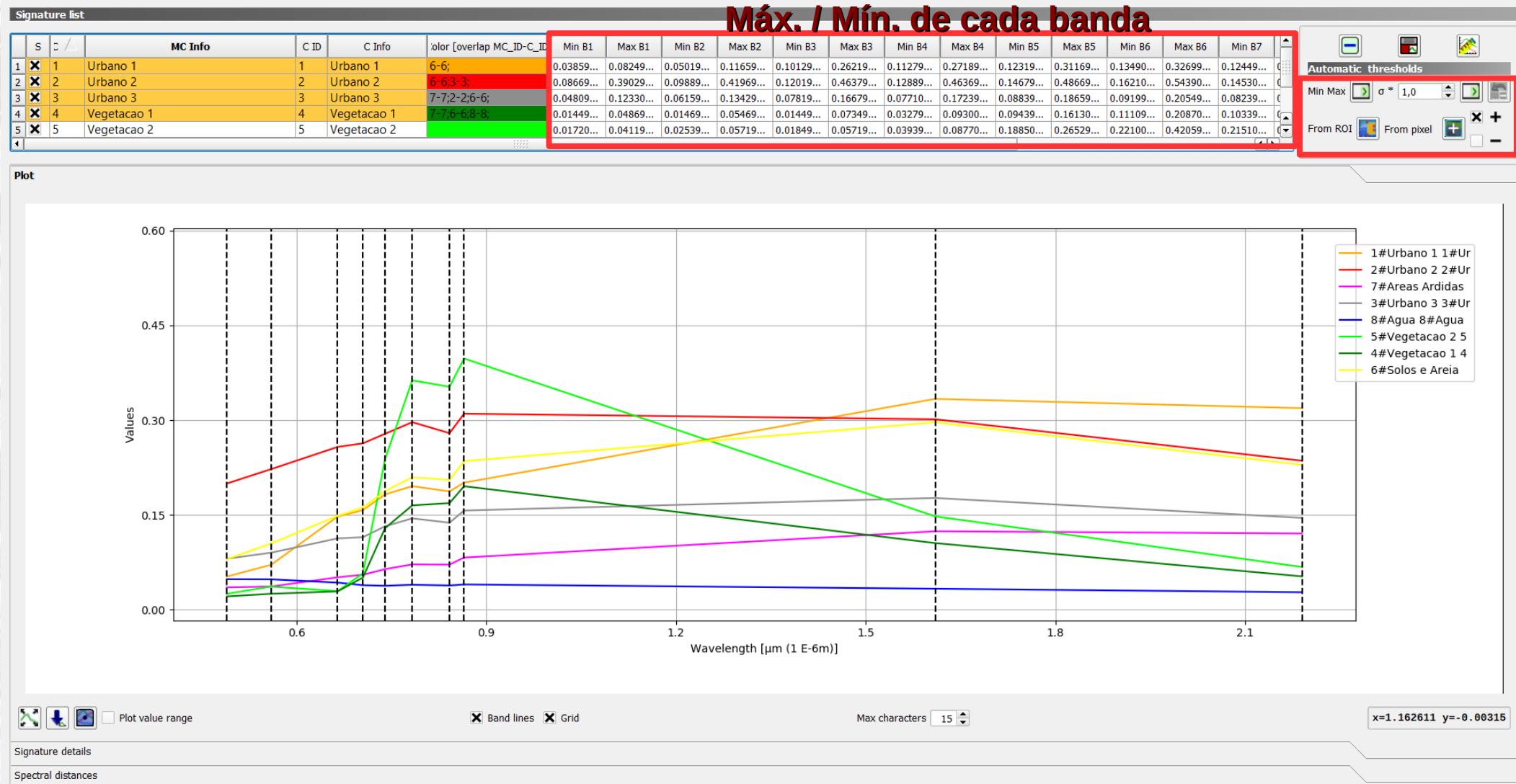
- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

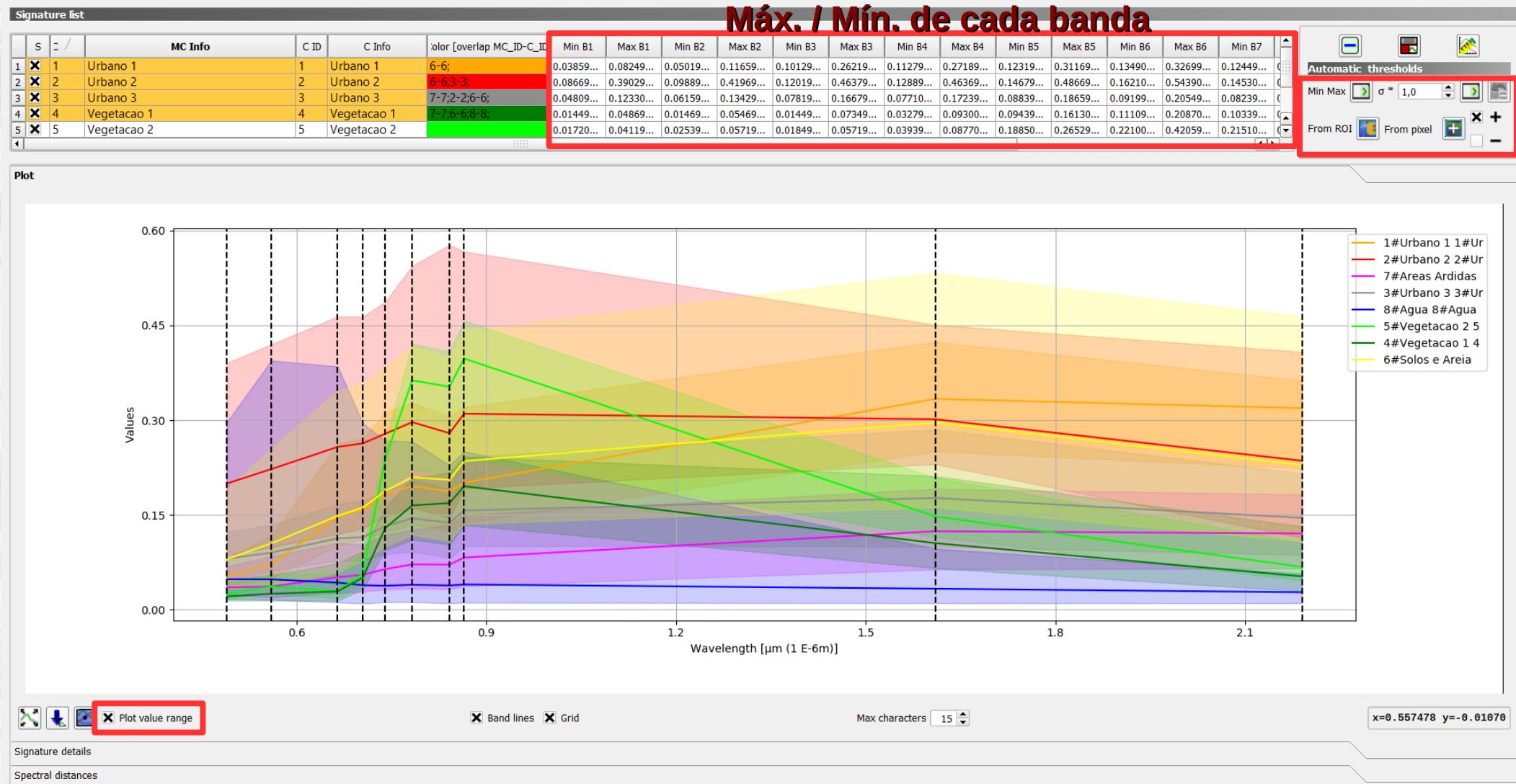
- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

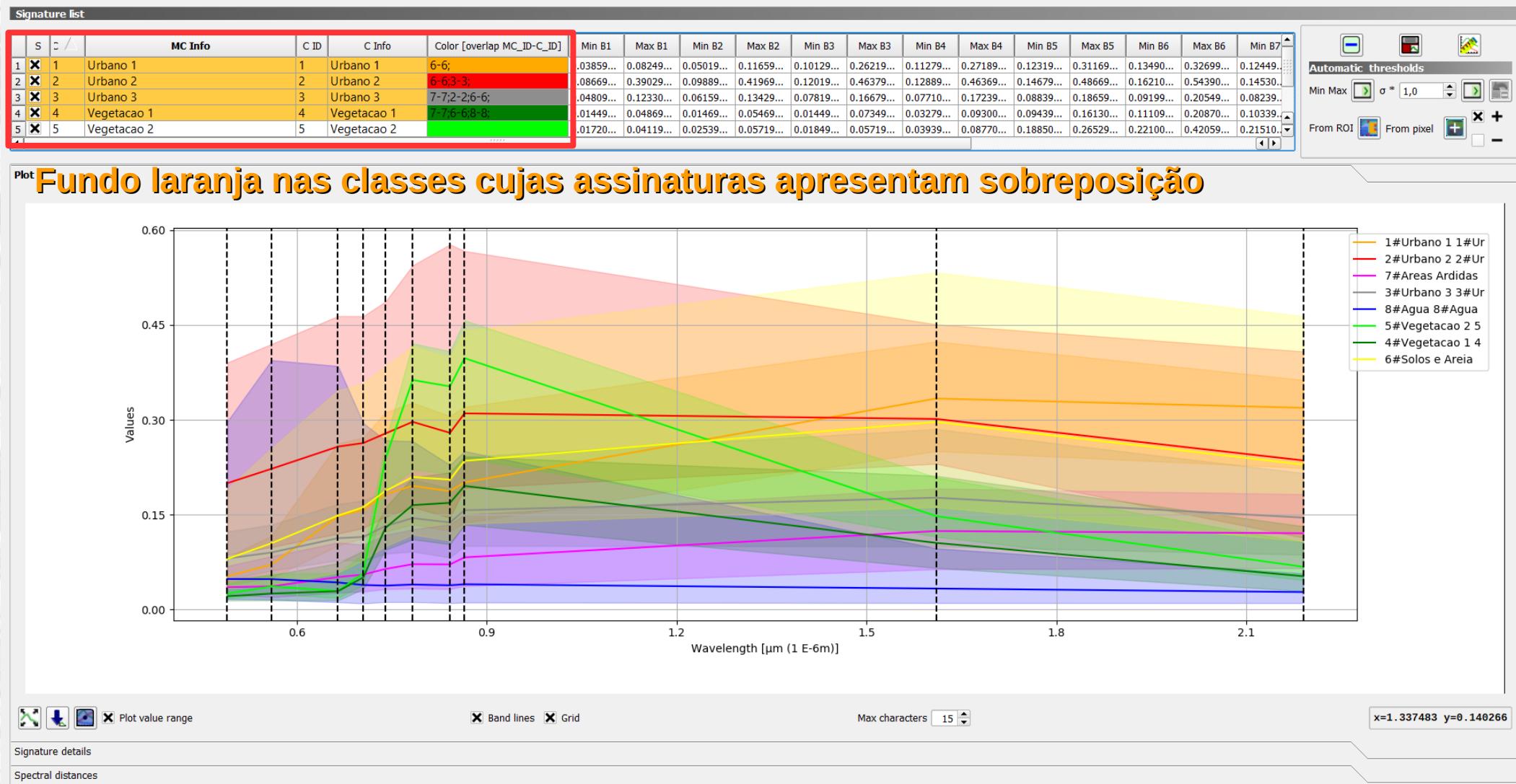
- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes

Signature list

	S	C	MC Info	C ID	C Info	Color [overlap MC_ID-C_ID]
1	X	1	Urbano 1	1	Urbano 1	6-6;
2	X	2	Urbano 2	2	Urbano 2	6-6;3-3;
3	X	3	Urbano 3	3	Urbano 3	7-7;2-2;6-6;
4	X	4	Vegetacao 1	4	Vegetacao 1	7-7;6-6;8-8;
5	X	5	Vegetacao 2	5	Vegetacao 2	

Signature list

	S	C	MC Info	C ID	C Info	Color [overlap MC_ID-C_ID]
4	X	4	Vegetacao 1	4	Vegetacao 1	7-7;6-6;8-8;
5	X	5	Vegetacao 2	5	Vegetacao 2	
6	X	6	Solos e Areias	6	Solos e Areias	7-7;2-2;4-4;3-3;1-1;
7	X	7	Areas Arditas	7	Areas Arditas	6-6;4-4;3-3;
8	X	8	Agua	8	Agua	4-4;

Fundo laranja nas classes cujas assinaturas apresentam sobreposição

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes

Signature list					
S	C	/	MC Info	C ID	C Info
1	X	1	Urbano 1	1	Urbano 1
2	X	2	Urbano 2	2	Urbano 2
3	X	3	Urbano 3	3	Urbano 3
4	X	4	Vegetacao 1	4	Vegetacao 1
5	X	5	Vegetacao 2	5	Vegetacao 2

- Urbano 1 (MC=1) apresenta sobreposição com a classe Solos e Areias (MC=6);
- Urbano 2 (MC=2) apresenta sobreposição com as classes Solos e Areias (MC=6) e com a classe Urbano 3 (MC=3);
- Vegetação 1 (MC=4) apresenta sobreposição com as classes Áreas Arditas (MC=7), Solos e Areias (MC=6), e Água (MC=8);

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes

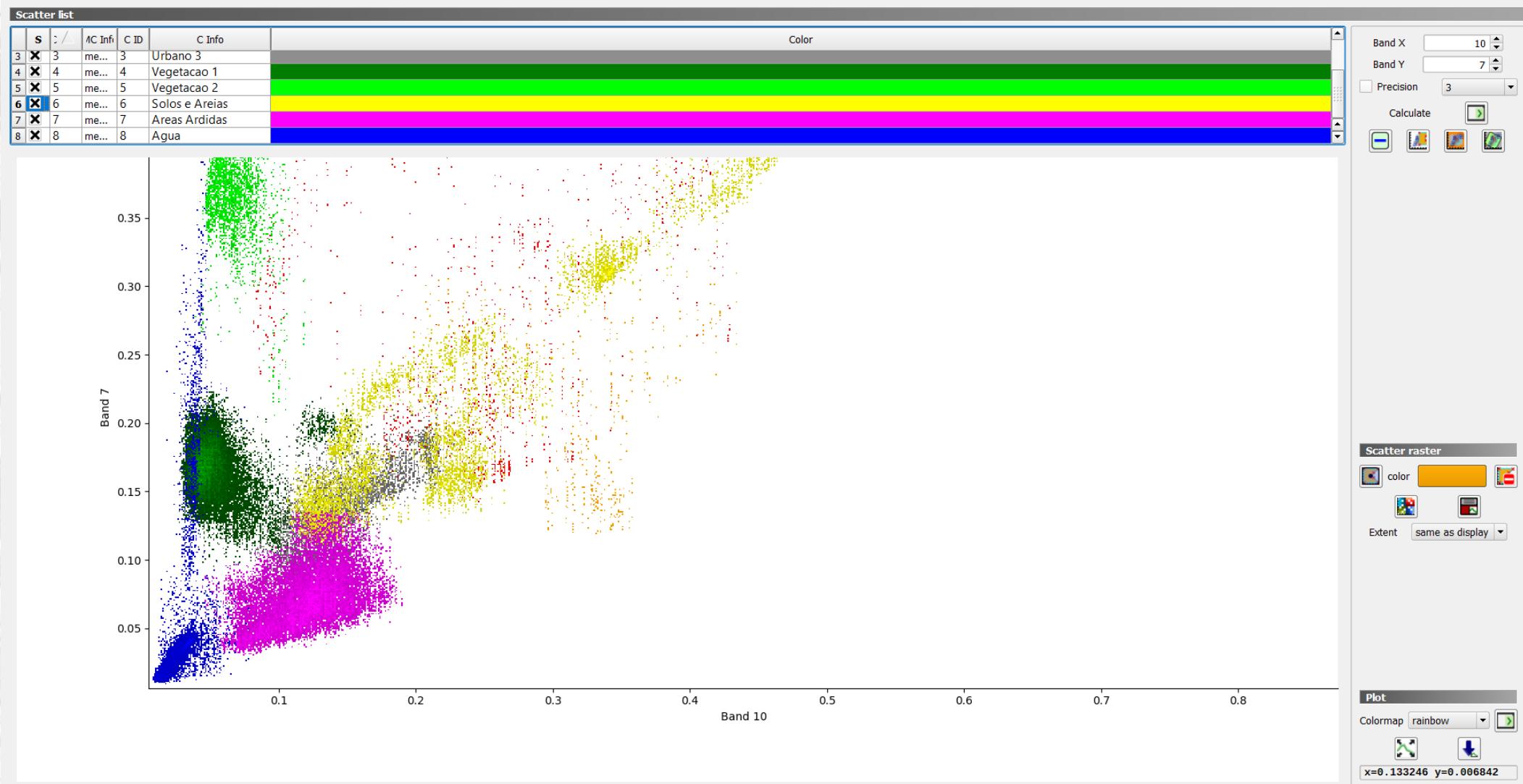
Signature list						
	S	C	/	MC Info	C ID	C Info
4	X	4		Vegetacao 1	4	Vegetacao 1
5	X	5		Vegetacao 2	5	Vegetacao 2
6	X	6		Solos e Areias	6	Solos e Areias
7	X	7		Areas Arditas	7	Areas Arditas
8	X	8		Aqua	8	Aqua

- A classe Solos e Areias é a mais problemática, apresentando sobreposição com as classes Áreas Arditas (MC=7), Urbano 2 (MC=2), Vegetação 1 (MC=4), Urbano 3 (MC=3) e Urbano 1 (MC=1);
- O diagrama de dispersão já evidenciava essa situação.

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

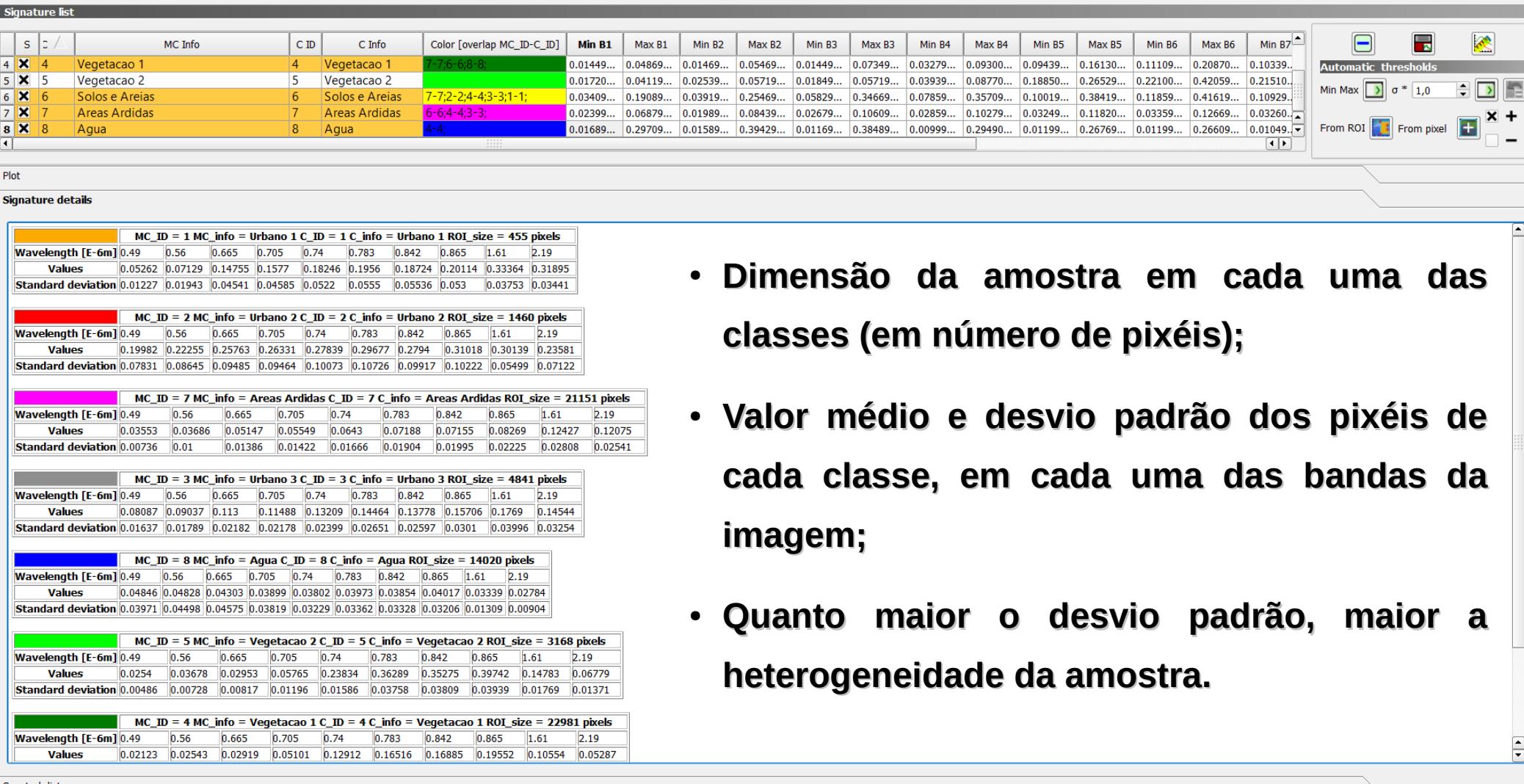
- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes

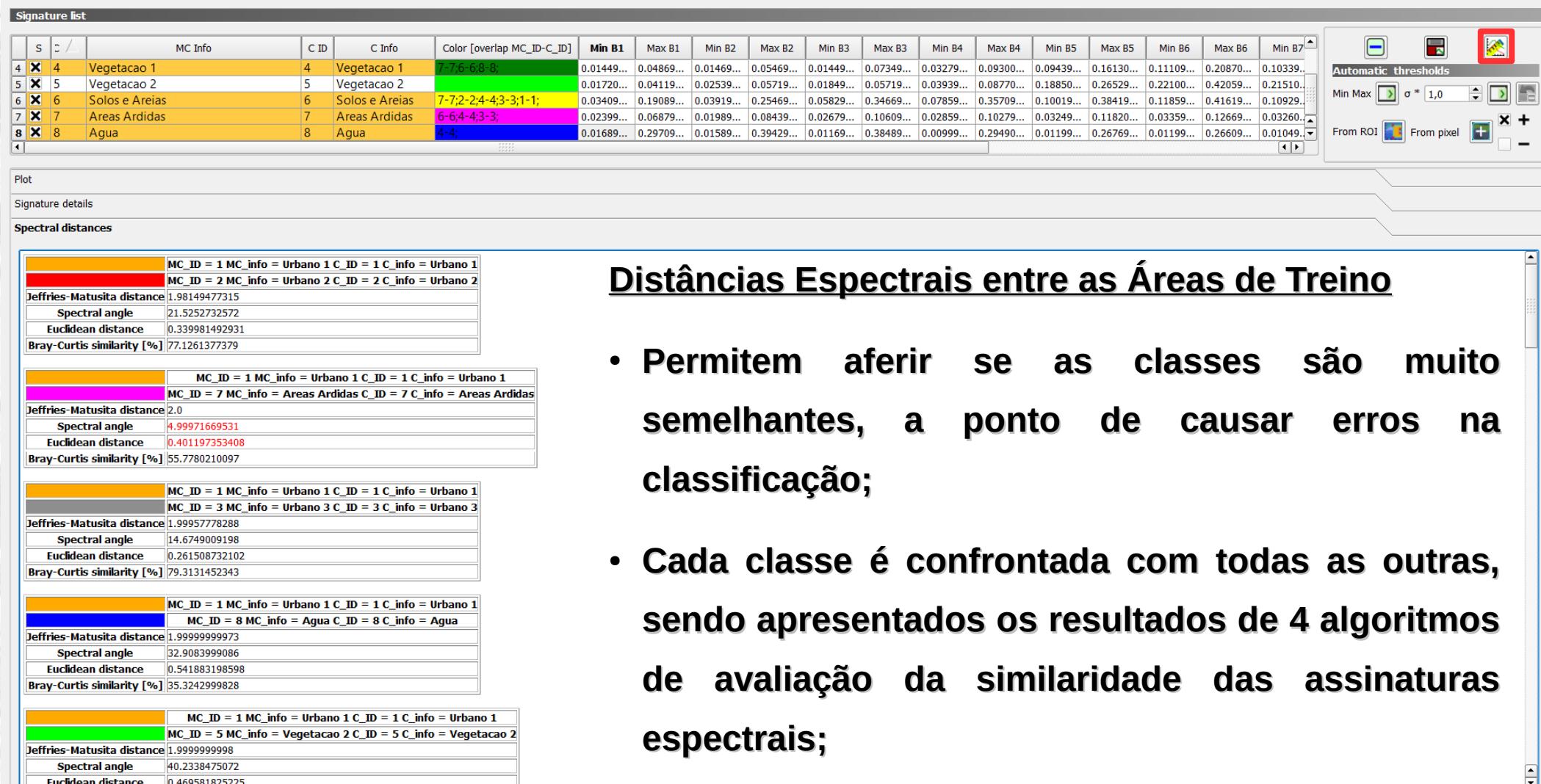


- Dimensão da amostra em cada uma das classes (em número de pixéis);
- Valor médio e desvio padrão dos pixéis de cada classe, em cada uma das bandas da imagem;
- Quanto maior o desvio padrão, maior a heterogeneidade da amostra.

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

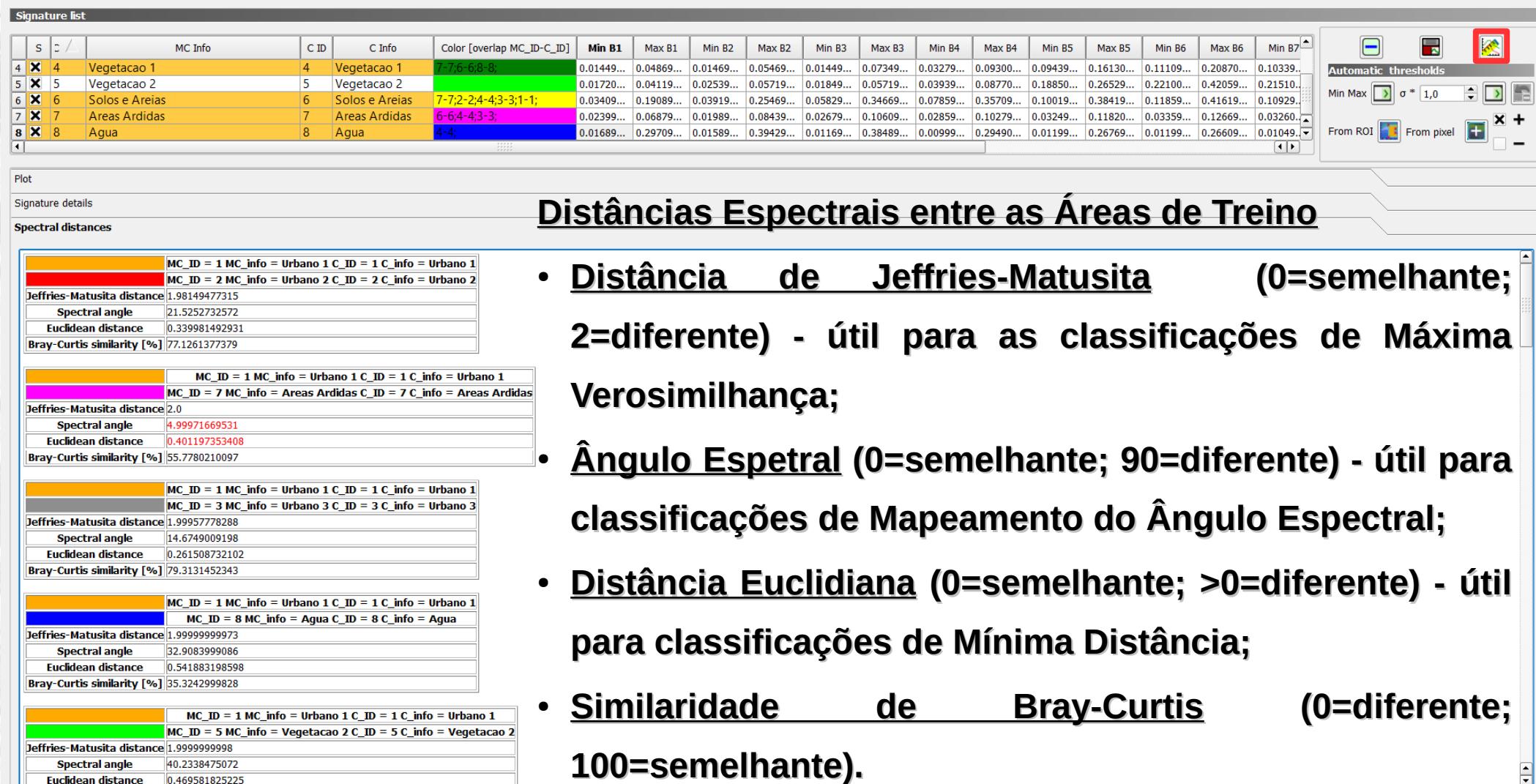
- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

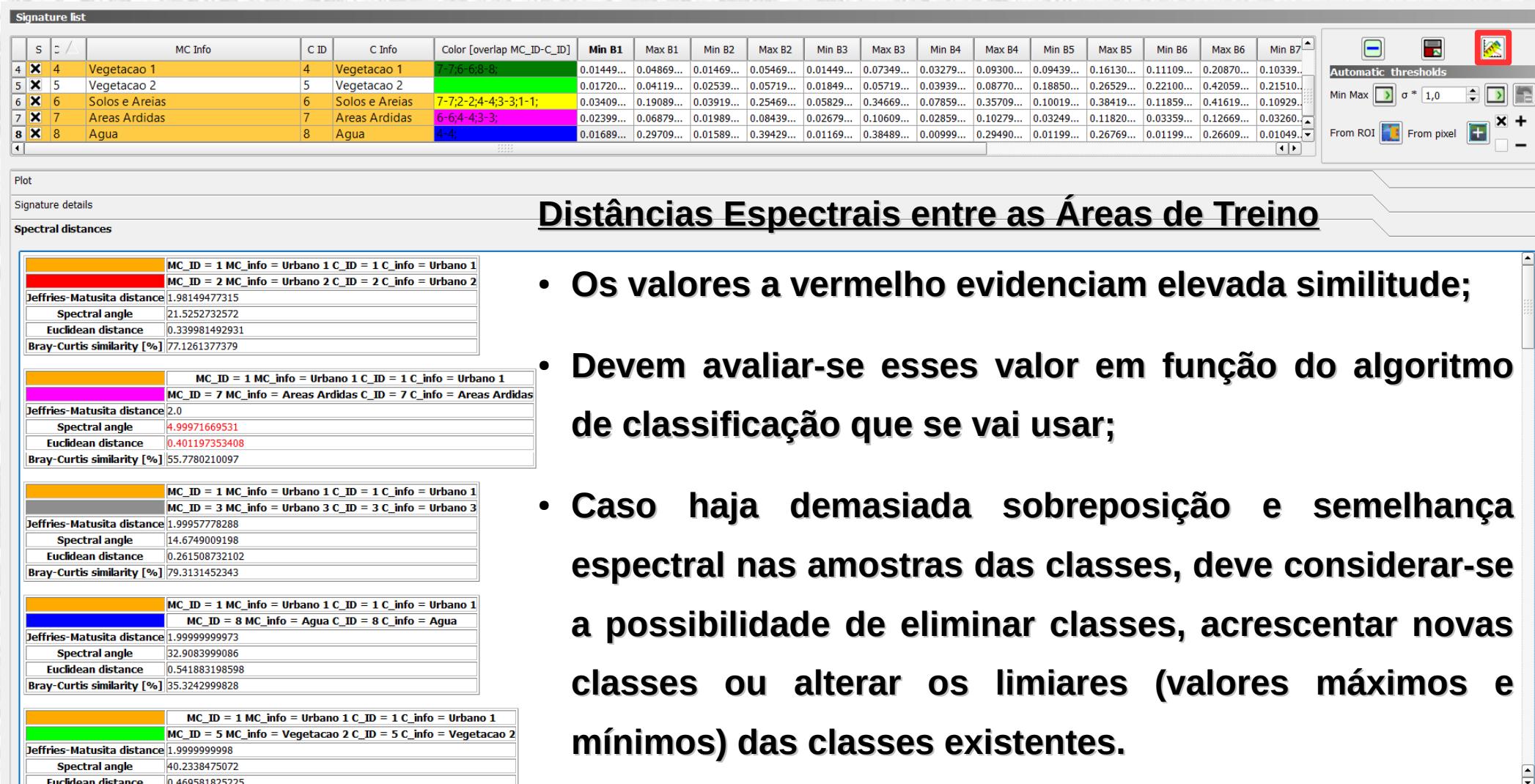
- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

- Analisar quantitativamente as assinaturas espectrais das classes



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Seleção das Áreas de Treino - Regions Of Interest (ROIs)

Project Edit View Layer Settings Plugins Vector Raster Database Web dzetsaka SCP Processing Help

SCP Dock

SCP input

Classification dock

ROI Signature list

S	Type	MC ID	C ID	C Info	Color
1	X	B	1	1	Urbano 1
2	X	B	2	2	Urbano 2
3	X	B	3	3	Urbano 3
4	X	B	4	4	Vegetacao 1
5	X	B	5	5	Vegetacao 2
6	X	B	6	6	Solos e Areias

ROI creation

Macroclasses

MC ID	MC Info	Color
4	Vegetacao 1	[Color Box]
5	Vegetacao 2	[Color Box]
6	Solos e Areias	[Color Box]
7	Areas Aridas	[Color Box]
8	Aqua	[Color Box]

Classification style

Load qml

Classification algorithm

Classification output

Lay... SC... dzetsaka : classific... GPS Informati... Brow...

Coordinate 514370,4546541 Scale 1:199 222 Magnifier 100% Rotation 0,0 Render EPSG:32629 (OTF)

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação

Project Edit View Layer Settings Plugins Vector Raster Database Web dzetsaka SCP Processing Help

SCP Dock

SCP input

Classification dock

ROI Signature list

S	Type	MC ID	C ID	C Info	Color
1	X	B	1	1	Urbano 1
2	X	B	2	2	Urbano 2
3	X	B	3	3	Urbano 3
4	X	B	4	4	Vegetacao 1
5	X	B	5	5	Vegetacao 2
6	X	B	6	6	Solos e Areias
7	X	B	7	7	Areas Aradas
n	o	o	o	o	o

ROI creation

Macroclasses

Classification algorithm

Use  MC ID  C ID

Algorithm

Maximum Likelihood Threshold 0,0000

Land Cover Signature Classification

Use  LCS  Algorithm  only overlap

Classification output

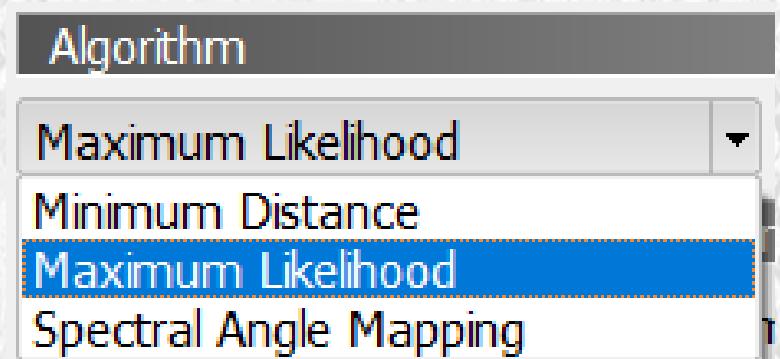
Lay... SC... dzetsaka : classific... GPS Informati... Brow...

Coordinate 515213,4539710 Scale 1:199 222 Magnifier 100% Rotation 0,0 Render EPSG:32629 (OTF)

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação

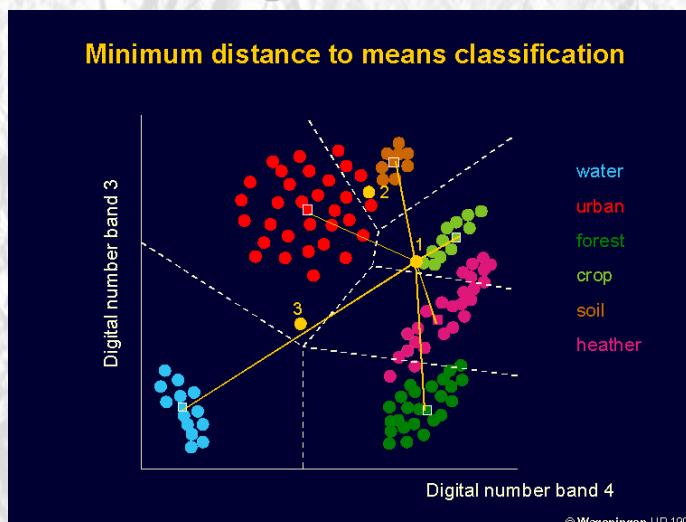
- As assinaturas espectrais das classes são calculadas em função dos valores dos pixéis de cada área de treino.
- O algoritmo selecionado, vai classificar a totalidade da imagem, comparando as características espectrais de cada pixel, às características espectrais das áreas de treino.
- O SCP disponibiliza 4 algoritmos de classificação:
  - Mínima Distância
  - Máxima Verosimilhança
  - Mapeamento do Ângulo Espetral
  - Land Cover Signature Classification



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Mínima Distância

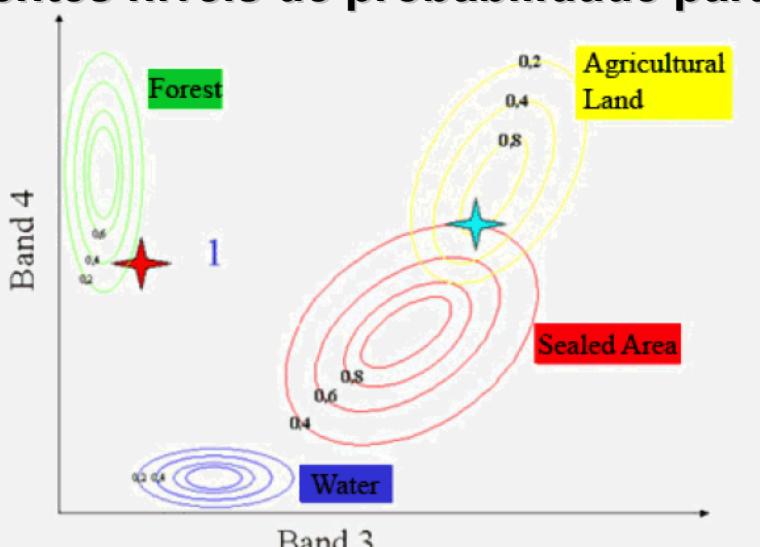
- É um dos classificadores estatísticos mais simples.
- Consiste na classificação de cada pixel relativamente à sua proximidade ao centro (média dos valores) de uma classe.
- Cada pixel é atribuído à classe que se situa a uma menor distância euclidiana.
- O algoritmo calcula, portanto, a distância euclidiana entre a assinatura espectral de cada pixel na imagem, e a assinatura espectral das áreas de treino.



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Máxima Verosimilhança

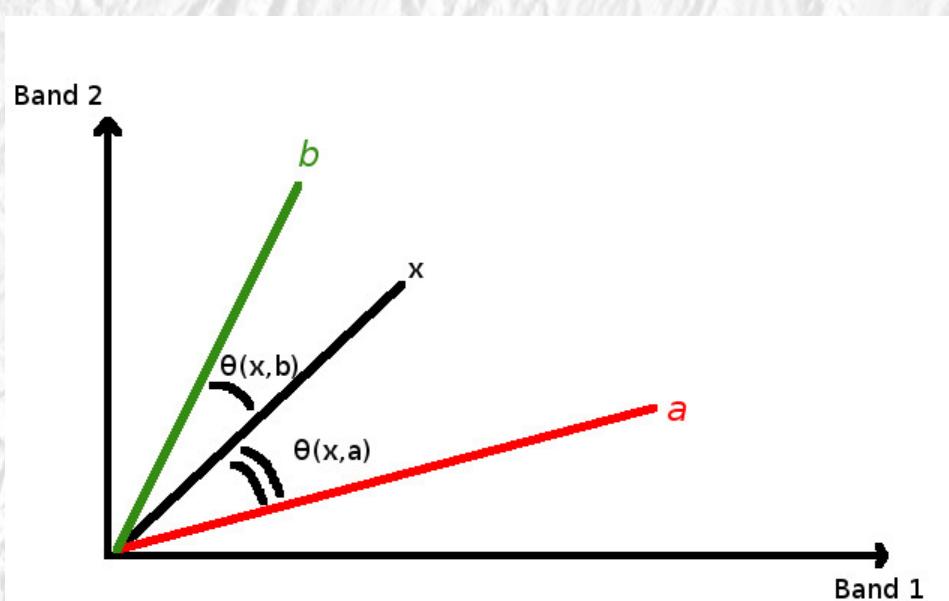
- É um dos classificadores supervisionados mais comuns.
- Considerando os parâmetros estatísticos de cada classe, o classificador aplica a cada pixel uma função de probabilidade, estimando se o pixel pertence a uma determinada classe.
- A representação gráfica bidimensional destes valores tende a produzir elipses zonadas, com diferentes níveis de probabilidade para cada classe.



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Mapeamento do Ângulo Espectral

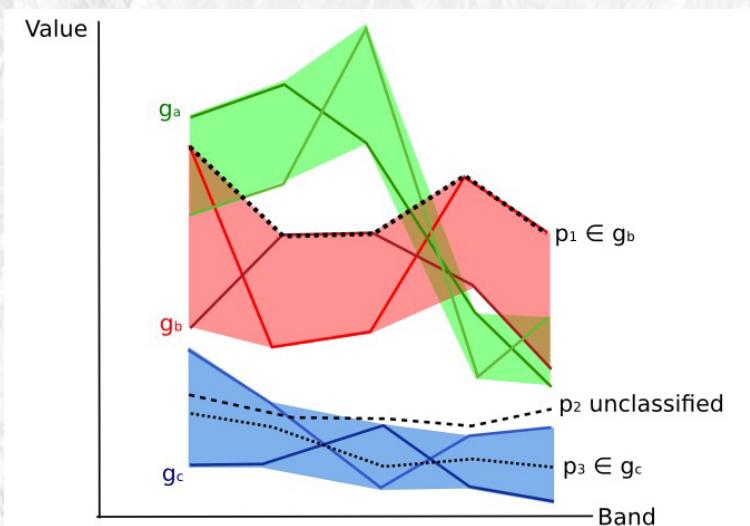
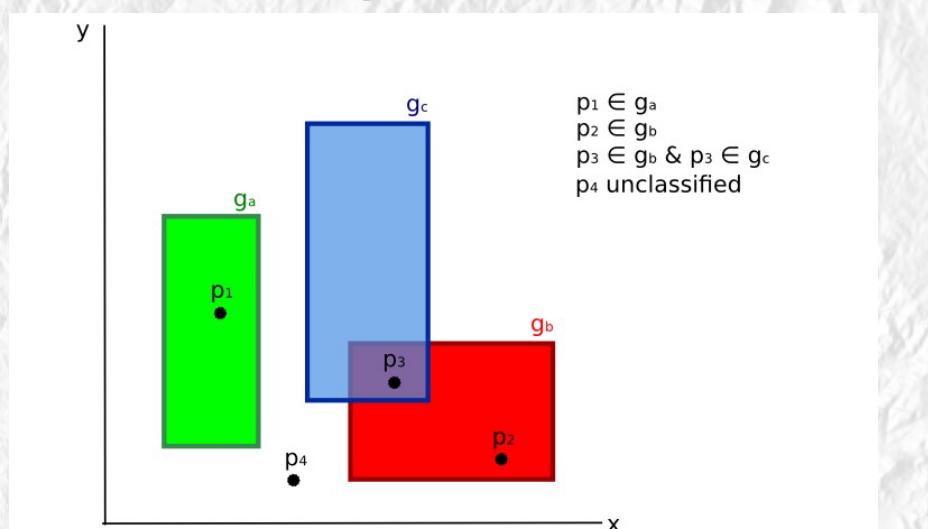
- Calcula o ângulo espectral entre a assinatura espectral dos pixéis da imagem e das áreas de treino.
- O pixel é atribuído à classe com a qual forma um ângulo mais pequeno.
- É muito utilizado, especialmente com imagens hiperespetrais.



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Land Cover Signature Classification

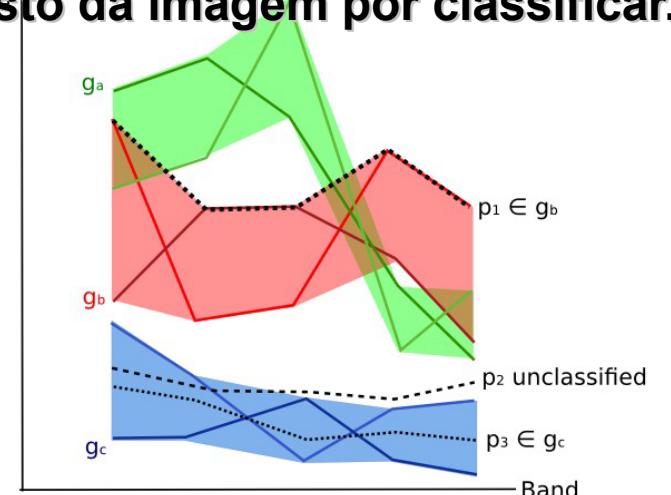
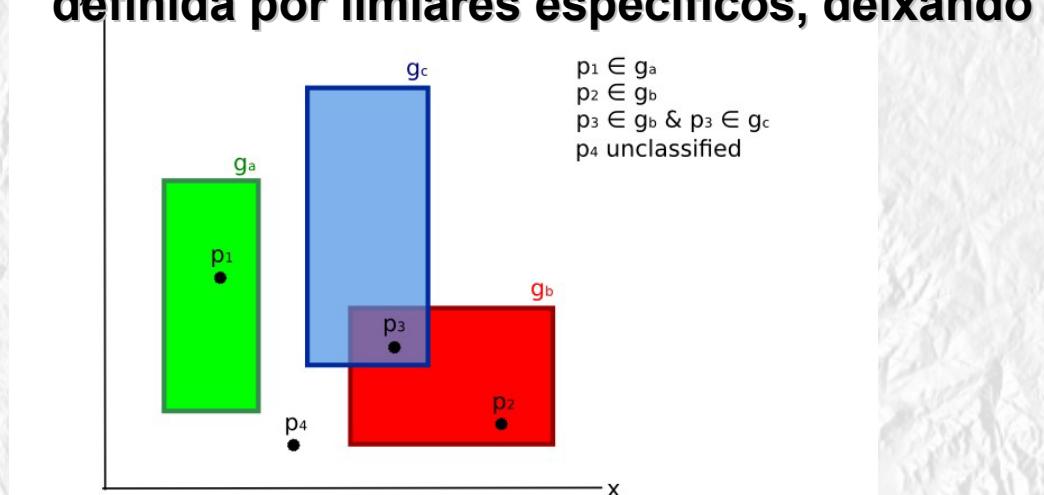
- Este classificador permite a definição de limiares espectrais (um valor mínimo e um valor máximo, para cada banda) para a assinatura de cada área de treino.
- O limiar para cada área de treino define uma região espectral correspondente a cada classe de ocupação.
- A assinatura espectral de cada pixel da imagem é depois comparada com a assinatura espectral das áreas de treino.



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Land Cover Signature Classification

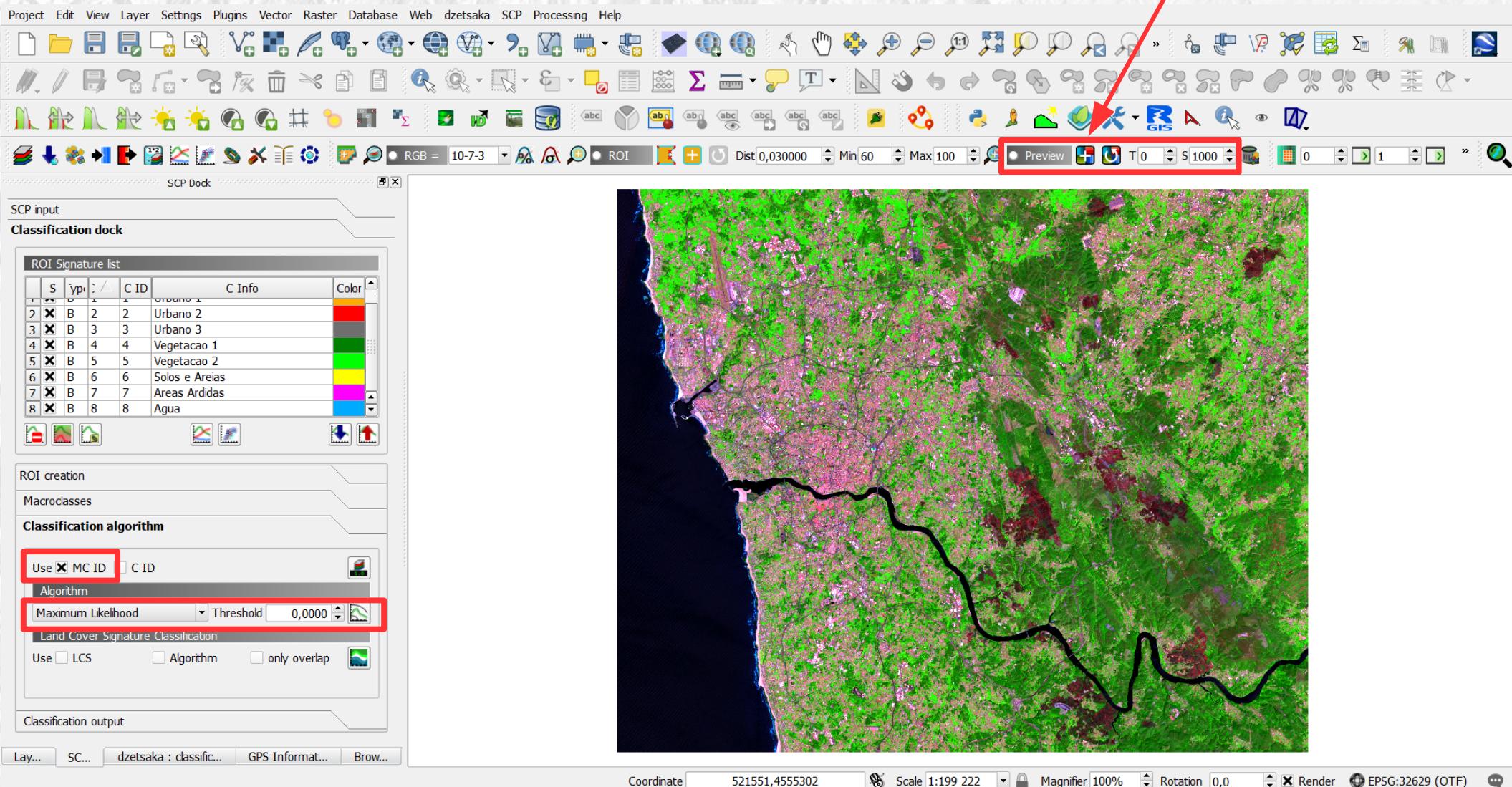
- O pixel é atribuído a uma determinada classe, se a sua assinatura espectral estiver completamente contida na região espectral dessa classe.
- No caso de pixels fora dos limiares das classes espectrais das áreas de treino, ou em zonas de sobreposição, não são classificados.
- Para esses casos, pode usar-se um dos outros classificadores.
- Pode, pelo contrário, ser útil para classificar uma única classe de ocupação, definida por limiares específicos, deixando o resto da imagem por classificar.



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Máxima Verosimilhança

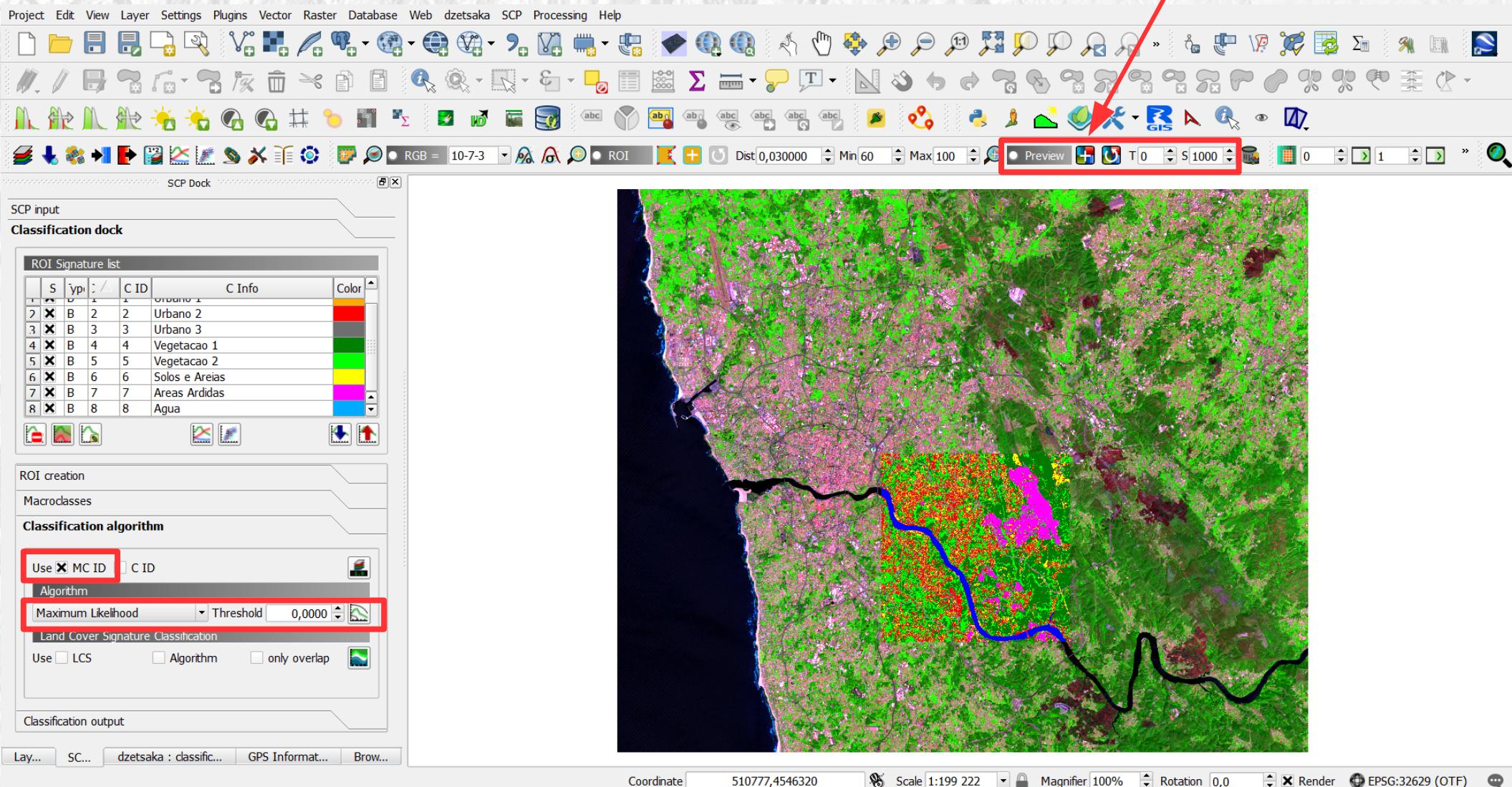
- Pré-visualizar a classificação



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Máxima Verosimilhança

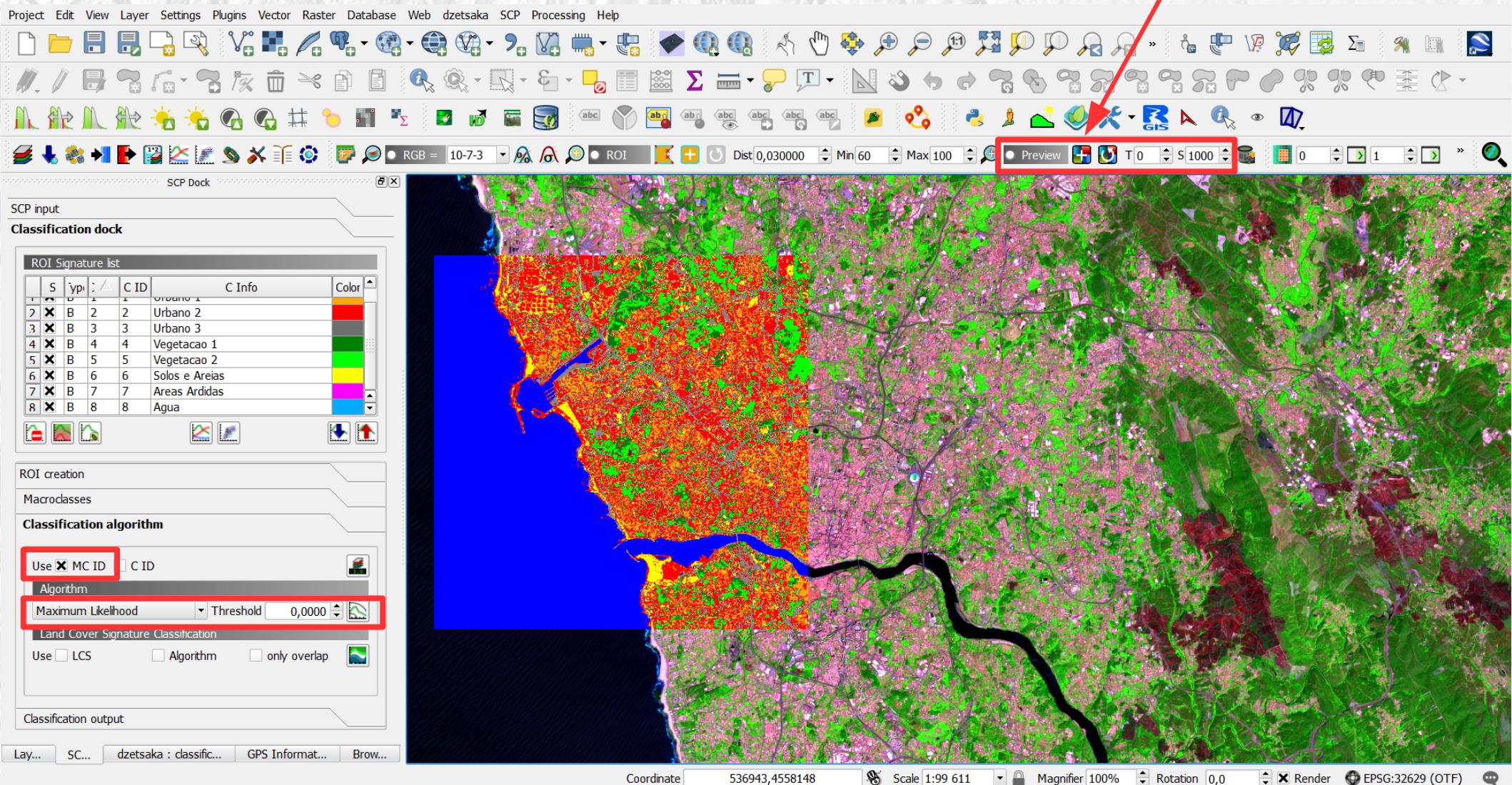
- Pré-visualizar a classificação



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Máxima Verosimilhança

- Pré-visualizar a classificação



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Máxima Verosimilhança

- Classificar a imagem

Screenshot of QGIS interface showing a supervised classification process.

The SCP Dock panel on the left displays the "Classification dock" section, which includes:

- ROI Signature list:**

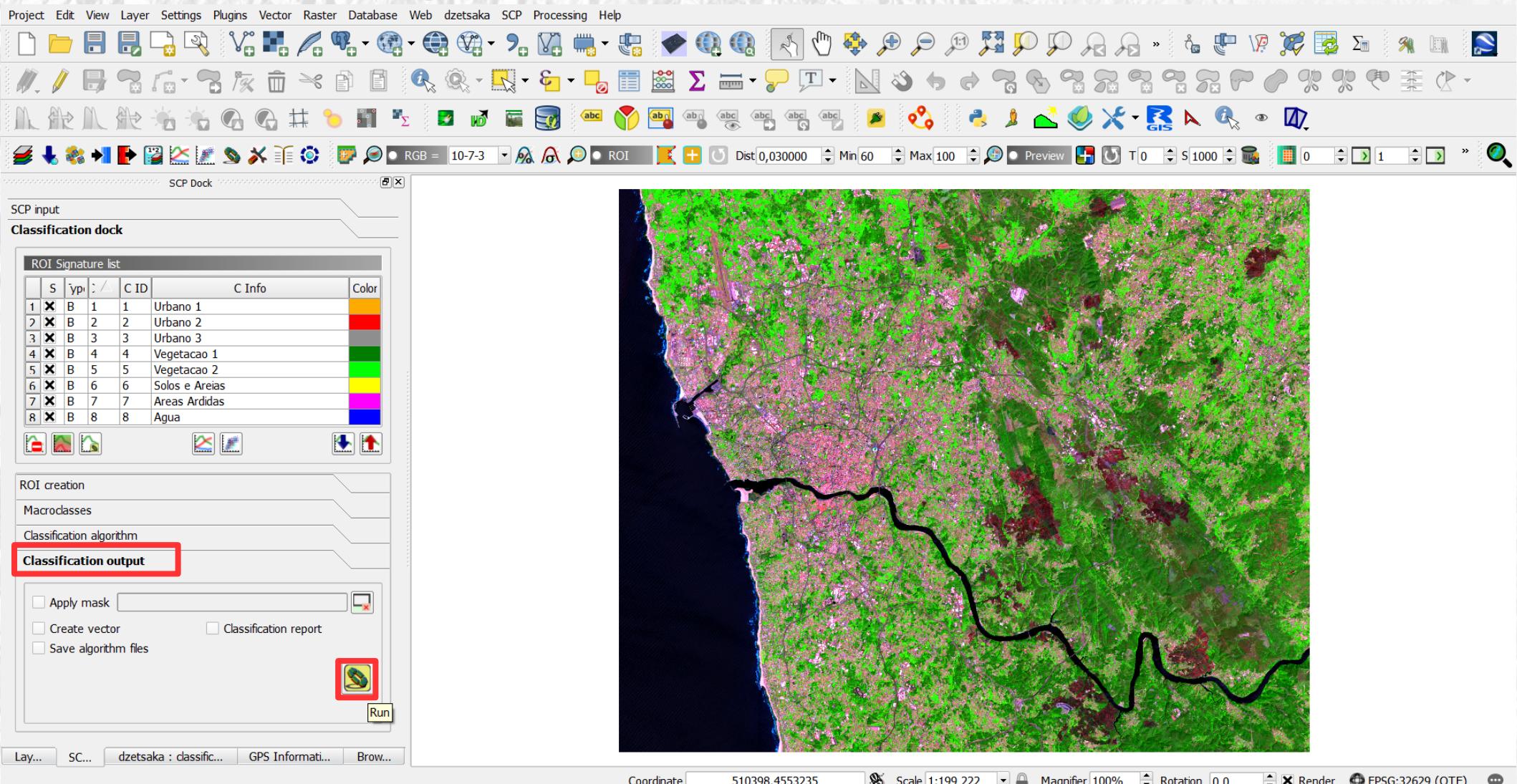
S	Tipo	C ID	C Info	Color
1	X	B	1	Urbano 1
2	X	B	2	Urbano 2
3	X	B	3	Urbano 3
4	X	B	4	Vegetacao 1
5	X	B	5	Vegetacao 2
6	X	B	6	Solos e Areias
7	X	B	7	Areas Ardidas
8	o	n	8	Aqua
- Classification algorithm:** Maximum Likelihood (selected)
- Use MC ID:**
- Algorithm:**
- Land Cover Signature Classification:**  LCS,  Algorithm,  only overlap

The main map view shows a coastal area with a black polygon outlining a region for analysis. The map is color-coded according to the classification results, with green, pink, and red areas representing different land cover types. The bottom status bar shows coordinates (514404,4545729), scale (1:199 222), magnifier (100%), rotation (0,0), and EPSG:32629 (OTF).

# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Máxima Verosimilhança

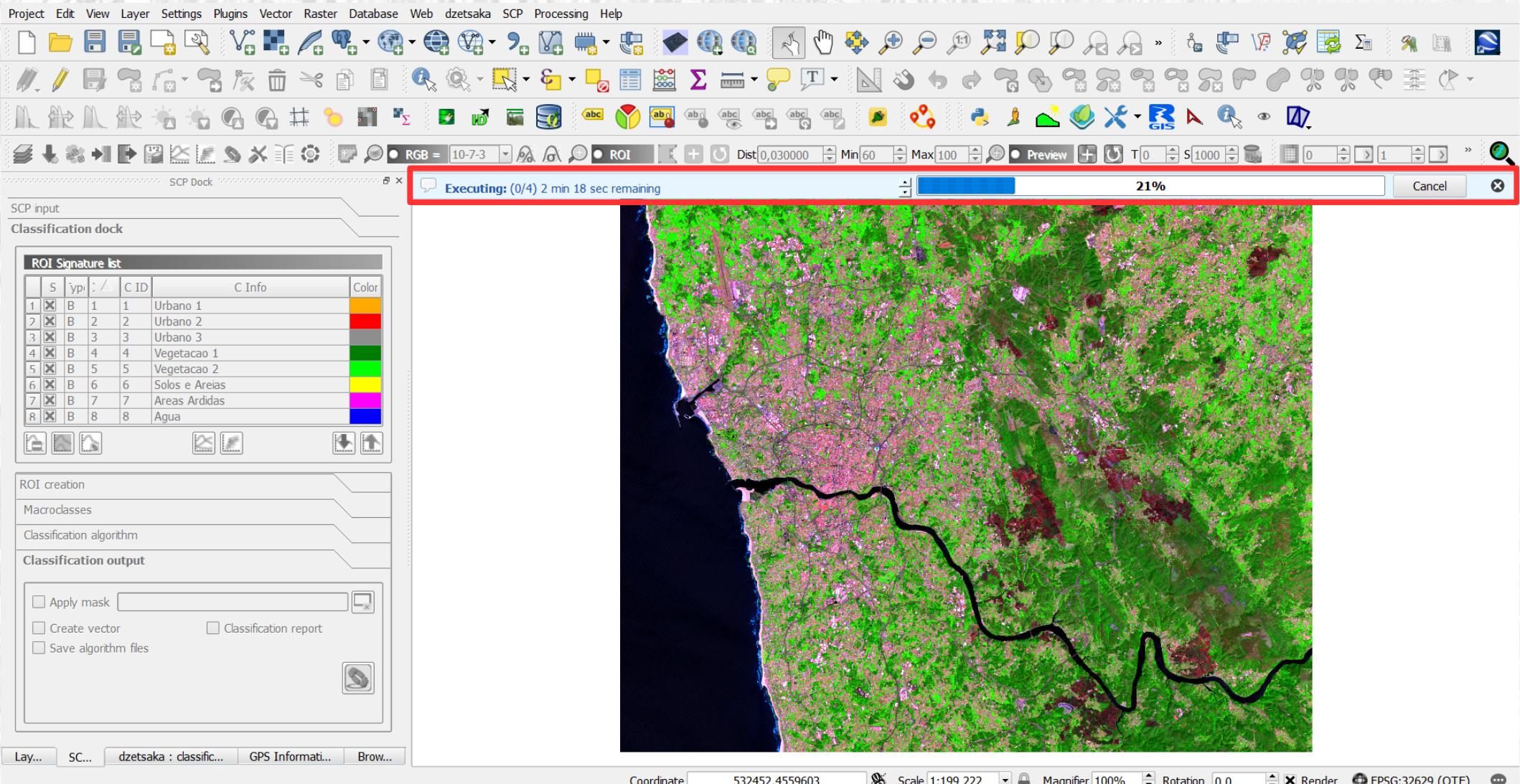
- Classificar a imagem



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Máxima Verosimilhança

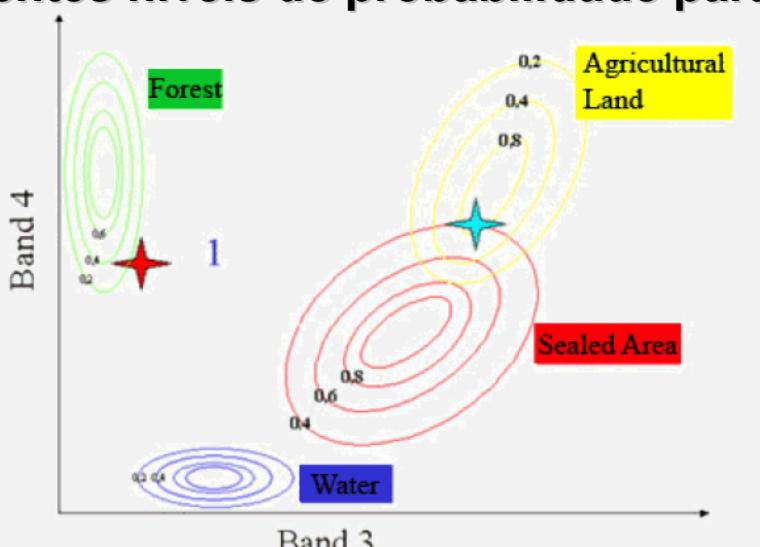
- Classificar a imagem



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Máxima Verosimilhança

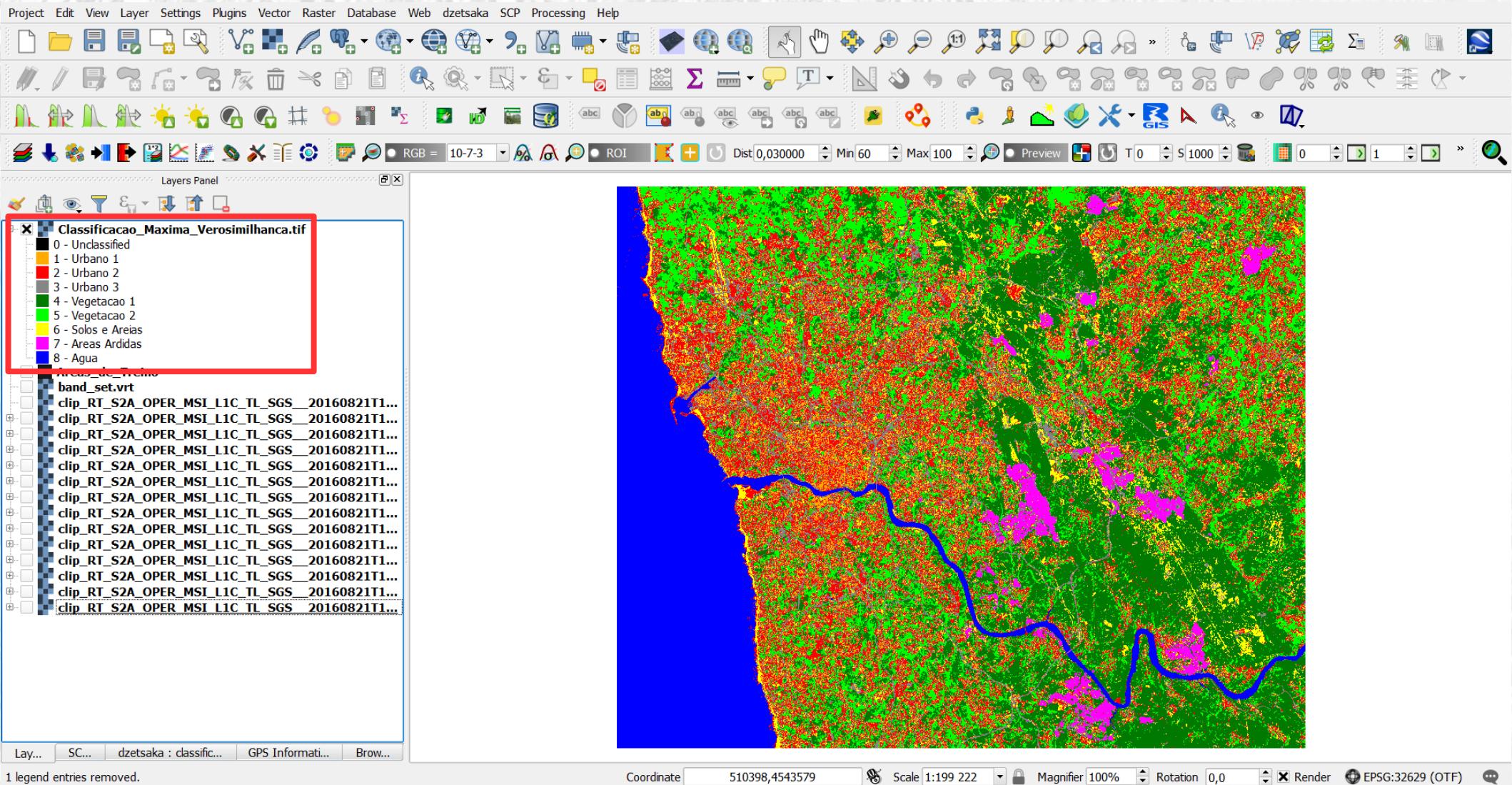
- É um dos classificadores supervisionados mais comuns.
- Considerando os parâmetros estatísticos de cada classe, o classificador aplica a cada pixel uma função de probabilidade, estimando se o pixel pertence a uma determinada classe.
- A representação gráfica bidimensional destes valores tende a produzir elipses zonadas, com diferentes níveis de probabilidade para cada classe.



# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Máxima Verosimilhança

- Classificar a imagem

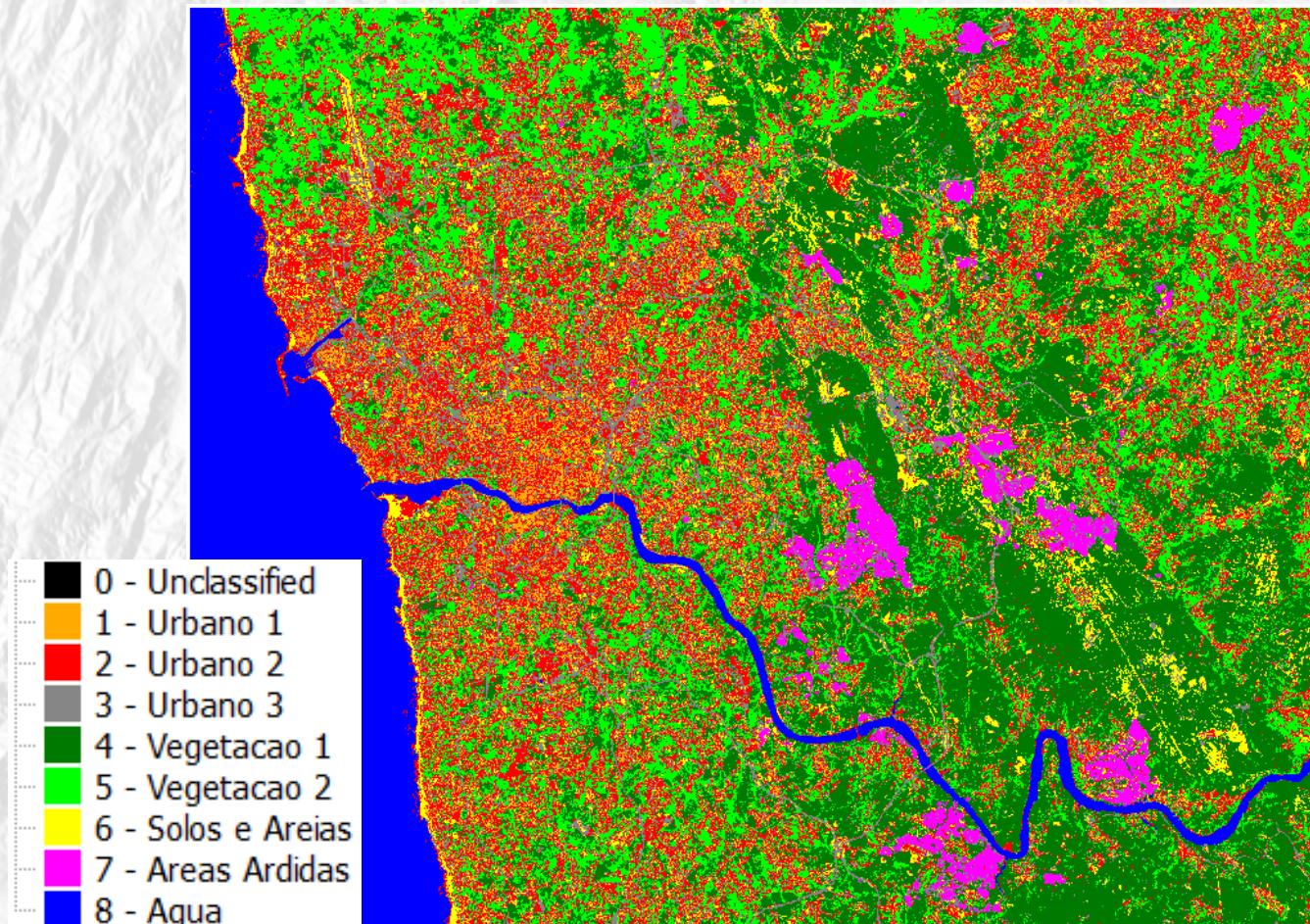


# CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

## Algoritmos de Classificação - Máxima Verosimilhança

- **Classificar a imagem**

O resultado do processo de classificação é um raster cujo valor dos pixéis corresponde ao ID da Classe (Macro Classe, neste caso).



---

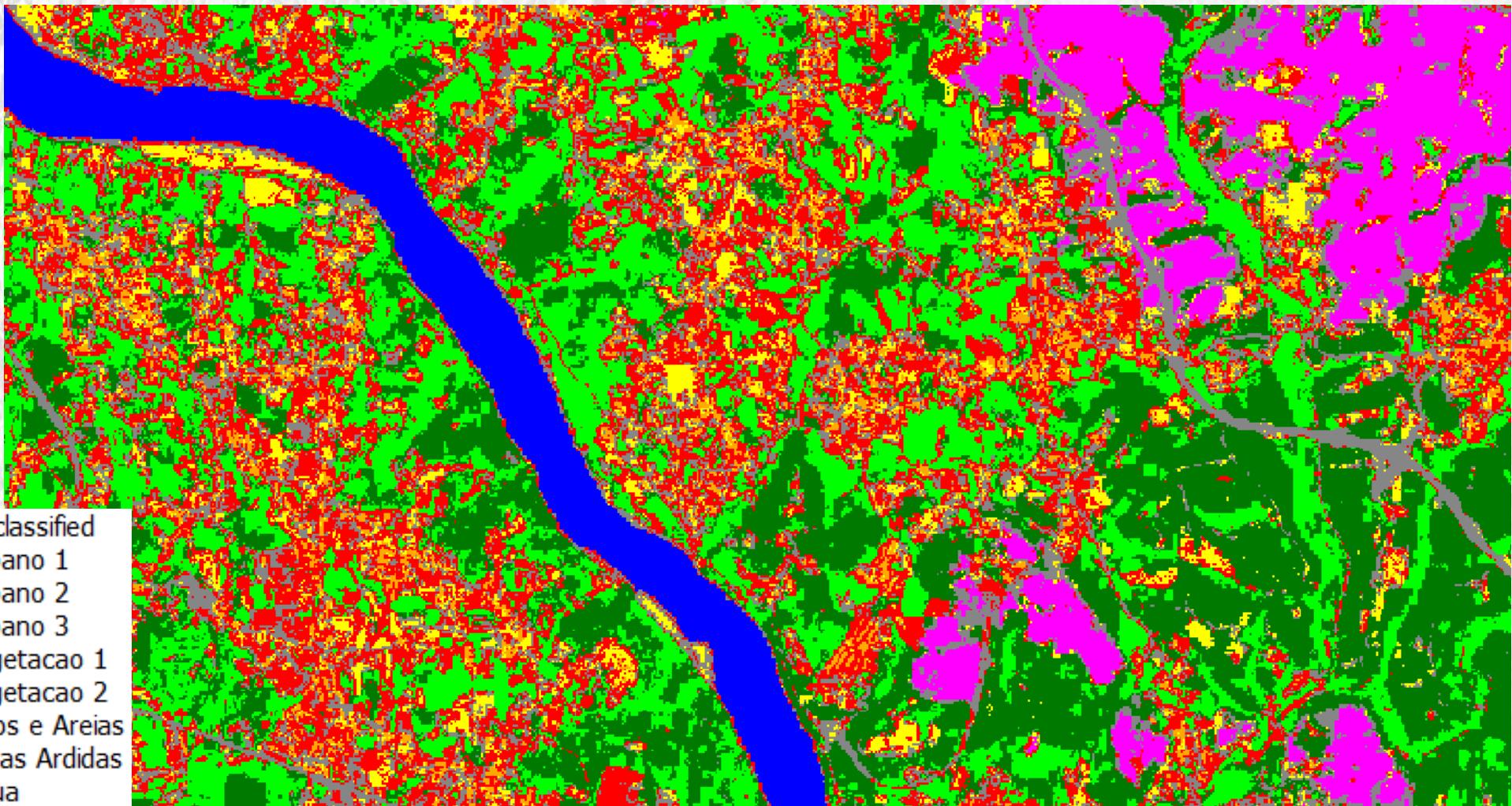
# **PÓS-PROCESSAMENTO**

## **REMOVER PIXÉIS ISOLADOS**

# PÓS-PROCESSAMENTO – REMOVER PIXÉIS ISOLADOS

## SIEVE

- Analisando a imagem classificada em pormenor, constata-se que existem pequenas áreas classificadas de forma distinta da sua periferia.



# PÓS-PROCESSAMENTO – REMOVER PIXÉIS ISOLADOS

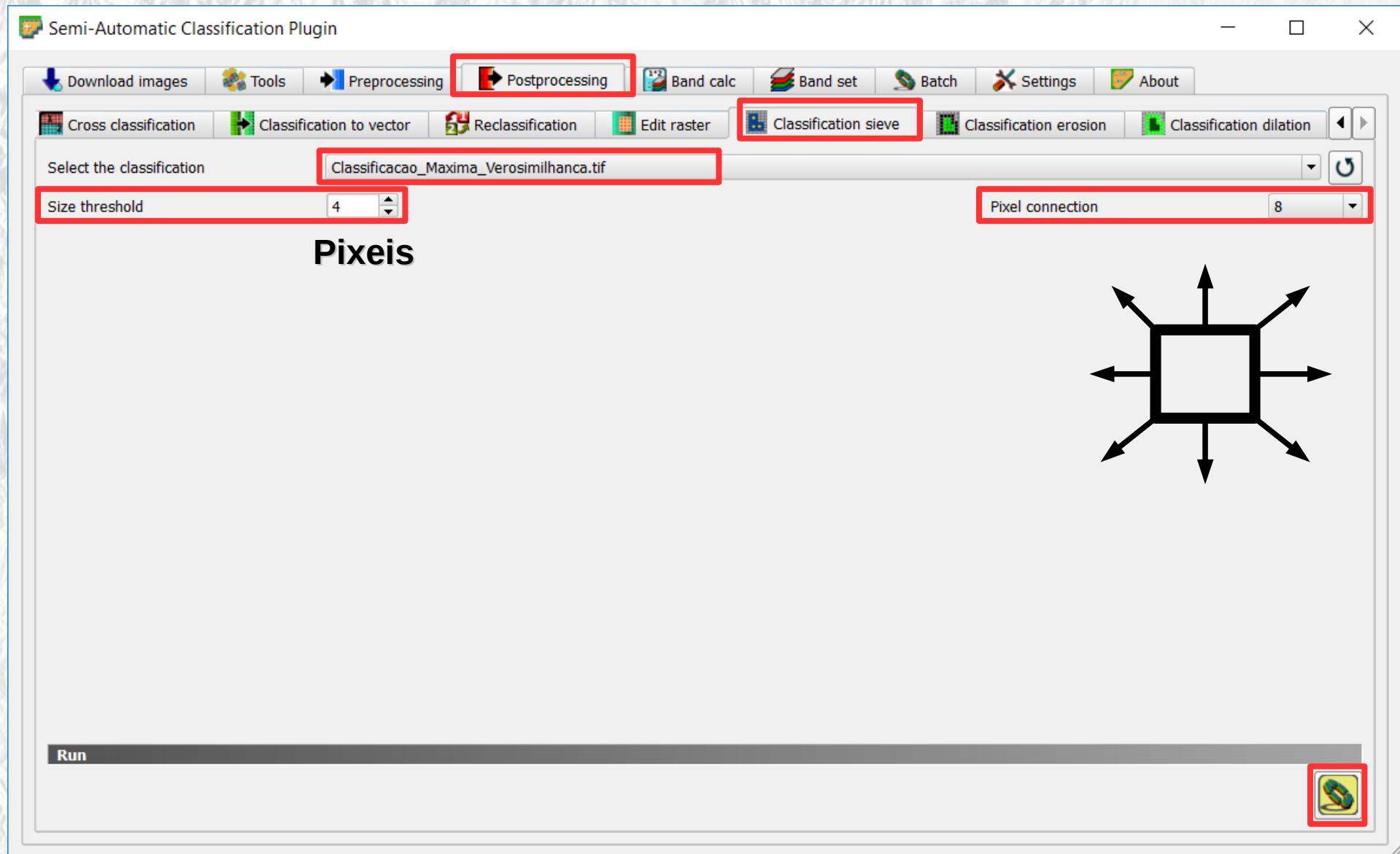
---

## SIEVE

- A imagem deve ser tratada, de modo a remover esses pixéis isolados, atendendo a que na realidade, não deve haver uma variação tão brusca entre as classes.
- A ferramenta que permite desenvolver esse processo designa-se Classification Sieve e encontra-se nas ferramentas de pós-processamento.
- Funciona efetivamente como um crivo, pois o resultado vai ser uma imagem mais homogénea.

# PÓS-PROCESSAMENTO – REMOVER PIXÉIS ISOLADOS

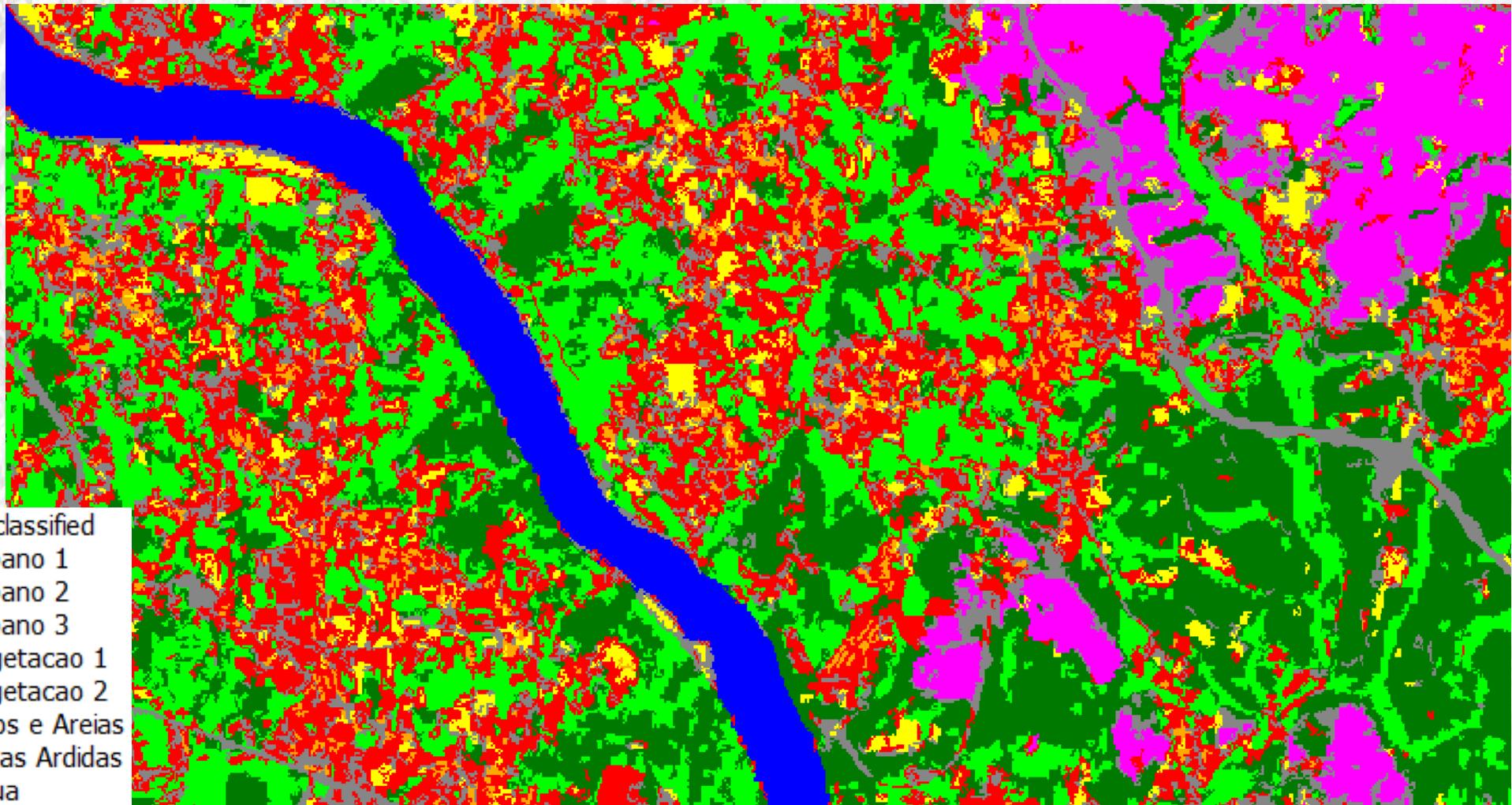
## SIEVE



# PÓS-PROCESSAMENTO – REMOVER PIXÉIS ISOLADOS

## SIEVE

- O resultado é uma imagem bastante mais homogénea.



# **PÓS-PROCESSAMENTO**

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E  
VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS**

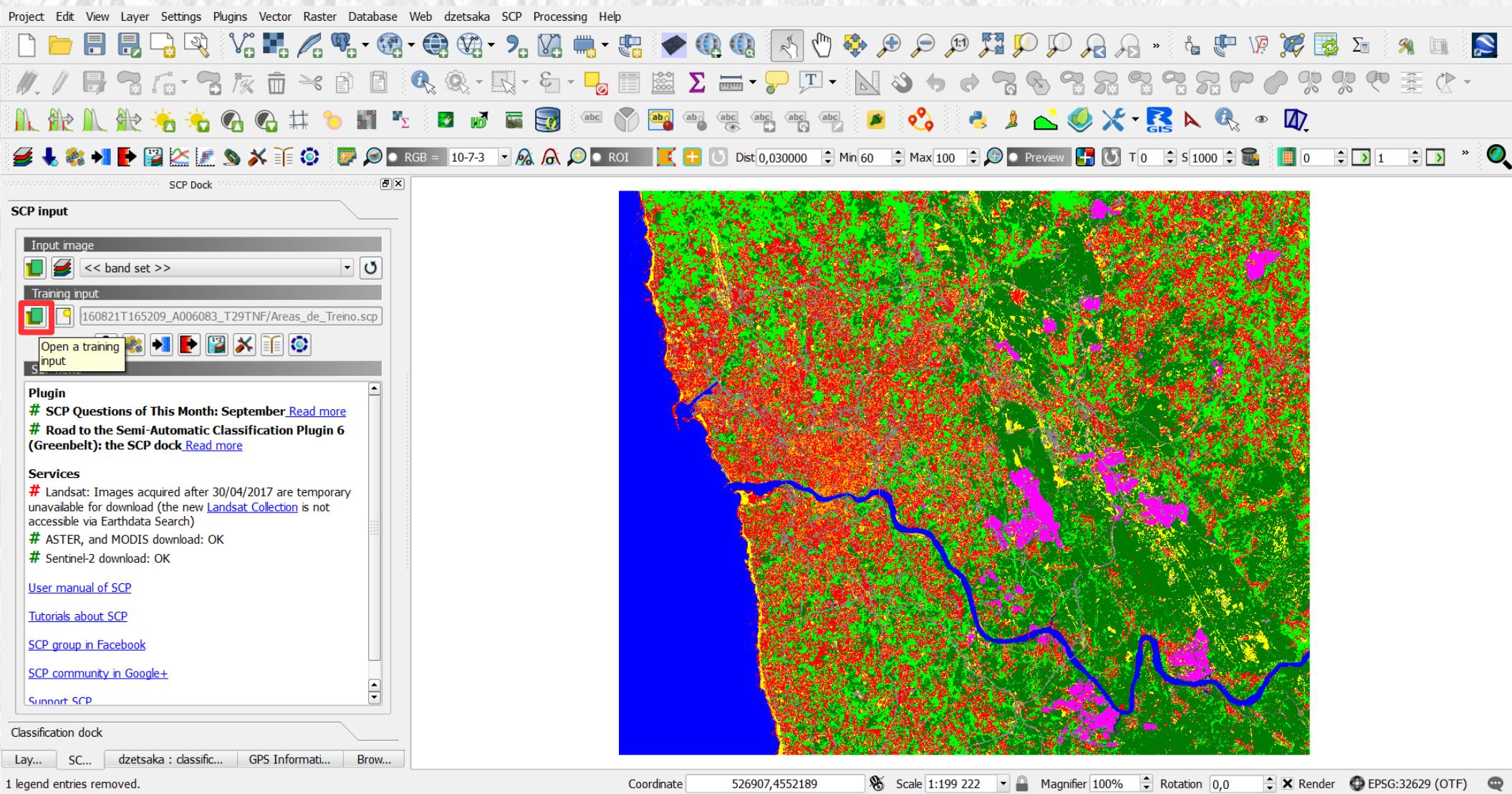
# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

---

- No processo de classificação, é possível que se verifiquem erros, concretamente de atribuição de pixéis a determinadas classes de forma errónea, devido à proximidade espectral entre classes ou à deficiente escolha das áreas de treino.
- Por isso, a avaliação da precisão da classificação é uma etapa essencial num processo de classificação da cobertura do solo.
- Para avaliar a precisão de um mapa temático são utilizados os métodos de análise estatística multivariada discreta.
- O processo consiste na identificação de áreas de validação (de forma análoga à seleção das áreas de treino), das quais se conhece, com toda a certeza, a classe de ocupação a que pertencem.

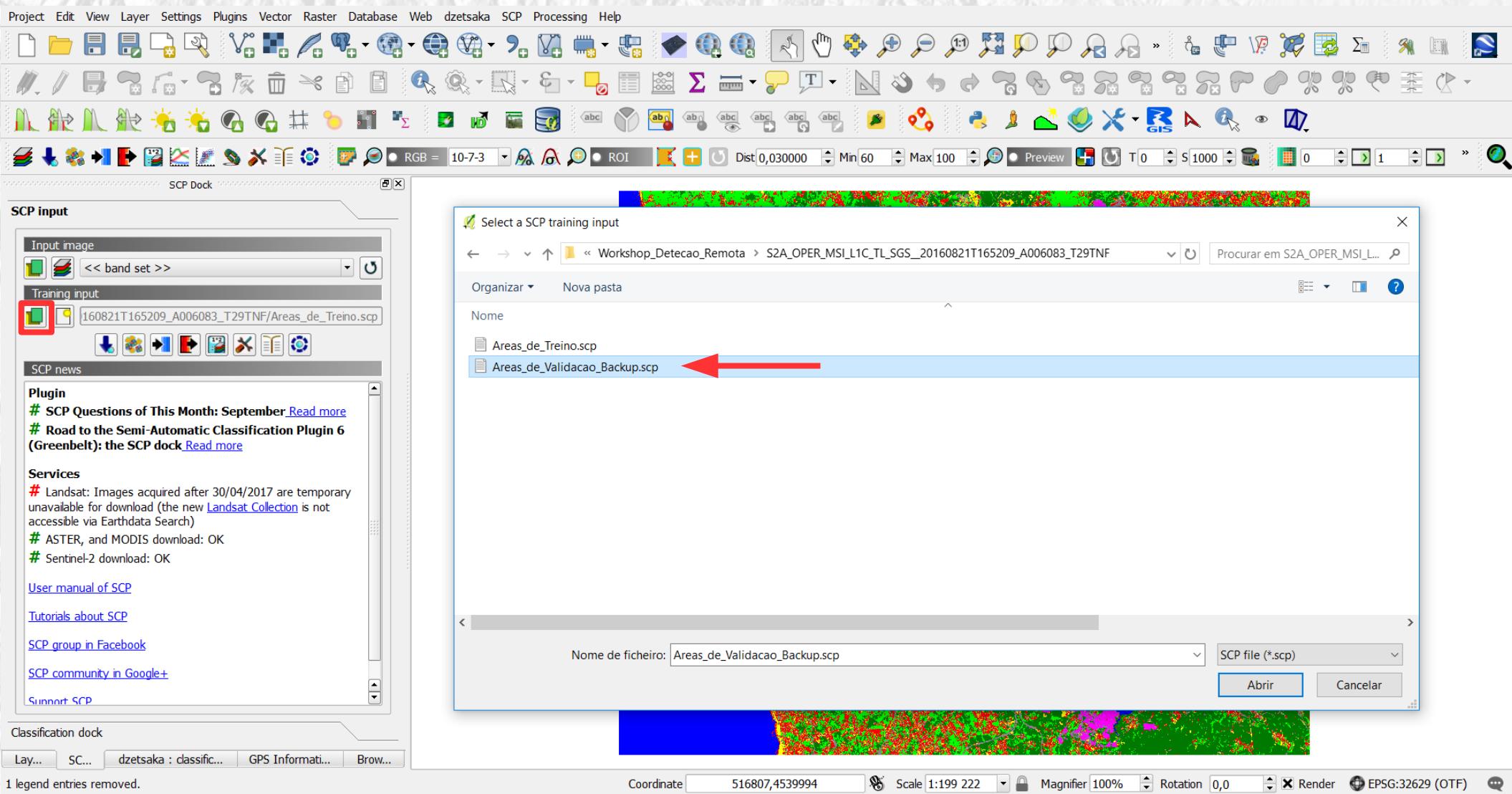
# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

- No caso do exercício, são fornecidas essas áreas de validação, que devem ser carregadas no SCP.



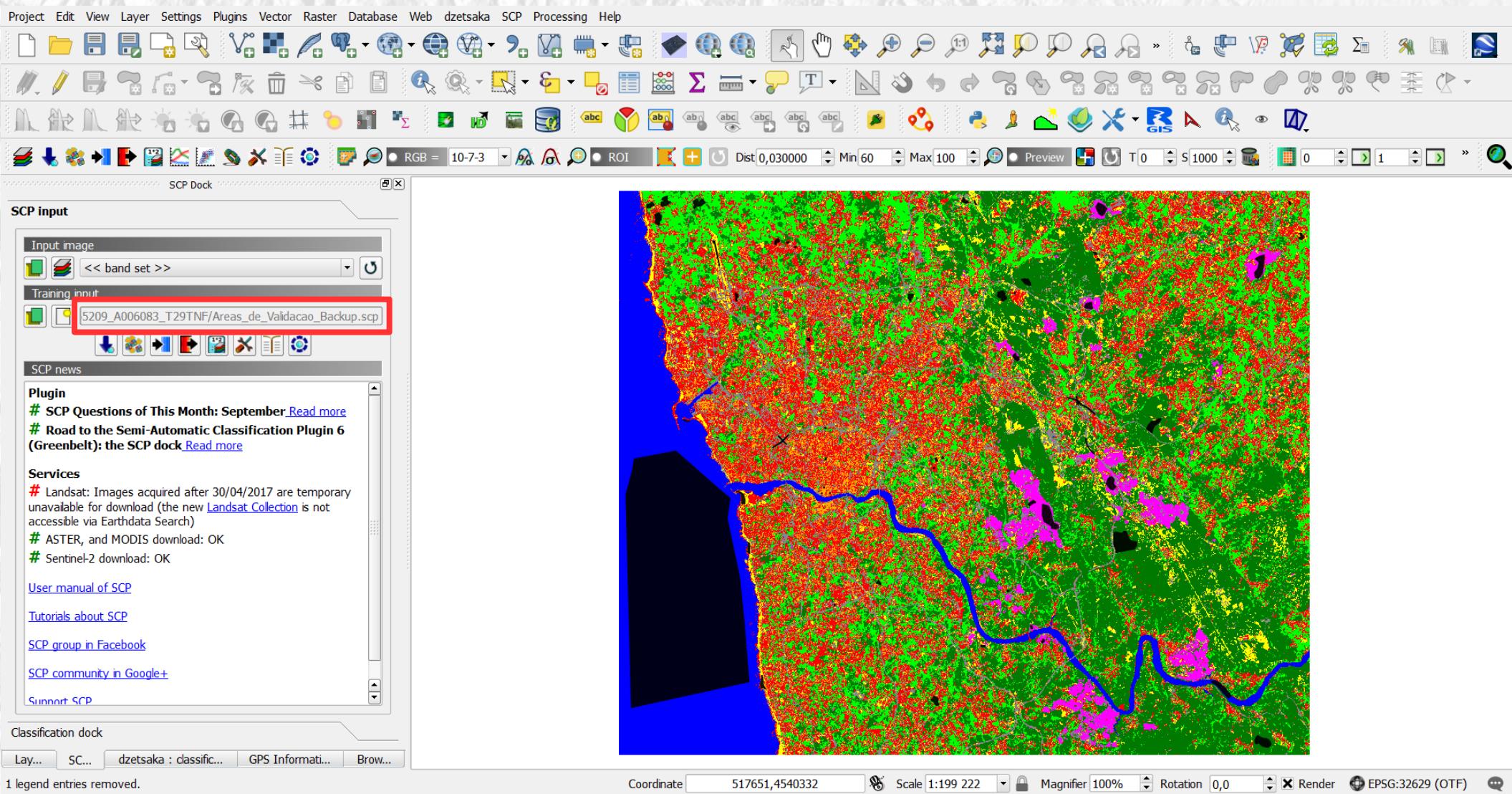
# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

- No caso do exercício, são fornecidas essas áreas de validação, que devem ser carregadas no SCP.



# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

- No caso do exercício, são fornecidas essas áreas de validação, que devem ser carregadas no SCP.

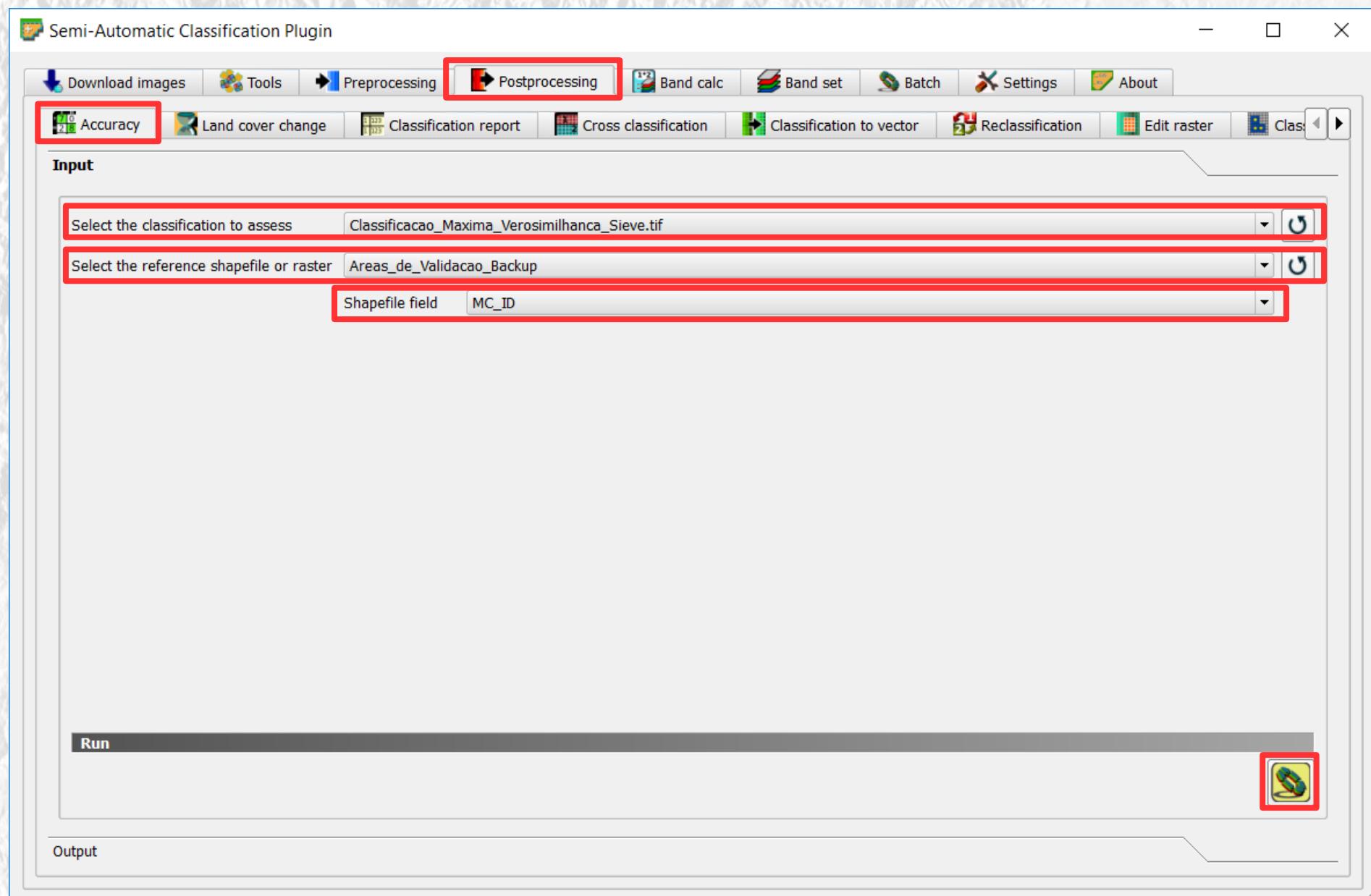


# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

---

- Com esta amostra de referência, para a qual é conhecida a cobertura do solo, faz-se a verificação das classes a que estes elementos foram atribuídos pelo algoritmo de classificação utilizado.
- Através de uma classificação cruzada dos elementos da amostra de referência, é produzida uma tabela de contingências (matriz de confusão), com base na qual se vai estimar a precisão do mapa.
- A tabela de contingências compara, classe por classe, a relação entre os dados de referência (*ground truth*) e os resultados do algoritmo de classificação para esses locais.
- As colunas representam as classes na amostra de referência.
- As linhas representam as atribuições realizadas a cada classe, pelo procedimento de classificação.

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS



# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Semi-Automatic Classification Plugin

Download images Tools Preprocessing Postprocessing Band calc Band set Batch Settings About

Accuracy Land cover change Classification report Cross classification Classification to vector Reclassification Edit raster

Input	Output	ID	Classe Ref. <sup>a</sup>	Classe Classif.	Nº pixels
ErrMatrixCode	Reference	1	1.0	0.0	0
		2	1.0	1.0	64
		3	1.0	2.0	1
		4	1.0	3.0	0
		5	1.0	4.0	0
		6	1.0	5.0	0
		7	1.0	6.0	0
		8	1.0	7.0	0
		9	1.0	8.0	0
		10	2.0	0.0	0
		11	2.0	1.0	0
		12	2.0	2.0	1475
		13	2.0	3.0	2
		14	2.0	4.0	0
		15	2.0	5.0	0
		16	2.0	6.0	12
		17	2.0	7.0	0
		18	2.0	8.0	0
		19	3.0	0.0	0
		20	3.0	1.0	0
		21	3.0	2.0	167
		22	3.0	3.0	2005
		23	3.0	4.0	0
		24	3.0	5.0	1
		25	3.0	6.0	4
		26	3.0	7.0	1
		27	3.0	8.0	0
		28	4.0	0.0	0
		29	4.0	1.0	0
		30	4.0	2.0	39
		31	4.0	3.0	28
		32	4.0	4.0	18713
		33	4.0	5.0	86
		34	4.0	6.0	13
		35	4.0	7.0	0
		36	4.0	8.0	0
		37	5.0	0.0	0
		38	5.0	1.0	0
		39	5.0	2.0	0
		40	5.0	3.0	0
		41	5.0	4.0	0

**Pixéis bem classificados**

Mal classificados

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Semi-Automatic Classification Plugin

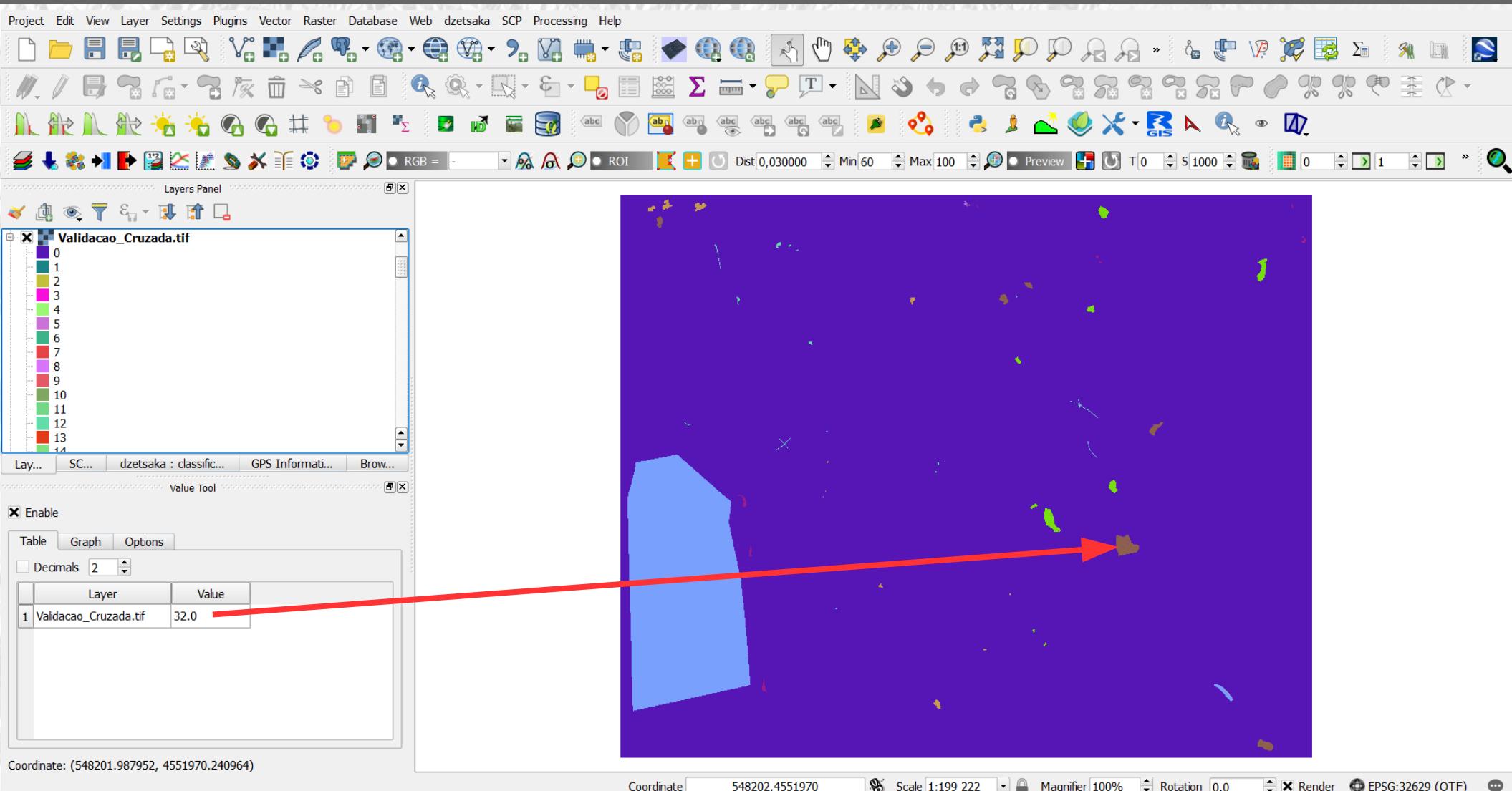
Accuracy Land cover change Classification report Cross classification Classification to vector Reclassification Edit raster

Input	Output	ID	Classe Ref. <sup>a</sup>	Classe Classif.	Nº pixels
		32	4.0	4.0	18713
		33	4.0	5.0	86
		34	4.0	6.0	13
		35	4.0	7.0	0
		36	4.0	8.0	0
		37	5.0	0.0	0
		38	5.0	1.0	0
		39	5.0	2.0	0
		40	5.0	3.0	0
		41	5.0	4.0	0
		42	5.0	5.0	6449
		43	5.0	6.0	0
		44	5.0	7.0	0
		45	5.0	8.0	0
		46	6.0	0.0	0
		47	6.0	1.0	57
		48	6.0	2.0	80
		49	6.0	3.0	281
		50	6.0	4.0	0
		51	6.0	5.0	0
		52	6.0	6.0	3438
		53	6.0	7.0	0
		54	6.0	8.0	0
		55	7.0	0.0	0
		56	7.0	1.0	0
		57	7.0	2.0	128
		58	7.0	3.0	232
		59	7.0	4.0	0
		60	7.0	5.0	0
		61	7.0	6.0	43
		62	7.0	7.0	15760
		63	7.0	8.0	0
		64	8.0	0.0	0
		65	8.0	1.0	0
		66	8.0	2.0	3
		67	8.0	3.0	62
		68	8.0	4.0	0
		69	8.0	5.0	0
		70	8.0	6.0	0
		71	8.0	7.0	0
		72	8.0	8.0	714591

Pixéis bem classificados

→ Mal classificados

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS



Como output obtém-se um ficheiro .CSV com todas as estatísticas, e um ficheiro raster .TIF onde os valores dos pixels representam as combinações entre as diversas classes (classificação vs. amostras de referência) identificadas pelo ErrorMatrixCode.

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

A tabela de contingências e as estatísticas globais e por classe, aparecem ao fundo no ficheiro .CSV.

The screenshot shows the SCP interface with the following details:

- Top Bar:** Includes "Download images", "Tools", "Preprocessing", "Postprocessing" (selected), "Band calc", "Band set", "Batch", "Settings", and "About".
- Tool Buttons:** Accuracy, Land cover change, Classification report, Cross classification, Classification to vector, Reclassification, Edit raster, Classification sieve, and Classification.
- Input:** A dropdown menu currently set to "Input".
- Output:** A large text area containing a CSV table and performance metrics.

**CSV Output Table:**

	63	7.0	8.0	0							Total
63	7.0	8.0	0.0	0							0
64	8.0	0.0	1.0	0							121
65	8.0	2.0	3								1893
66	8.0	3.0	62								2610
67	8.0	4.0	0								18713
68	8.0	5.0	0								6536
69	8.0	6.0	0								3510
70	8.0	7.0	0								15761
71	8.0	8.0	714591								714591
72											714591

**Performance Metrics:**

> ERROR MATRIX											
> Reference											
V_Classification	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	Total	
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.0	0	64	0	0	0	0	57	0	0	121	
2.0	0	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893	
3.0	0	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610	
4.0	0	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713	
5.0	0	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536	
6.0	0	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510	
7.0	0	0	0	1	0	0	0	15760	0	15761	
8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	714591	714591	
Total	0	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735	

**Overall accuracy [%] = 99.8376400191**

Class 0.0 producer accuracy [%] = nan	user accuracy [%] = nan	Kappa hat = nan
Class 1.0 producer accuracy [%] = 98.4615384615	user accuracy [%] = 52.8925619835	Kappa hat = 0.528885524198
Class 2.0 producer accuracy [%] = 99.0597716588	user accuracy [%] = 77.9186476492	Kappa hat = 0.778755131052
Class 3.0 producer accuracy [%] = 92.056932966	user accuracy [%] = 76.8199233716	Kappa hat = 0.767536299663
Class 4.0 producer accuracy [%] = 99.1207161396	user accuracy [%] = 100.0	Kappa hat = 1.0
Class 5.0 producer accuracy [%] = 100.0	user accuracy [%] = 98.6689106487	Kappa hat = 0.986575751754
Class 6.0 producer accuracy [%] = 89.1597510373	user accuracy [%] = 97.9487179487	Kappa hat = 0.979383087341
Class 7.0 producer accuracy [%] = 97.506650993	user accuracy [%] = 99.9936552249	Kappa hat = 0.999935180467
Class 8.0 producer accuracy [%] = 99.990904715	user accuracy [%] = 100.0	Kappa hat = 1.0
Kappa hat classification = 0.986834384909		

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Para uma mais fácil leitura da tabela de contingências:

		Reference									
		Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Aridas	Água		
Classification		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
	Urbano 1	1	64	0	0	0	57	0	0	121	Precisão do Utilizador
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	72,9
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	76,8
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	18713	100,0
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	6536	98,7
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	3510	97,9
	Áreas Aridas	7	0	0	1	0	0	15760	0	15761	100,0
	Água	8	0	0	0	0	0	0	714591	714591	100,0
		Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735

Precisão do Produtor	98,5	99,1	92,1	99,1	100,0	89,2	97,5	100,0
----------------------	------	------	------	------	-------	------	------	-------

99,8	Precisão Global
------	-----------------

<span style="background-color: green; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span>	Pixel corretamente classificado
<span style="background-color: red; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span>	Pixel incorretamente classificado

- A diagonal central (fundo verde) apresenta o número de pixéis corretamente classificados (pixéis atribuídos pela classificação à mesma classe verificada nas amostras de referência);
- Somando o número de pixéis da diagonal principal e dividindo pelo número total de pixéis usados nas amostras de referência (x100), dá a percentagem de elementos corretamente classificados, ou a Precisão Global (99,8%).

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

		Reference									
		Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Aridas	Água		
Classification		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
	Urbano 1	1	64	0	0	0	57	0	0	121	Precisão do Utilizador
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	80	128	3	1893	52,9
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	77,9
	Vegetação 1	4	0	0	18713	0	0	0	0	18713	76,8
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	6536	100,0
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	3438	43	0	3510	98,7
	Áreas Aridas	7	0	0	1	0	0	15760	0	15761	97,9
	Água	8	0	0	0	0	0	0	714591	714591	100,0
	Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735	

Precisão do Produtor | 98,5 | 99,1 | 92,1 | 99,1 | 100,0 | 89,2 | 97,5 | 100,0

99,8 | Precisão Global

Pixéis corretamente classificados
Pixéis incorretamente classificados

- Dividindo o valor da diagonal de uma classe (pixéis corretamente classificados), pelo total de pixéis dessa classe na amostra de referência (soma dos elementos da coluna), obtém-se a Precisão do Produtor ( $100 - PP = \text{Erro de Omissão}$ ).
- Este parâmetro traduz, para cada classe, a probabilidade de um pixel da amostra de referência ser corretamente classificado pelo algoritmo de classificação.

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

		Reference									
Classification		Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Aridas	Água		
		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
	Urbano 1	1	64	0	0	0	57	0	0	121	
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	18713	
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	6536	
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510
	Áreas Aridas	7	0	0	1	0	0	0	15760	0	15761
	Água	8	0	0	0	0	0	0	714591	714591	
	Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735	

Precisão do Utilizador
52,9
77,9
76,8
100,0
98,7
97,9
100,0
100,0

Precisão do Produtor	98,5	99,1	92,1	99,1	100,0	89,2	97,5	100,0

99,8 Precisão Global

	Pixéis corretamente classificados
	Pixéis incorretamente classificados

- Dividindo o valor da diagonal de uma classe (pixéis corretamente classificados), pelo total de pixéis da imagem das classes de referência, que foram atribuídos, pelo classificador, a essa classe (soma dos elementos da linha), obtém-se a Precisão do Utilizador (100 - PU = Erro de Comissão).
- Este parâmetro traduz, para cada classe, a probabilidade de um pixel aleatório do mapa de classificação, estar corretamente classificado, quando se leva o mapa para o campo.

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

		Reference									
		Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Aridas	Água		
Classification		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
	Urbano 1	1	64	0	0	0	57	0	0	121	Precisão do Utilizador
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	77,9
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	76,8
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	18713	100,0
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	6536	98,7
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	3510	97,9
	Áreas Aridas	7	0	0	1	0	0	15760	0	15761	100,0
	Água	8	0	0	0	0	0	0	714591	714591	100,0
	Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735	

Precisão do Produtor	98,5	99,1	92,1	99,1	100,0	89,2	97,5	100,0
----------------------	------	------	------	------	-------	------	------	-------

99,8	Precisão Global
------	-----------------

<span style="background-color: green; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span>	Pixeis corretamente classificados
<span style="background-color: red; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span>	Pixeis incorretamente classificados

- Os restantes valores da tabela (fundo vermelho) representam o número de pixéis atribuídos a classes diferentes das validadas nas amostras de referência.

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

			Reference								
			Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Arditas	Água	Total
Classification			1	2	3	4	5	6	7	8	
	Urbano 1	1	64	0	0	0	0	57	0	0	121
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510
	Áreas Arditas	7	0	0	1	0	0	0	15760	0	15761
	Água	8	0	0	0	0	0	0	0	714591	714591
Total			65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735

Precisão do Utilizador
52,9
77,9
76,8
100,0
98,7
97,9
100,0
100,0

Precisão do Produtor	98,5	99,1	92,1	99,1	100,0	89,2	97,5	100,0
----------------------	------	------	------	------	-------	------	------	-------

99,8	Precisão Global
------	-----------------

<span style="background-color: green; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span>	Pixéis corretamente classificados
<span style="background-color: red; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span>	Pixéis incorretamente classificados

- Veja-se, por exemplo, a coluna das Áreas Arditas.
- A amostra de referência para as Áreas Arditas tem um total de 16.163 pixéis.
- Desses 16.163 pixéis, 15.760 foram corretamente incluídos pelo classificador na classe Áreas Arditas.
- Mas 232 pixéis foram classificados como Urbano 3, 128 como Urbano 2 e 43 como Solo e Areias. A precisão do produtor é de cerca de 97,5%.

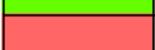
# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

			Reference								
			Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Arditas	Água	Total
Classification			1	2	3	4	5	6	7	8	Total
	Urbano 1	1	64	0	0	0	0	57	0	0	121
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510
	Áreas Arditas	7	0	0	1	0	0	15760	0	15761	100,0
	Água	8	0	0	0	0	0	0	714591	714591	100,0
	Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735	

Precisão do Utilizador
52,9
77,9
76,8
100,0
98,7
97,9
100,0
100,0

Precisão do Produtor | 98,5 | 99,1 | 92,1 | 99,1 | 100,0 | 89,2 | 97,5 | 100,0

99,8 | Precisão Global

	Pixéis corretamente classificados
	Pixéis incorretamente classificados

- Já se se olhar para a totalidade dos pixéis da amostra de referência, verifica-se que 15.761 tinham sido atribuídos, pelo classificador, à classe Áreas Arditas.
- Analisando as amostras de referência, constata-se que apenas 1 dos 15.761 pixéis pertence, na realidade, à classe Urbano 3, tendo os restantes sido bem classificados.
- Assim, a precisão do utilizador, para esta classe em particular, é de, aproximadamente 100%.

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

The screenshot shows the SCP interface with the following details:

- Top Bar:** Includes "Semi-Automatic Classification Plugin" logo, window control buttons (minimize, maximize, close), and a menu bar with "Download images", "Tools", "Preprocessing", "Postprocessing", "Band calc", "Band set", "Batch", "Settings", and "About".
- Toolbar:** Buttons for "Accuracy", "Land cover change", "Classification report", "Cross classification", "Classification to vector", "Reclassification", "Edit raster", "Classification sieve", and "Classification".
- Input:** A section labeled "Input" with a dropdown menu.
- Output:** A section labeled "Output" containing the following data:

  - Classification Results:** A table showing classification counts for various classes (63 to 72).

	63	7.0	8.0	0
64	8.0	0.0	0	
65	8.0	1.0	0	
66	8.0	2.0	3	
67	8.0	3.0	62	
68	8.0	4.0	0	
69	8.0	5.0	0	
70	8.0	6.0	0	
71	8.0	7.0	0	
72	8.0	8.0	714591	
  - Error Matrix:** A table showing the confusion matrix for each class.

> ERROR MATRIX		Reference								
V_Classification	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	Total
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	0	64	0	0	0	0	57	0	0	121
2.0	0	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893
3.0	0	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610
4.0	0	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713
5.0	0	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536
6.0	0	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510
7.0	0	0	0	1	0	0	0	15760	0	15761
8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	714591	714591
Total	0	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735
  - Overall Accuracy:** Overall accuracy [%] = 99.8376400191
  - Producer and User Accuracy:** A list of producer and user accuracy values for each class, along with their Kappa hat values. The first few entries are:

Class 0.0 producer accuracy [%] = nan	user accuracy [%] = nan	Kappa hat = nan
Class 1.0 producer accuracy [%] = 98.4615384615	user accuracy [%] = 52.8925619835	Kappa hat = 0.528885524198
Class 2.0 producer accuracy [%] = 99.0597716588	user accuracy [%] = 77.9186476492	Kappa hat = 0.778755131052
Class 3.0 producer accuracy [%] = 92.056932966	user accuracy [%] = 76.8199233716	Kappa hat = 0.767536299663
Class 4.0 producer accuracy [%] = 99.1207161396	user accuracy [%] = 100.0	Kappa hat = 1.0
Class 5.0 producer accuracy [%] = 100.0	user accuracy [%] = 98.6689106487	Kappa hat = 0.986575751754
Class 6.0 producer accuracy [%] = 89.1597510373	user accuracy [%] = 97.9487179487	Kappa hat = 0.979383087341
Class 7.0 producer accuracy [%] = 97.506650993	user accuracy [%] = 99.9936552249	Kappa hat = 0.999935180467
Class 8.0 producer accuracy [%] = 99.990904715	user accuracy [%] = 100.0	Kappa hat = 1.0

- Outro método de avaliação da precisão da classificação, realizado pelo SCP, é através do cálculo do Coeficiente de Concordância, dado pelo **KAPPA**.

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

---

- O coeficiente KAPPA é uma medida da concordância entre as classificações efetuadas na amostra de referência (*ground truth*), e as classificações dadas pelo algoritmo de classificação.
- As amostras recolhidas para o treino do classificador (áreas de treino), e para a validação (áreas de validação), são independentes.
- Para as áreas de validação, foram utilizados um total de 763.735 pixéis.
- Somando o número de pixéis da diagonal principal da tabela de contingências, e dividindo pelo número total de pixéis, obtém-se uma precisão global da classificação de 99,8%.
- Portanto, em 99,8% das áreas de validação, houve concordância entre as observações e o algoritmo de classificação.
- Este valor pode definir-se como K1 (K1=0,998).

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

---

- Embora se verifique esta concordância entre as classes da amostra de referência, e as classes do algoritmo de classificação, é provável que parte desta concordância resulte do mero acaso.
- O coeficiente KAPPA vai precisamente retirar da percentagem de concordância, a fração que pode ser atribuída ao mero acaso.
- Para calcular a fração de concordância devida ao acaso, temos de calcular o K2, para depois usar na fórmula:

$$\text{KAPPA} = \frac{(K_1 - K_2)}{(1 - K_2)}$$

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

			Reference								
			Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Ardidas	Água	Total
Classification			1	2	3	4	5	6	7	8	Total
	Urbano 1	1	64	0	0	0	0	57	0	0	121
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510
	Áreas Ardidas	7	0	0	1	0	0	15760	0	15761	
	Água	8	0	0	0	0	0	0	714591	714591	
	Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735	

Precisão do Utilizador
52,9
77,9
76,8
100,0
98,7
97,9
100,0
100,0

Precisão do Produtor | 98,5 | 99,1 | 92,1 | 99,1 | 100,0 | 89,2 | 97,5 | 100,0

99,8 | Precisão Global

	Pixéis corretamente classificados
	Pixéis incorretamente classificados

- Selecionando um pixel ao acaso da amostra de referência, a probabilidade de, na amostra de referência, este estar classificado como Área Ardida é dado por:

$$16163 / 763735 = 0,021163$$

- Selecionando um pixel ao acaso da amostra de referência, a probabilidade do algoritmo de classificação o ter classificado como Área Ardida é dado por:

$$15761 / 763735 = 0,0206367$$

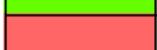
# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

			Reference								
			Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Ardidas	Água	Total
Classification			1	2	3	4	5	6	7	8	Total
	Urbano 1	1	64	0	0	0	0	57	0	0	121
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510
	Áreas Ardidas	7	0	0	1	0	0	0	15760	0	15761
	Água	8	0	0	0	0	0	0	0	714591	714591
	Total		65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735

Precisão do Utilizador
52,9
77,9
76,8
100,0
98,7
97,9
100,0
100,0

Precisão do Produtor | 98,5 | 99,1 | 92,1 | 99,1 | 100,0 | 89,2 | 97,5 | 100,0

99,8 | Precisão Global

	Pixeis corretamente classificados
	Pixeis incorretamente classificados

$$16163 / 763735 = 0,021163$$

$$15761 / 763735 = 0,0206367$$

- Se as observações forem completamente independentes e não houver concordância entre ambos os tipos de classificações, a probabilidade de ambos classificarem, em simultâneo, o pixel como Área Ardida, é dada pelo produto das probabilid. individuais:

$$0,021163 \times 0,0206367 = 0,00043673 \rightarrow K2 \text{ das Áreas Ardidas}$$

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

		Reference									
		Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Aridas	Água		
Classification		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
	Urbano 1	1	64	0	0	0	0	57	0	0	121
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510
	Áreas Aridas	7	0	0	1	0	0	0	15760	0	15761
	Água	8	0	0	0	0	0	0	714591	714591	
	Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735	

Precisão do Utilizador	Probabilid. Classificador	Produto das Probabilidades
52,9	0,0001584319168	1,34838322E-08
77,9	0,0024786084178	4,83236716E-06
76,8	0,0034174157267	9,74569904E-06
100,0	0,0245019542119	0,00060567133
98,7	0,0085579422182	7,22635068E-05
97,9	0,0045958349427	2,32037808E-05
100,0	0,0206367391831	0,00043673737
100,0	0,9356530733828	0,87552630534
SOMA (K2)		0,87667877288

Precisão do Produtor	98,5	99,1	92,1	99,1	100,0	89,2	97,5	100,0
Probabilid. amostra referência	8,5108054E-05	0,00194962913	0,0028517745	0,02471930709	0,00844402836	0,00504887166	0,02116309977	0,93573818144

99,8	Precisão Global
0,998376400191166	K1

<span style="background-color: green; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span>	Pixéis corretamente classificados
<span style="background-color: red; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span>	Pixéis incorretamente classificados

- Repete-se o cálculo para todas as classes e soma-se o produto das probabilidades individuais, o que representa o K2 na fórmula do Coeficiente KAPPA:

$$\text{KAPPA} = (K1 - K2) / (1 - K2)$$

- O K2 é, portanto, a fração de concordância que pode ser atribuída ao mero acaso.
- No exercício, essa percentagem é de 87,67%.

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

		Reference									
		Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Aridas	Água		
Classification		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
	Urbano 1	1	64	0	0	0	0	57	0	0	121
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510
	Áreas Aridas	7	0	0	1	0	0	0	15760	0	15761
	Água	8	0	0	0	0	0	0	714591	714591	
	Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735	

Precisão do Utilizador	Probabilid. Classificador	Produto das Probabilidades
52,9	0,0001584319168	1,34838322E-08
77,9	0,0024786084178	4,83236716E-06
76,8	0,0034174157267	9,74569904E-06
100,0	0,0245019542119	0,00060567133
98,7	0,0085579422182	7,22635068E-05
97,9	0,0045958349427	2,32037808E-05
100,0	0,0206367391831	0,00043673737
100,0	0,9356530733828	0,87552630534
SOMA (K2)		0,87667877288

Precisão do Produtor	98,5	99,1	92,1	99,1	100,0	89,2	97,5	100,0
Probabilid. amostra referência	8,5108054E-05	0,00194962913	0,0028517745	0,02471930709	0,00844402836	0,00504887166	0,02116309977	0,93573818144

99,8	Precisão Global
0,998376400191166	K1

<span style="background-color: green; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span>	Pixéis corretamente classificados
<span style="background-color: red; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span>	Pixéis incorretamente classificados

- **K1 = 0,9983764** (em ~99,8% das áreas de validação, houve concordância entre as observações e o algoritmo de classificação).
- **K2 = 0,87667877** (~87,67% das áreas podem ser concordantes, entre as observações e o algoritmo de classificação, meramente devido ao acaso).

$$\text{KAPPA} = (K1 - K2) / (1 - K2)$$

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

		Reference									
		Urbano 1	Urbano 2	Urbano 3	Vegetação 1	Vegetação 2	Solo e Areias	Áreas Aridas	Água		
Classification		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
	Urbano 1	1	64	0	0	0	0	57	0	0	121
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510
	Áreas Aridas	7	0	0	1	0	0	0	15760	0	15761
	Água	8	0	0	0	0	0	0	714591	714591	
		Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735

Precisão do Utilizador	Probabilid. Classificador	Produto das Probabilidades
52,9	0,0001584319168	1,34838322E-08
77,9	0,0024786084178	4,83236716E-06
76,8	0,0034174157267	9,74569904E-06
100,0	0,0245019542119	0,00060567133
98,7	0,0085579422182	7,22635068E-05
97,9	0,0045958349427	2,32037808E-05
100,0	0,0206367391831	0,00043673737
100,0	0,9356530733828	0,87552630534
SOMA (K2)		0,87667877288

Precisão do Produtor	98,5	99,1	92,1	99,1	100,0	89,2	97,5	100,0
Probabilid. amostra referência	8,5108054E-05	0,00194962913	0,0028517745	0,02471930709	0,00844402836	0,00504887166	0,02116309977	0,93573818144

99,8	Precisão Global
0,998376400191166	K1

<span style="background-color: green; color: white; padding: 2px;"> </span>	Pixel corretamente classificados
<span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;"> </span>	Pixel incorretamente classificados

$$\text{KAPPA} = (K1 - K2) / (1 - K2)$$

0,98683438490864

KAPPA

$$\text{KAPPA} = (0,9983764 - 0,87667877) / (1 - 0,87667877) = 0,9868343849$$

Overall accuracy [%] = 99.8376400191

Class 0.0 producer accuracy [%] = nan	user accuracy [%] = nan	Kappa hat = nan
Class 1.0 producer accuracy [%] = 98.4615384615	user accuracy [%] = 52.8925619835	Kappa hat = 0.528885524198
Class 2.0 producer accuracy [%] = 99.0597716588	user accuracy [%] = 77.9186476492	Kappa hat = 0.778755131052
Class 3.0 producer accuracy [%] = 92.056932966	user accuracy [%] = 76.8199233716	Kappa hat = 0.767536299663
Class 4.0 producer accuracy [%] = 99.1207161396	user accuracy [%] = 100.0	Kappa hat = 1.0
Class 5.0 producer accuracy [%] = 100.0	user accuracy [%] = 98.6689106487	Kappa hat = 0.986575751754
Class 6.0 producer accuracy [%] = 89.1597510373	user accuracy [%] = 97.9487179487	Kappa hat = 0.979383087341
Class 7.0 producer accuracy [%] = 97.506650993	user accuracy [%] = 99.9936552249	Kappa hat = 0.999935180467
Class 8.0 producer accuracy [%] = 00.000004715	user accuracy [%] = 100.0	Kappa hat = 1.0

Kappa hat classification = 0.986834384909

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Overall accuracy [%] = 99.8376400191  
Class 0.0 producer accuracy [%] = nan user accuracy [%] = nan Kappa hat = nan  
Class 1.0 producer accuracy [%] = 98.4615384615 user accuracy [%] = 52.8925619835  
Class 2.0 producer accuracy [%] = 99.0597716588 user accuracy [%] = 77.9186476492  
Class 3.0 producer accuracy [%] = 92.056932966 user accuracy [%] = 76.8199233716  
Class 4.0 producer accuracy [%] = 99.1207161396 user accuracy [%] = 100.0  
Class 5.0 producer accuracy [%] = 100.0 user accuracy [%] = 98.6689106487 Kappa hat = 0.986575751754  
Class 6.0 producer accuracy [%] = 89.1597510373 user accuracy [%] = 97.9487179487  
Class 7.0 producer accuracy [%] = 97.506650993 user accuracy [%] = 99.9936552249  
Class 8.0 producer accuracy [%] = 99.999994715 user accuracy [%] = 100.0

Kappa hat classification = 0.986834384909

Kappa hat = 0.528885524198  
Kappa hat = 0.778755131052  
Kappa hat = 0.767536299663  
Kappa hat = 1.0  
Kappa hat = 0.979383087341  
Kappa hat = 0.999935180467  
Kappa hat = 1.0

O SCP implementa o cálculo do KAPPA com a fórmula:

$$\hat{K} = \frac{n \sum_{i=1}^k n_{ii} - \sum_{i=1}^k n_{i+}n_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^k n_{i+}n_{+i}}$$

$K \text{ hat} = ((\text{totMat} * \text{niiTot}) - \text{nipXnpi}) / ((\text{totMat} * \text{totMat}) - \text{nipXnpi})$

e

calcula o KAPPA para as classes individuais:

$K \text{ hat I} = ((\text{totMat} * \text{nii}) - (\text{nip} * \text{npi})) / ((\text{totMat} * \text{nip}) - (\text{nip} * \text{npi}))$

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Overall accuracy [%] = 99.8376400191

Class 0.0 producer accuracy [%] = nan user accuracy [%] = nan

Kappa hat = nan

Class 1.0 producer accuracy [%] = 98.4615384615

user accuracy [%] = 52.8925619835

Kappa hat = 0.528885524198

Class 2.0 producer accuracy [%] = 99.0597716588

user accuracy [%] = 77.9186476492

Kappa hat = 0.778755131052

Class 3.0 producer accuracy [%] = 92.056932966

user accuracy [%] = 76.8199233716

Kappa hat = 0.767536299663

Class 4.0 producer accuracy [%] = 99.1207161396

user accuracy [%] = 100.0

Kappa hat = 1.0

Class 5.0 producer accuracy [%] = 100.0 user accuracy [%] = 98.6689106487 Kappa hat = 0.986575751754

Class 6.0 producer accuracy [%] = 89.1597510373

user accuracy [%] = 97.9487179487

Kappa hat = 0.979383087341

Class 7.0 producer accuracy [%] = 97.506650993

user accuracy [%] = 99.9936552249

Kappa hat = 0.999935180467

Class 8.0 producer accuracy [%] = 99.990904715

user accuracy [%] = 100.0

Kappa hat = 1.0

Kappa hat classification = 0.986834384909

$$K \text{ hat} = ((\text{totMat} * \text{niitot}) - \text{nipXnpi}) / ((\text{totMat} * \text{totMat}) - \text{nipXnpi})$$

$$K \text{ hat I} = ((\text{totMat} * \text{niitot}) - (\text{nip} * \text{npi})) / ((\text{totMat} * \text{nip}) - (\text{nip} * \text{npi}))$$

		Reference									
Classification		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
	Urbano 1	1	64	0	0	0	57	0	0	121	
	Urbano 2	2	1	1475	167	39	0	80	128	3	1893
	Urbano 3	3	0	2	2005	28	0	281	232	62	2610
	Vegetação 1	4	0	0	0	18713	0	0	0	0	18713
	Vegetação 2	5	0	0	1	86	6449	0	0	0	6536
	Solo e Areias	6	0	12	4	13	0	3438	43	0	3510
	Áreas Aridasas	7	0	0	1	0	0	15760	0	0	15761
	Água	8	0	0	0	0	0	0	714591	714591	
	Total	65	1489	2178	18879	6449	3856	16163	714656	763735	

Precisão do Produtor	98,5	99,1	92,1	99,1	100,0	89,2	97,5	100,0
Probabilid. amostra referência	8,5108054E-05	0,00194962913	0,0028517745	0,02471930709	0,00844402836	0,00504887166	0,02116309977	0,93573818144

<span style="background-color: green;"></span>	Pixeis corretamente classificados
<span style="background-color: red;"></span>	Pixeis incorretamente classificados

$$\text{KAPPA} = (K1 - K2) / (1 - K2)$$

Precisão do Utilizador	Probabilid. Classificador	Produto das Probabilidades	khatl
52,9	0,0001584319168	1,348383221E-08	0,528885524
77,9	0,0024786084178	4,832367162E-06	0,778755131
76,8	0,0034174157267	9,745699035E-06	0,7675363
100,0	0,0245019542119	0,0006056713305	1
98,7	0,0085579422182	7,22635068E-05	0,986575752
97,9	0,0045958349427	2,320378081E-05	0,979383087
100,0	0,0206367391831	0,0004367373702	0,99993518
100,0	0,9356530733828	0,8755263053434	1
	SOMA (K2)	0,8766787728817	

99,8	Precisão Global
0,998376400191166	K1

0,986834384908638	KAPPA
-------------------	-------

0,986834384908638 khat

# AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS

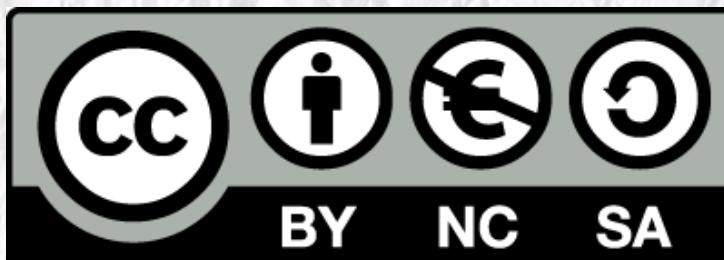
KAPPA	CONCORDÂNCIA	OBSERVAÇÕES
< 0	Sem concordância	
0,00	Aleatória	Concordância real igual à concordância devida ao acaso
0,00 – 0,20	Desprezível	
0,21 – 0,40	Ligeira	
0,41 – 0,60	Moderada	Concordância real superior à concordância devida ao acaso
0,61 – 0,80	Substancial	
0,81 – 0,99	Quase perfeita	
1,00	Perfeita	Concordância perfeita

KAPPA	CONCORDÂNCIA
< 0,40	Fraca
0,40 – 0,80	Moderada
> 0,80	Forte

$$\text{KAPPA} = (0,9983764 - 0,87667877) / (1 - 0,87667877) = \underline{\underline{0,9868343849}}$$

- No exemplo, temos uma concordância forte / quase perfeita.

Trabalho disponibilizado sob a licença:



Creative Commons  
Atribuição - Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos  
CC BY-NC-SA 3.0 Portugal

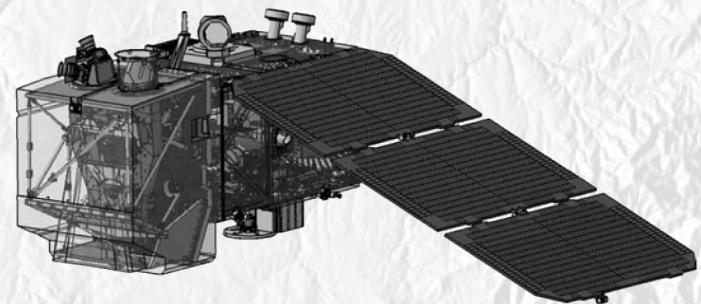
Esta licença permite que outros remisturem, adaptem e utilizem a obra noutras obras, para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito ao autor original e que licenciem as novas criações ao abrigo de termos idênticos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/pt/>

pedrongvenancio [at] gmail [dot] com



# DETEÇÃO REMOTA E PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM COM O QGIS E O SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN



Pedro Venâncio  
Porto, 20 de Novembro de 2017