

# **Relatório das Laboratoriais**

## **1, 2 e 3 de Detecção Remota**

Deteção Remota e Processamento de Imagem

Luís Filipe Medeiros Tomé, 48341

## **Índice**

<b>Aula laboratorial 1</b>	<b>4</b>
Procurar e descarregar imagens de satélites.	4
Landsat 8 Data Products:	4
Converting Landsat 8 Level-1 data to radiance, reflectance and at-satellite brightness temperature:	5
Procura e download imagens ( <a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a> )	7
Estrutura do armazenamento das imagens:	8
-Landsat8:	8
-Sentinel 2:	8
Visualização das imagens no SNAP:	10
-Landsat:	13
-Imagem Sentinel-2:	17
<b>Aula laboratorial 2</b>	<b>17</b>
Processamento:	18
Extração das bandas necessárias ao cálculo dos índices (B4, B8, B11):	18
Reamostragem:	18
Cálculo dos índices para cada imagem:	19
Cálculo das imagens diferenças e guardar o resultado:	20
Cálculo da regra de classificação:	21
Comparação do resultado do cálculo da regra de classificação com a imagem de falsa cor (infravermelho):	22
Integração da imagem com a área ardida no ArcGIS:	22
<b>Aula laboratorial 3</b>	<b>24</b>
Processamento:	24

## Aula laboratorial 1

Características das imagens multiespectrais de satélite. Imagens dos satélites Landsat-8 e Sentinel-2.

Operações básicas com imagens multiespectrais.

### 1. Procurar e descarregar imagens de satélites.

#### Landsat 8 Data Products:

Landsat-8 OLI and TIRS Bands ( $\mu\text{m}$ )

30 m Coastal/Aerosol	0.435 - 0.451	Band 1
30 m Blue	0.452 - 0.512	Band 2
30 m Green	0.533 - 0.590	Band 3
30 m Red	0.636 - 0.673	Band 4
30 m NIR	0.851 - 0.879	Band 5
30 m SWIR-1	1.566 - 1.651	Band 6
<i>100 m TIR-1</i>	<i>10.60 – 11.19</i>	Band 10
<i>100 m TIR-2</i>	<i>11.50 – 12.51</i>	Band 11
30 m SWIR-2	2.107 - 2.294	Band 7
15 m Pan	0.503 - 0.676	Band 8
30 m Cirrus	1.363 - 1.384	Band 9

#### Converting Landsat 8 Level-1 data to radiance, reflectance and at-satellite brightness temperature:

- Landsat 8 Level-1 data to radiance:

Using the radiance rescaling factors in the MTL file:

$$L\lambda = MLQ_{\text{cal}} + AL$$

$L\lambda$  = TOA(top of atmosphere) spectral radiance (Watts/( m<sup>2</sup> \* sradi \*  $\mu\text{m}$ ))

ML = Band-specific multiplicative rescaling factor from the metadata

(RADIANCE\_MULT\_BAND\_x, where x is the band number)

AL=Band-specific additive rescaling factor from the metadata (RADIANCE\_ADD\_BAND\_x, where x is the band number)

Qcal = Quantized and calibrated standard product pixel values (DN)

- Landsat 8 Level-1 data to reflectance:

Rescaling coefficients in the MTL file:

$$\rho\lambda' = MpQ_{\text{cal}} + Ap$$

$\rho\lambda'$  = TOA planetary reflectance, without correction for solar angle. Note that  $\rho\lambda'$  does not contain a correction for the sun angle.

$M\rho$ =Band-specific multiplicative rescaling factor from the metadata  
(REFLECTANCE\_MULT\_BAND\_x, where x is the band number)

$A\rho$  =Band-specific additive rescaling factor from the metadata  
(REFLECTANCE\_ADD\_BAND\_x, where x is the band number)

$Q_{cal}$  = Quantized and calibrated standard product pixel values (DN)

**Then correction for the sun angle:**

$$\rho\lambda = \rho\lambda'/\cos(\theta SZ) = \rho\lambda'/\sin(\theta SE)$$

$\rho\lambda$ = TOA planetary reflectance

$\theta SE$  = Local sun elevation angle. The scene center sun elevation angle in degrees is provided in the metadata (SUN\_ELEVATION).

$\theta SZ$  =Local solar zenith angle;  $\theta SZ = 90^\circ - \theta SE$

- **Landsat 8 Level-1 data to at-satellite brightness temperature:**

**Using the thermal constants in the MTL file:**

$$T = K2 / \ln((K1/L\lambda)+1)$$

$T$  = Top of atmosphere brightness temperature (K)where:

$L\lambda$  = TOA spectral radiance (Watts/( m<sup>2</sup> \* sradi \* μm))

$K1$  = Band-specific thermal conversion constant from the metadata  
(K1\_CONSTANT\_BAND\_x, where x is the thermal band number)

$K2$  = Band-specific thermal conversion constant from the metadata  
(K2\_CONSTANT\_BAND\_x, where x is the thermal band number)

Procura e download imagens (<https://earthexplorer.usgs.gov/>)

-Definir área com 4 pontos (coordinates)



-Definir período (data range)

Date Range	Cloud Cover	Result Options
Search from: 06/14/2017	to: 07/04/2017	
Search months:	June	

**-Definir data Sets > Landsat > Landsat Collection 1 Level-1 > Landsat 8 OLI /TIRS C1 Level 1**  
**> Results:**

- Temos 7 aquisições pelo Landsat-8 e foi escolhido a imagem com o identificador de produto LC08\_L1TP\_203031\_20170624\_20170713\_01\_T1

**-Ver a imagem e tomar nota dos atributos:**

- **Data aquisição:** 2017/06/24.
- **Path:** 203.
- **Row:** 031.
- **Hora de aquisição:** 11h.
- **Altura do Sol:** 65.08432559.
- **Azimute do Sol:** 131.18363268.
- **Número de linhas e colunas:** 15481 linhas e colunas para a banda *Panchromatic* e 7741 linhas e colunas para as bandas *Reflective* e *Thermal*.
- **Resolução espacial:** 30 metros (visible, NIR, SWIR), 100 metros (thermal) e 15 metros (panchromatic).

**-Fazer download da imagem (similar) > Level-1 GeoTIFF Data Product:**

**LC08\_L1TP\_203031\_20170624\_20170713\_01\_T1**

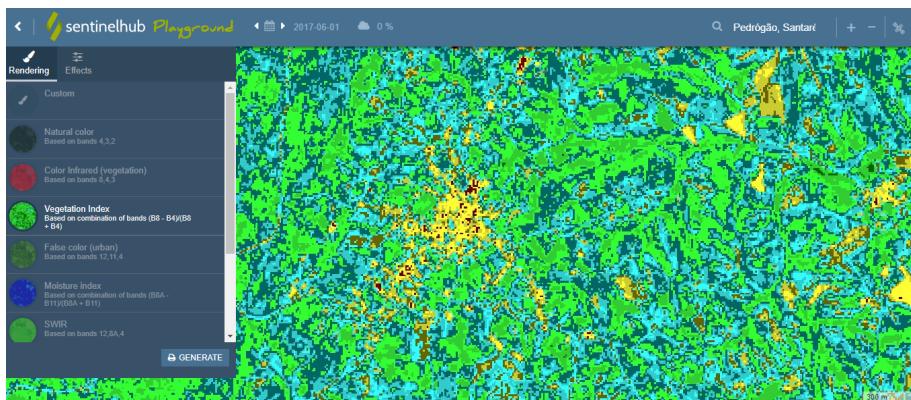
Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1

**Download Options**

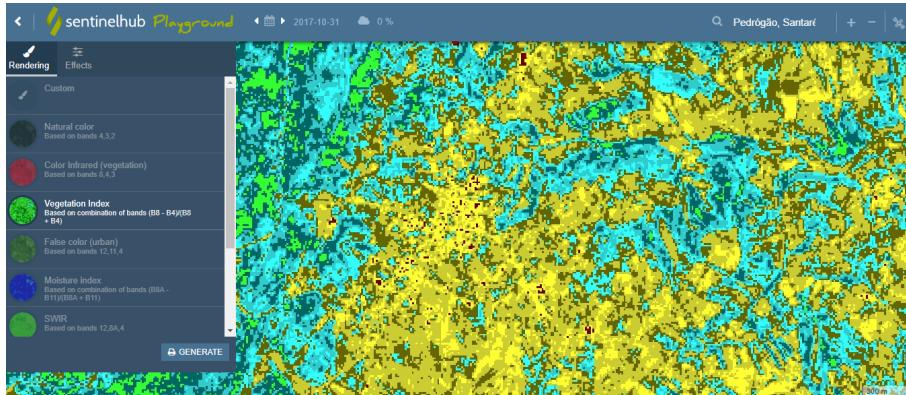
- Download** LandsatLook Natural Color Image (8.25 MiB)
- Download** LandsatLook Thermal Image (3.96 MiB)
- Download** LandsatLook Quality Image (968.57 KiB)
- Download** LandsatLook Images with Geographic Reference (13.16 MiB)
- Download** Level-1 GeoTIFF Data Product (967.44 MiB) 

**Sentinel-1 e Sentinel-2: Explorar NDVI antes e depois dos incêndios (Pedrógão, jun e out 2017)**

- Dia 1 de Junho de 2017:



- Dia 31 de Outubro de 2017:



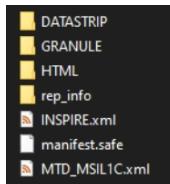
### Estrutura do armazenamento das imagens:

#### -Landsat8:

- **Data aquisição:** 2017-10-05
- **Path:** 204.
- **Row:** 033.
- **Hora de aquisição:** 11h.
- **Altura do Sol:** 43.36493870.
- **Azimute do Sol:** 155.96664944.
- **Número de linhas e colunas:** 15701 linhas e colunas para a banda *Panchromatic* e 7851 linhas e colunas para as bandas *Reflective* e *Thermal*.
- **Resolução espacial:** 30 metros (visible, NIR, SWIR), 100 metros (thermal) e 15 metros (panchromatic).

#### -Sentinel 2:

- **Estrutura de diretórias:** Ao verificarmos a estrutura da diretoria podemos concluir que o ficheiro S2A\*.safe é Sentinel 2 de nível 1, pois a sua estrutura consiste num ficheiro *manifest.xml* que contém a informação geral do produto, uma subpasta para medidas de datasets e também os dados da imagem, uma subpasta para níveis de informação *datastrip*, uma subpasta com informação auxiliar (Ex: sistema de referência atribuído).



- **Ficheiro MTD\_MSL1C.XML:**

**Nome do Satelite:** Sentinel-2A.

**Nível de Processamento:** Level-1C.

**Posição na órbita (número):** 37.

**Sentido na órbita:** Descendente.

**Quantification Value:** 10000.

Solar Irradiance													
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B8A	B9	B10	B11	B12	
191 3.57	194 1.63	182 2.61	151 2.79	142 5.56	128 8.32	116 3.19	103 6.39	955. 19	813. 04	367. 15	245. 59	85.2 5	

- Ficheiro MTD\_TL.XML:

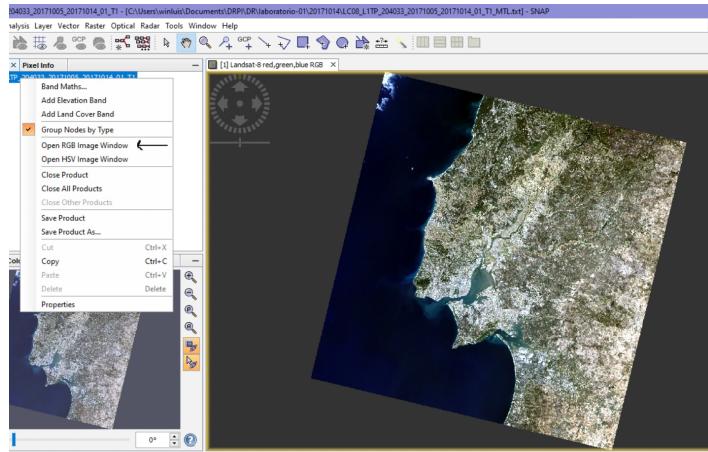
Sistema de Referencia: WGS84 / UTM zone 29N.

Angulos Solares		
Bandas	Zenital	Azimutal
B1	3.48836231924156	134.0834065357
B2	2.87121252100877	141.034869495325
B3	2.97611570195414	138.326171504082
B4	3.09007893626112	136.575632409483
B5	3.16100393786435	135.884441752379
B6	3.23602894351677	135.298840061872
B7	3.31527913816255	134.80979230323
B8	2.92035602188307	139.533634637311
B8A	3.40269146404792	134.310300203806
B9	3.57941574126917	133.76956579413
B10	3.06572063953854	136.726876709165
B11	3.23729262918711	135.292057687795
B12	3.42945081976846	134.257977766962

## Visualização das imagens no SNAP:

### -Landsat:

- Imagem composta em RBG (open RGB image window):



- Metadados:

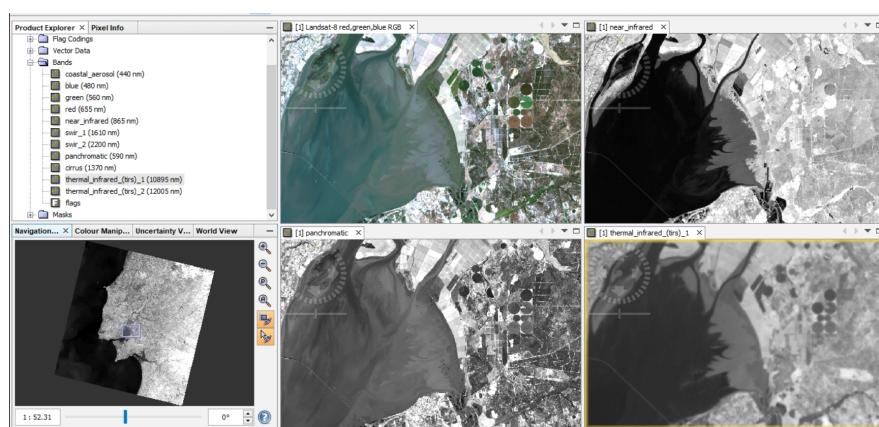
**Data de Aquisição:** 2017-10-05 (PRODUCT\_METADA - DATA\_AQUIRED).

**Linhas e Colunas:** 15701 linhas e colunas para a banda *Panchromatic* e 7851 linhas e colunas para as bandas *Reflective* e *Thermal*. (PRODUCT\_METADA - [PANCHROMATIC\_LINES, REFLECTIVE\_LINES, THERMAL\_LINES]).

**Azimute:** 155.96664944 (IMAGE\_ATTRIBUTES - SUN\_AZIMUTH).

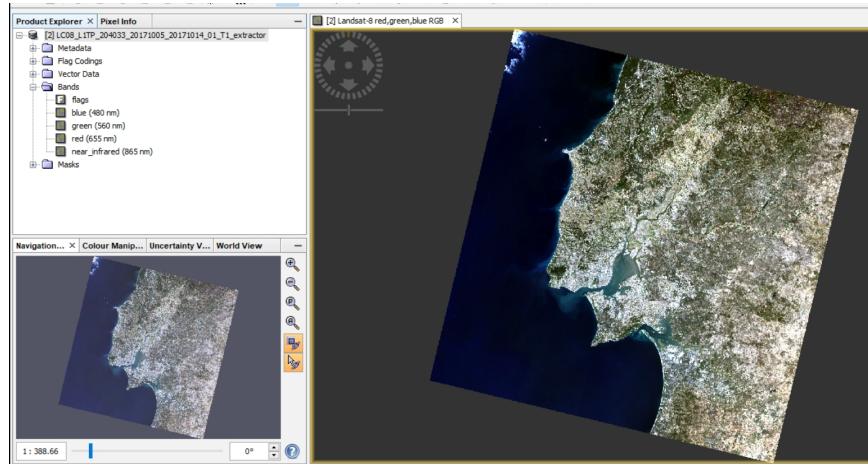
**Altura do Sol:** 43.36493870 (SUN\_ELEVATION).

- Bandas do infravermelho, pancromático e Térmico (TIRS):



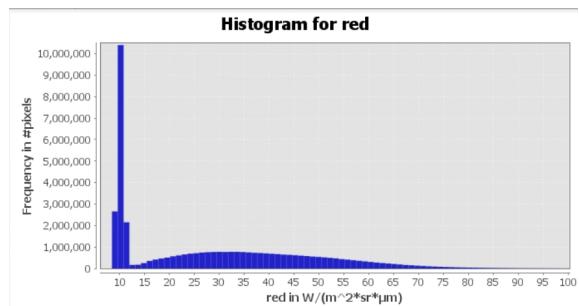
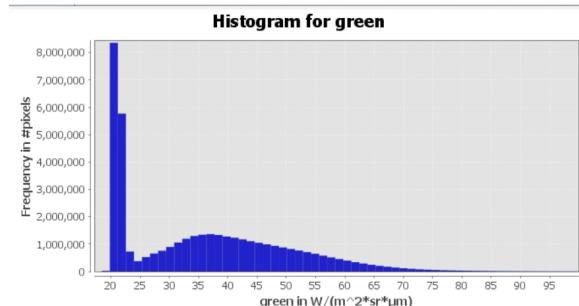
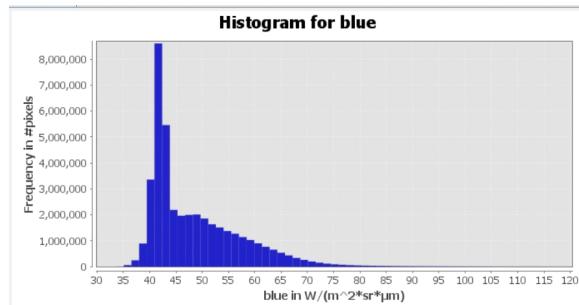
- Imagem Landsat só com as bandas, blue, green, red e near\_infrared:

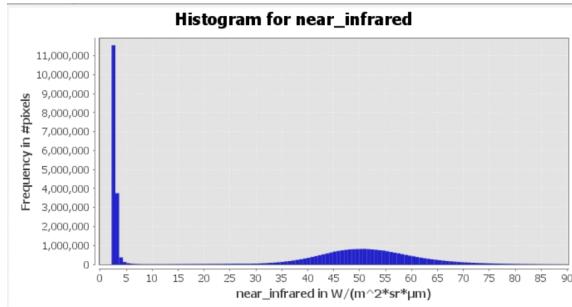
**Método:** Raster > Bands extractor > escolher onde guardar imagem e dar um nome (opcional) > manter o botão ctrl clicado e clicar com o lado esquerdo do rato nas bandas.



- **Histogramas de cada banda:**

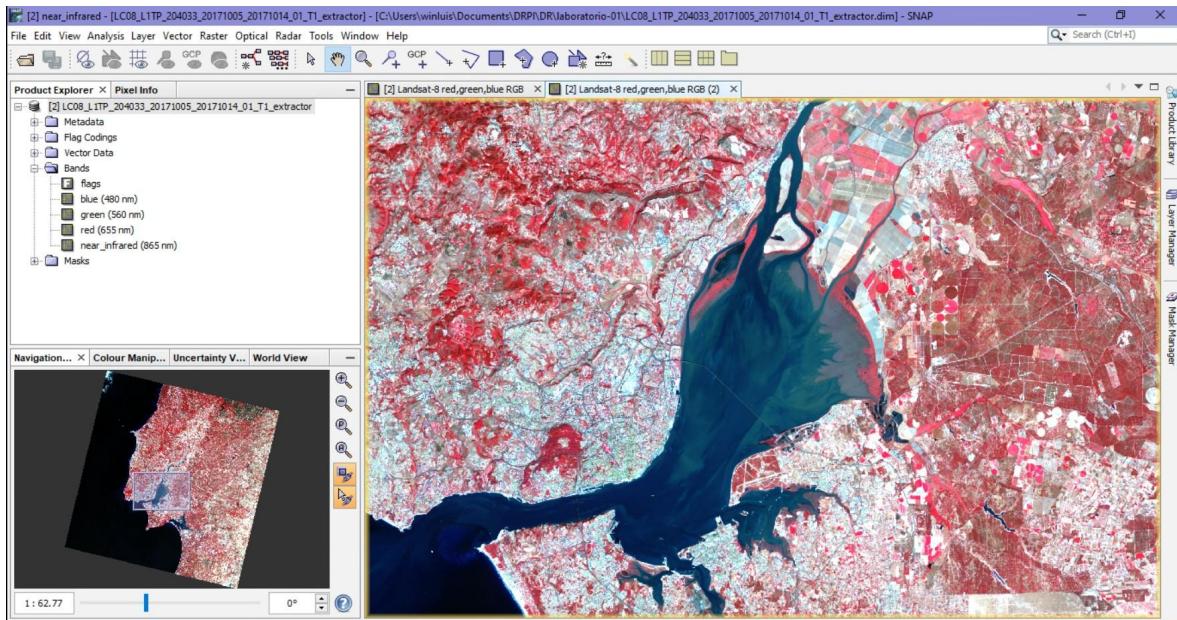
**Método:** Seleccionar uma banda > Analysis > histogram





- **Imagen Falsa Cor:**

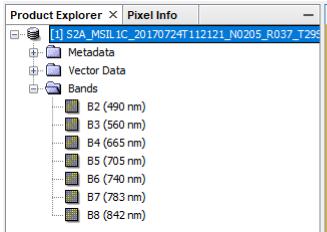
**Metodo:** Open RGB Image (Red = near\_infrared, green = red, blue = green)



**-Imagen Sentinel-2:**

Resolução	Número Banda	Nome da Banda	Comprimento de Onda (nm)
10 m	B2	Blue	490
	B3	Green	560
	B4	Red	665
	B8	InfraVermelho	842
20 m	B5	Red Edge 1	705
	B6	Red Edge 2	740
	B7	Red Edge 3	783
	B11	Swir 1	1610
	B12	Swir 3	2190

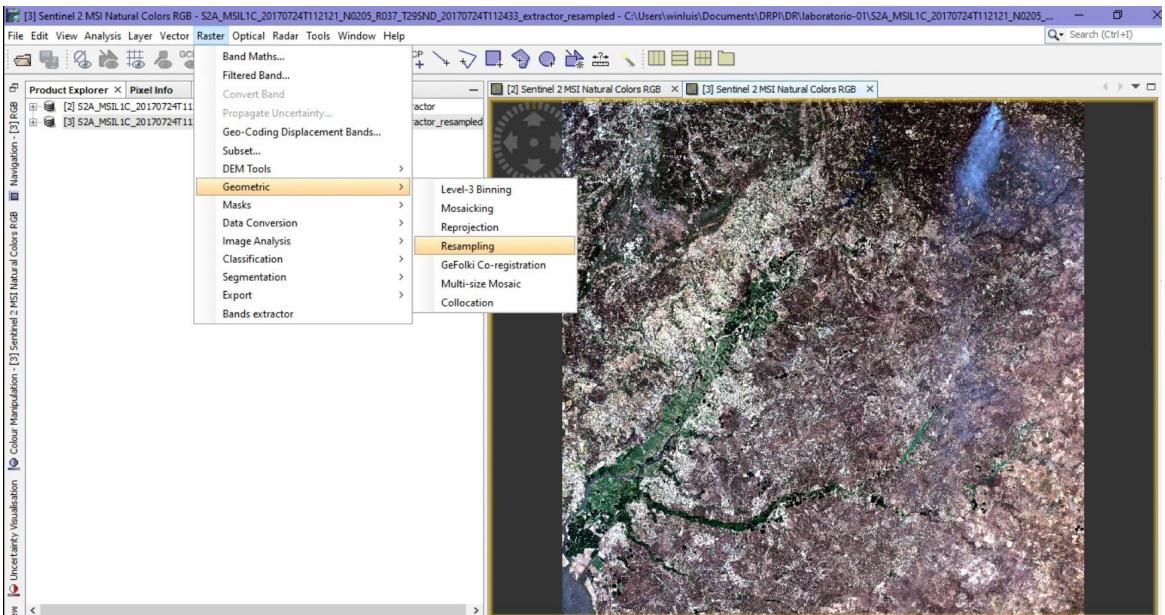
- Nova Imagem com as bandas Azul, Verde, Vermelho, Red\_edge e Infra\_vermelho:



- Reamostragem da imagem:

Bandas 5, 6 e 7 têm resoluções diferentes, por isso será necessário antes usarmos o método resampling (com a banda 2 como referência de resolução) para todas as bandas terem as mesmas resoluções.

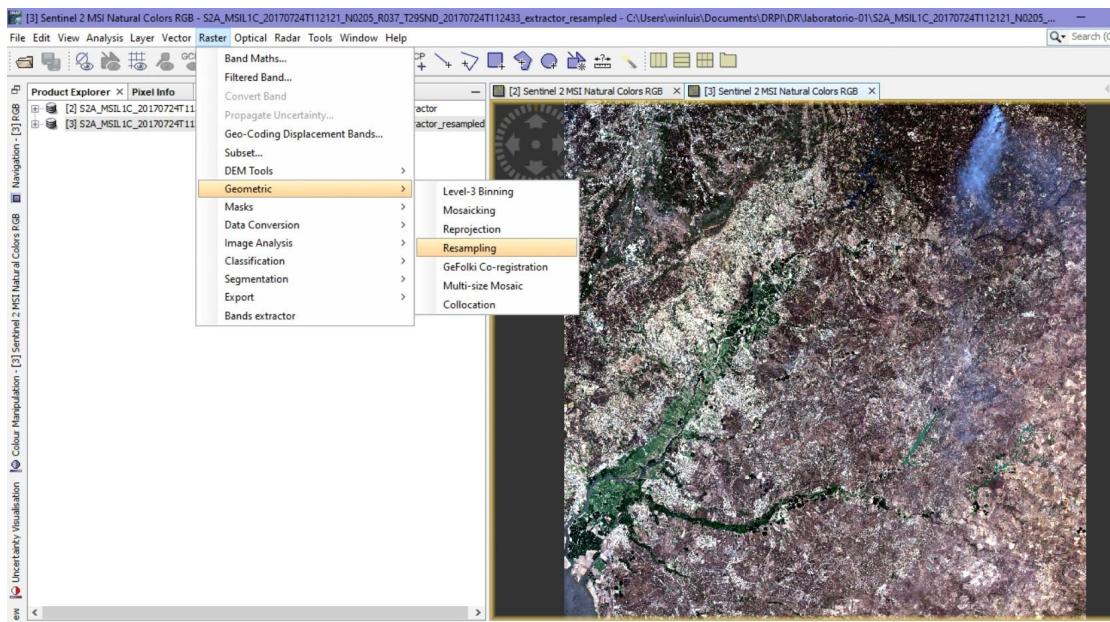
**Método:** Raster > geometric > resampling > banda 2 como referência (10980 pixels).



- Criar SubImagem da Região Companhia das Lezírias:

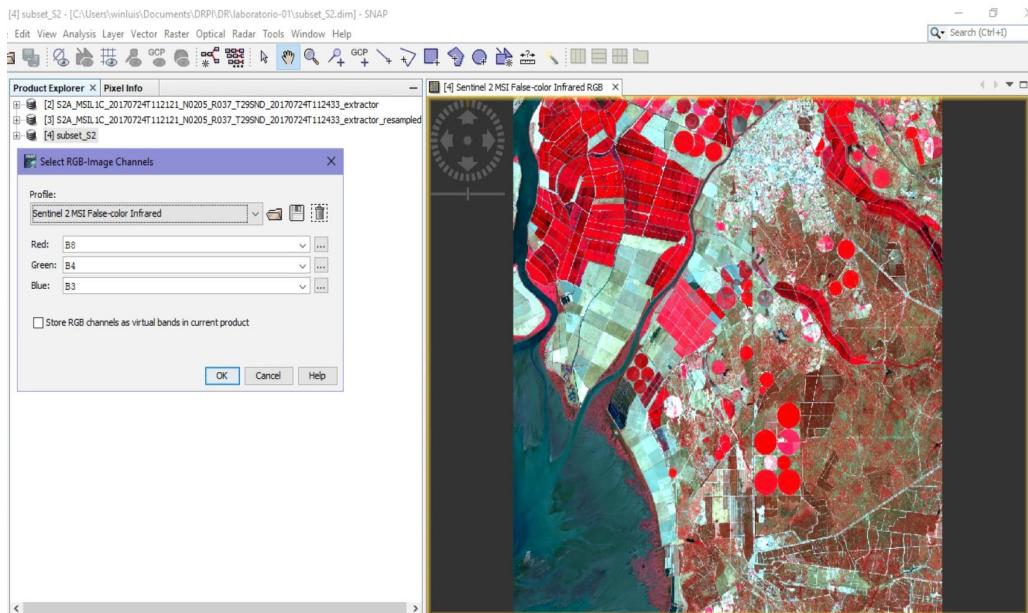
Previamente fazer ampliação na zona, quando se está na janela de subset usa se a imagem no canto inferior esquerdo e seleciona se a região pedida. A imagem abaixo mostra a região pretendida e a janela subset que se usou para a obter.

**Método:** Raster > subset.



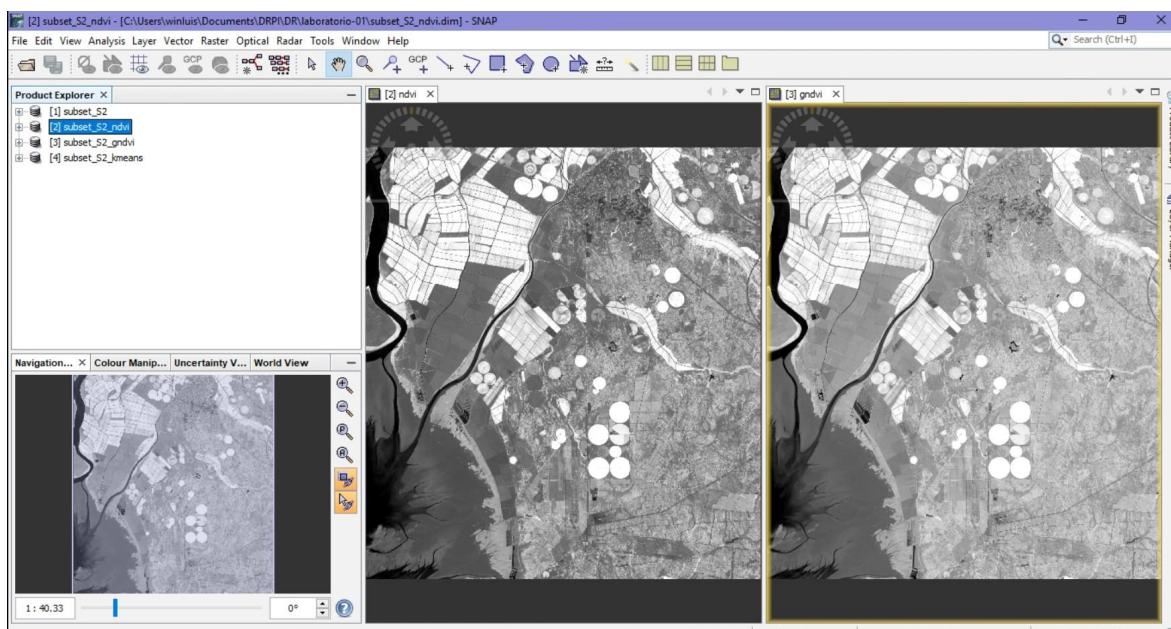
- **Imagen infravermelha:**

**Método: Open RGB Image > Selecionar opção Sentinel 2 MSI False-color Infrared ou mudar cada banda individualmente da mesma maneira que se realizou no Landsat.**



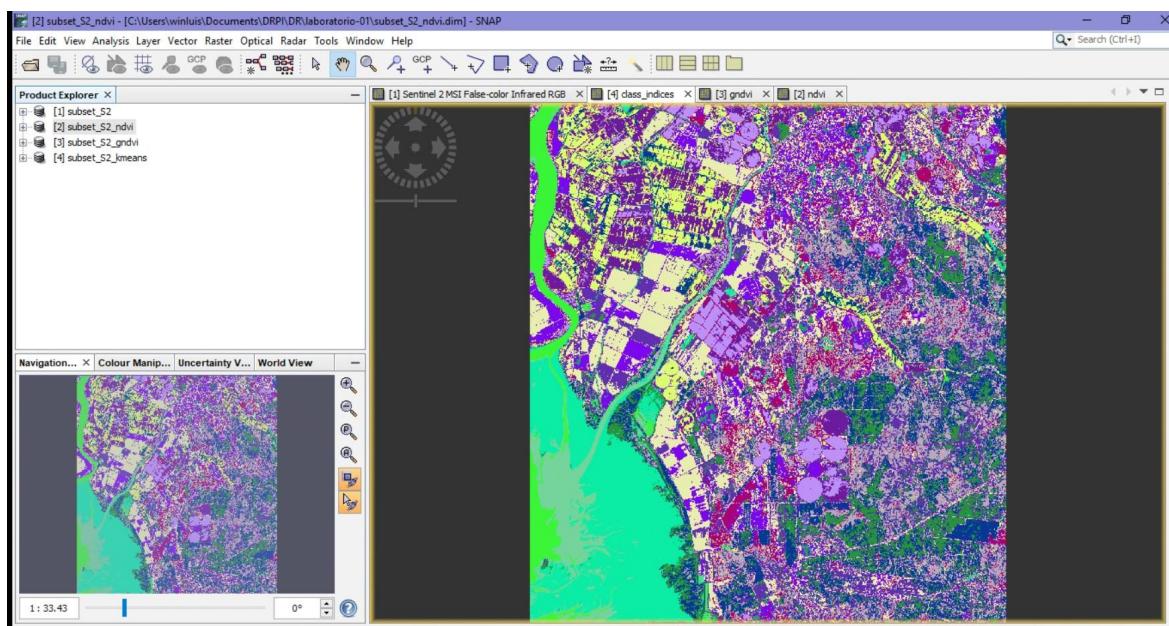
- Calcular índices de Vegetação:

**Metodo: Thematic Land processing > Vegetation radiometric Indices: NDVI, GNDVI**



- Classificação não supervisada:

**Metodo: Raster > Classification > Unsupervised Classification> Kmeans Cluster**



## Aula laboratorial 2

Determinação da área ardida com base numa imagem Multiespectral.

**Estudo de caso:** Incêndio de Pedrógão (17 junho de 2017), Metodologia: Cálculo de índices de área ardida e índices de vegetação.

**Dados (Obtido pelo CIRRUS):** Imagens do satélite Sentinel-2 do dia 14 junho 2017 e 4 de julho de 2017 (Level 1C)

- subset\_0\_of\_S2A\_MSIL1C\_20170614T112111\_N0205\_R037\_T29TNE\_20170614T112422.dim (Antes).
- subset\_0\_of\_S2A\_MSIL1C\_20170704T112111\_N0205\_R037\_T29TNE\_20170704T112431.dim (Depois).

Fórmulas Necessárias		
Indices	Designação	Equação
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	$(\rho_{NIR} - \rho_R) / (\rho_{NIR} + \rho_R)$
BAI	Burned Area Index	$1 / ((\rho_{NIR} - \rho_{CNIR})^2 + (\rho_R - \rho_{CR})^2)$
		$1 / ((\rho_{NIR} - \rho_{CNIR})^2 + (\rho_{SWIR} - \rho_{CSWIR})^2)$
NBRS	Normalized Burn Ratio	$(\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}) / (\rho_{NIR} + \rho_{SWIR})$
BAI: $\rho_{CNIR} = 0.06$ ; $\rho_{CR} = 0.1$ ; BAIMS: $\rho_{CNIR} = 0.05$ ; $\rho_{CSWIR} = 0.2$ ;		

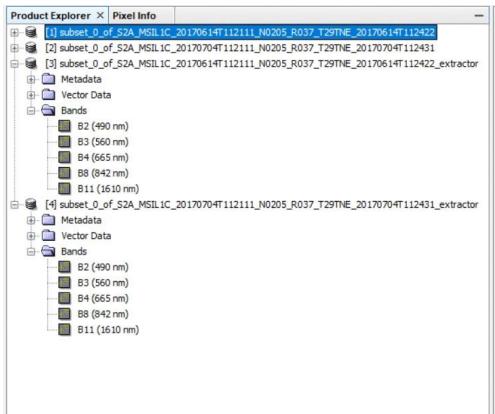
Indices	Bandas
NDVI	B4
BAI	B8
NBRS	B8
BAIMS	B11
<b>B4</b> = Red( $\rho_{NIR}$ ); <b>B8</b> = NIR( $\rho_{NIR}$ ); <b>B11</b> = SWIR( $\rho_{SWIR}$ )	

Considerada Área Ardida se	
Diff_BAIMS	Maior que 46.8143
Diff_NVDI	Menor que -0.17767
Post_NBRS	Menor que -0.17079
Post_BAI	Maior que 188.88
$\text{Diff\_BAIMS} = (\text{BAIMS\_Julho} - \text{BAIMS\_Junho})$ $\text{Diff\_NVDI} = (\text{NVDI\_Julho} - \text{NVDI\_Junho})$ $\text{Post\_NBRS} = \text{NBRS\_Julho}$ $\text{Post\_BAI} = \text{BAI\_Julho}$	

## Processamento:

- **Extração das bandas necessárias ao cálculo dos índices (B4, B8, B11):**

Para tal será necessário criar primeiro para cada imagem uma sub imagem somente com as bandas B2 (Blue), B3 (Green), B4 (Red), B8 (Infrared) e B11 (SWIR)



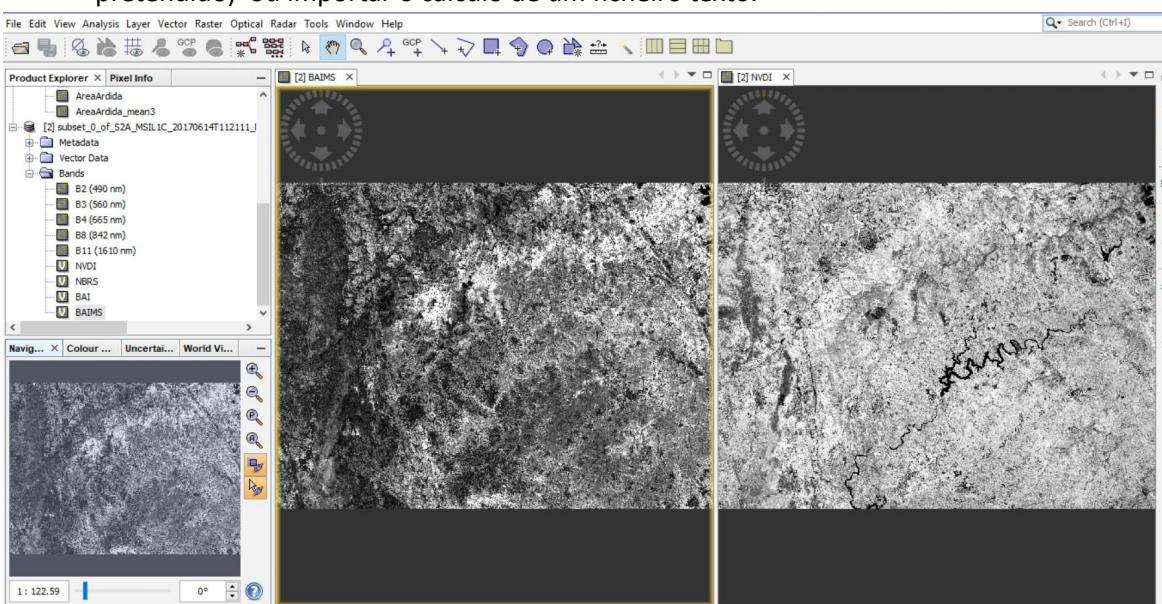
- **Reamostragem:**

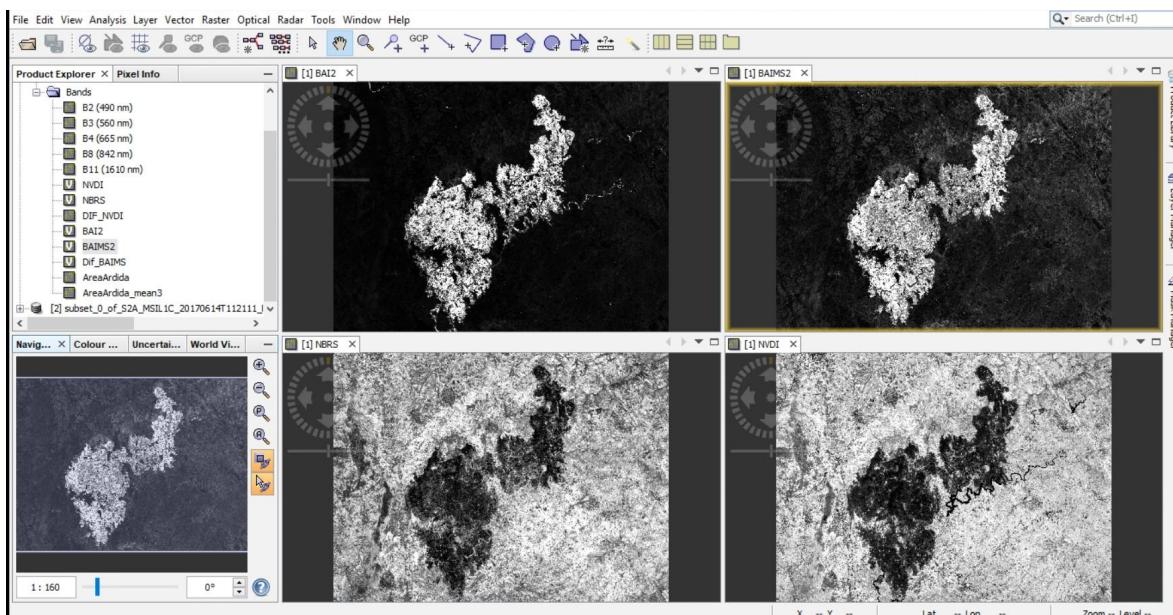
A banda B2 (Raster size = 6240 x 4656) foi extraída porque a banda B11(Raster size = 3120x2328) não está na mesma resolução que as restantes e por isso terá que ser feito uma reamostragem das sub imagens criadas e guardar estas imagens criadas da reamostragem.

- **Cálculo dos índices para cada imagem:**

Para obter a área ardida, temos que primeiro obter os mapas da área de acordo com os cálculos acima indicados. Para o mapa de Junho iremos calcular NDVI e BAIMS para depois calcular a diferença e por fim vamos obter mapas NDVI, BAIMS, BAI e NBRS do mapa de Julho. A primeira imagem mostra os cálculos com base nas bandas do mapa de Junho e a segunda demonstra os resultados dos cálculos a partir do mapa de Julho.

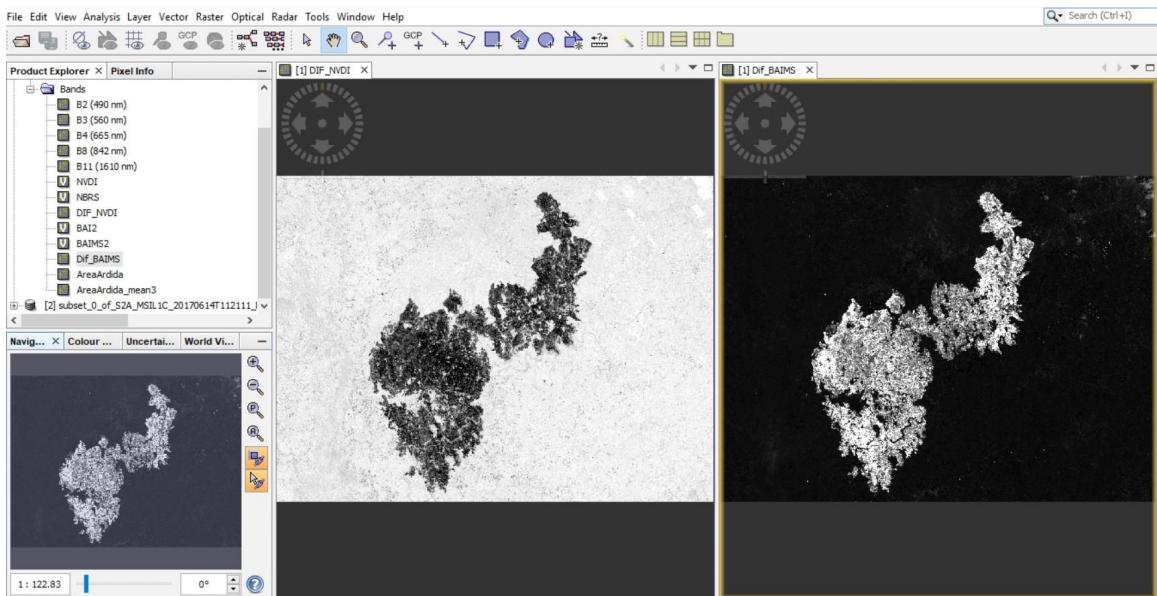
Método: Lado direito do rato sobre o mapa > band maths... > Edit Expression (escrever o cálculo pretendido) ou importar o cálculo de um ficheiro texto.





- **Cálculo das imagens diferenças e guardar o resultado:**

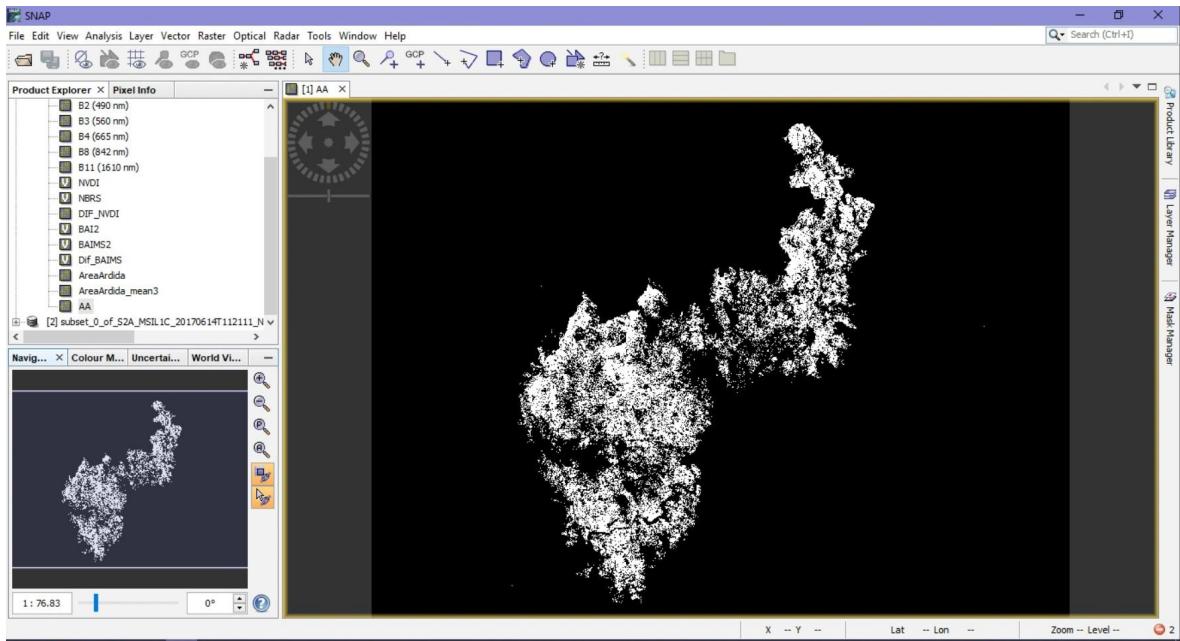
**Método:** Lado direito do rato sobre o mapa da data de Julho > band maths... > Edit Expression (escrever o cálculo pretendido) ou importar o cálculo de um ficheiro texto. Depois de obter o resultado clicar no lado direito do rato sobre o mapa que se calculou e clicar em Convert Band.



- **Cálculo da regra de classificação:**

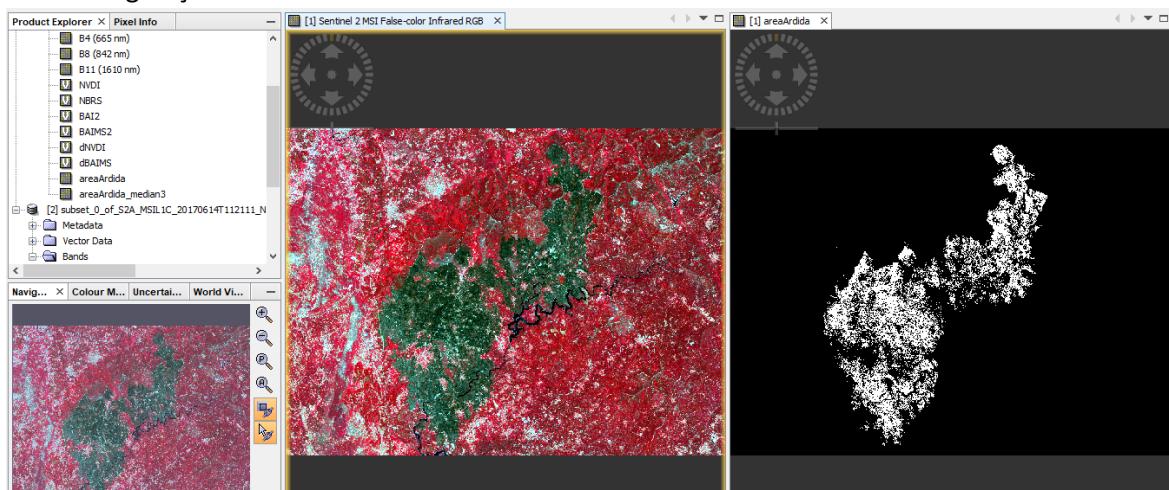
Com este cálculo, iremos obter a ardida a partir de uma operação e a primeira imagem irá apresentar o resultado.

**Método:** Lado direito do rato sobre o mapa da data de Julho > band maths... > Edit Expression (escrever o cálculo pretendido) ou importar o cálculo de um ficheiro texto.



- **Comparação do resultado do cálculo da regra de classificação com a imagem de falsa cor (infravermelho):**

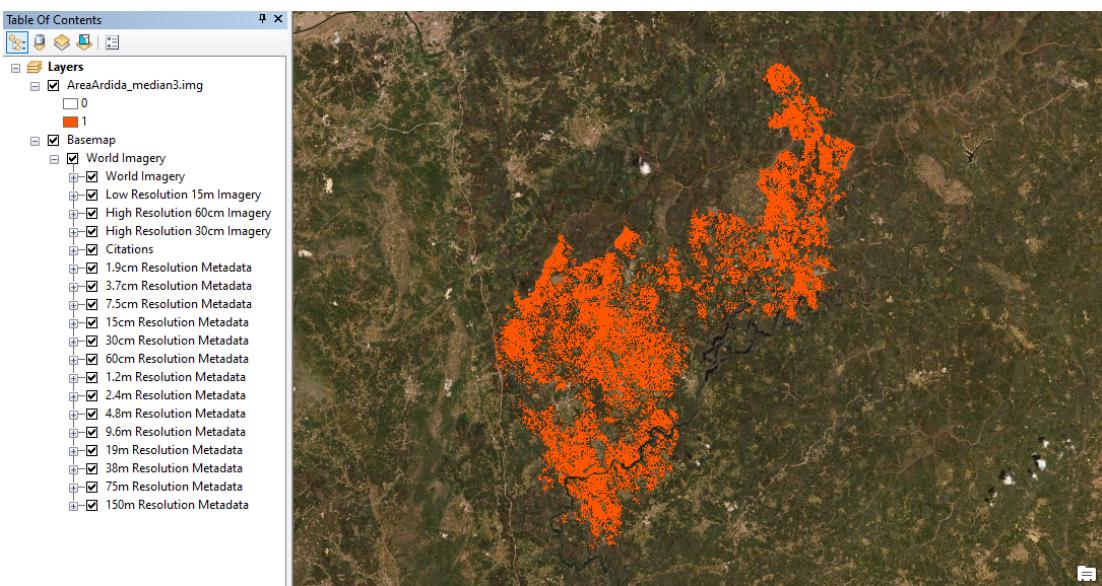
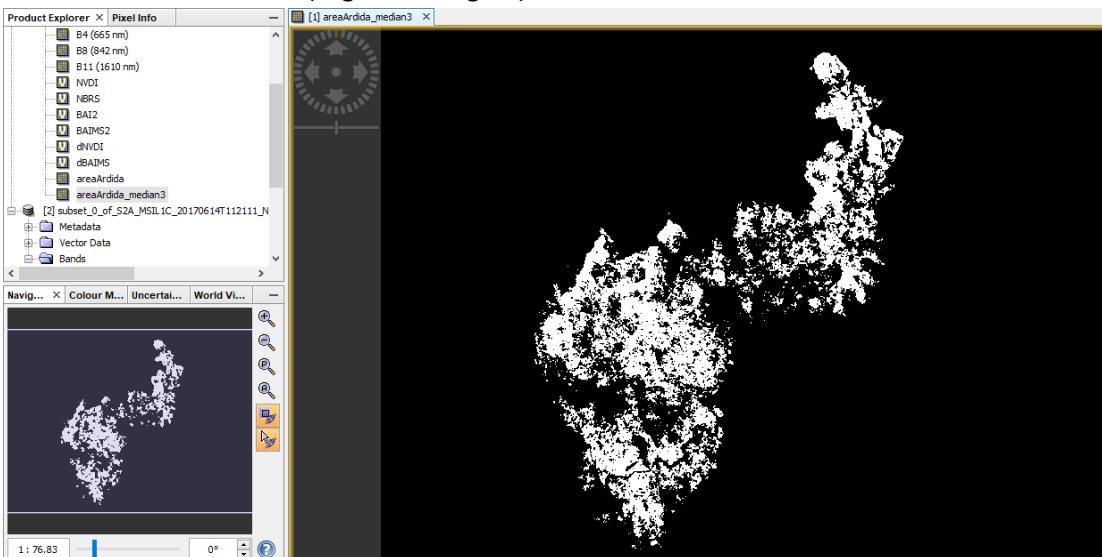
O uso da imagem de falsa cor do Sentinel 2 tem o propósito de determinar a densidade de vegetação da imagem, zonas vermelhas significam que são áreas de vegetação. Na imagem abaixo podemos ver que a área do resultado do cálculo da área ardida, coincide com a área e posição na imagem de falsa cor, pois devido ao incêndio de 2017 resultou na destruição de densidade vegetação na área ardida.



- **Integração da imagem com a área ardida no ArcGIS:**

Para visualizar a banda no ArcGIS vamos primeiro ter que filtrá-la para mediana 3 por 3 (primeira imagem mostra a imagem resultante da filtragem) e por fim guardamos o produto para a banda estar guardada na imagem. Depois abre-se o Arcmap do ArcGIS e inserimos a banda areaArdida\_median3, podemos ver na janela de propriedades na seção source que a banda vem com um sistema de referência WGS 1984 UTM\_zone 29N, por isso a banda já vai estar localizada na

zona ardida (Pedrógão Grande). A ideia agora é visualizar a zona ardida com a *basemap* de Portugal, mais específico em pedrógão grande, para tal vamos à secção de simbologia da janela das propriedades da banda, trocamos os valores para *unique values*, trocar o que está a preto para sem cor para que possamos ver o *basemap* à volta da área ardida e trocamos a cor da área ardida pela que cor mais representativa de que houve uma incêndio, o vermelho. Por fim adiciona-se a *basemap* (add imagery > Imagery > Add) e assim temos a área ardida, coincidente com o local onde houve o incêndio (segunda imagem).



## Aula laboratorial 3

Desenvolvimento de um programa em python para automatização dos procedimentos do laboratório 2 (através de processamento de imagem).

**Dados (Obtido pelo CIRRUS):** Imagens do satélite Sentinel-2 do dia 14 junho 2017 e 4 de julho de 2017 (Level 1C), em formato *tif*.

- subset\_0\_of\_S2A\_MSIL1C\_20170614T112111\_N0205\_R037\_T29TNE\_20170614T112422\_extractor\_resampled.tif
- subset\_0\_of\_S2A\_MSIL1C\_20170704T112111\_N0205\_R037\_T29TNE\_20170704T112431\_extractor\_resampled.tif

### Processamento:

- De forma a automatizar os procedimentos do laboratório 2, vamos aplicar métodos ensinados em processamento de imagem para que possamos obter os cálculos das diferenças NVDI e BAIMS das imagens, como também os resultados do BAI e NBRS depois do incêndio. Para procedermos com os cálculos teremos que primeiro identificar as posições das bandas que vamos necessitar (vermelha, infravermelha e SWIRS), abre se as imagens na aplicação SNAP e vemos que as posições a 2 (B4=vermelho), 3 (B8=infravermelho) e 4 (B11=SWIRS).

Com este conhecimento, passamos para a programação. Foi considerada a eficiência e o uso de recursos para a execução do código, pois estas imagens são de tamanhos grandes e se guardamos cada cálculo numa variável, começa a consumir demasiada memória do que necessário (tomado conta para poder correr nas máquinas disponibilizadas pela faculdade). Quanto à execução, o programa irá demonstrar em que passo está (Carregar imagens > Procede com os cálculos > operação lógica > guardar imagem > mostrar imagem). Por fim, o resultado obtido é igual ao resultado da laboratorial 2.

