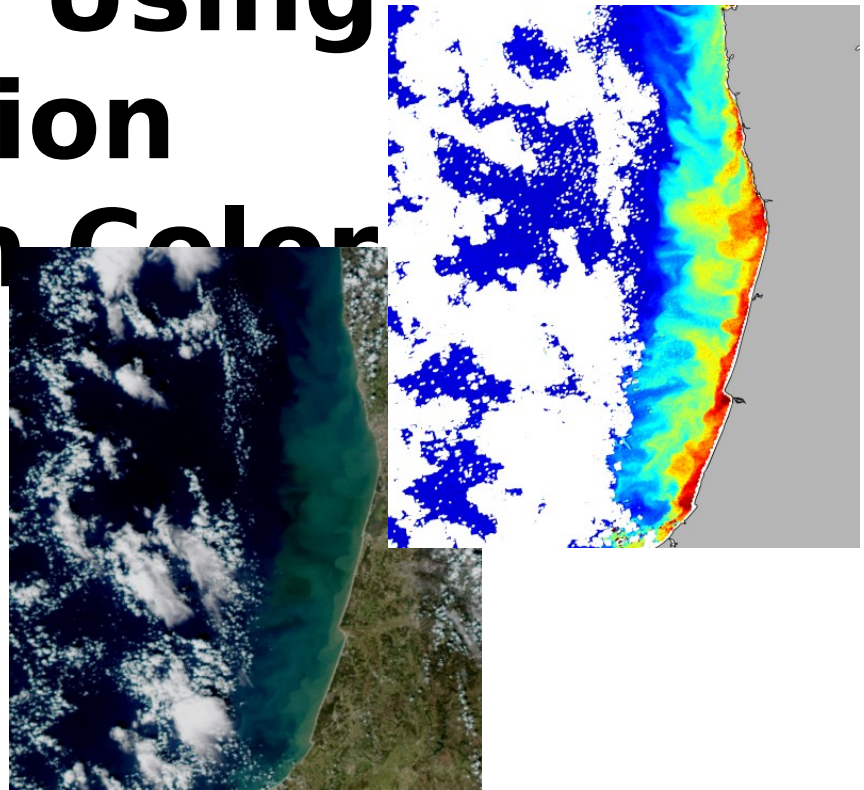


# Observation of the Douro Estuary Turbid Plume Using High-Resolution MODIS Ocean Color Images



# Universidade de Aveiro



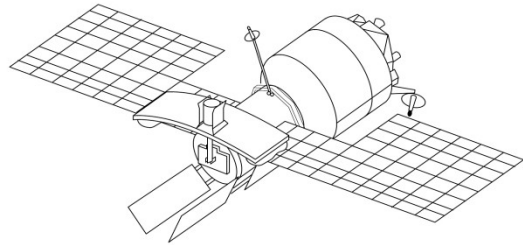
Russian State Hydrometeorological University -  
RSHU

Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI  
(Brasil)

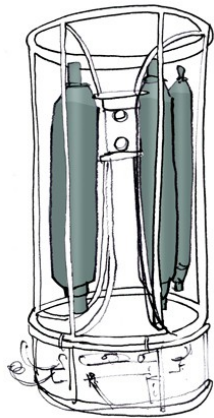
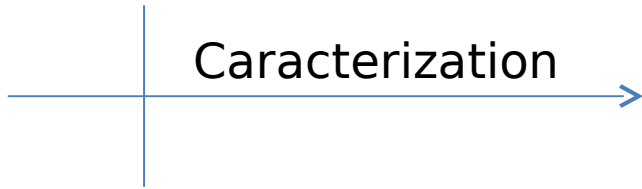
**MAP - FIS Doctoral  
Program**



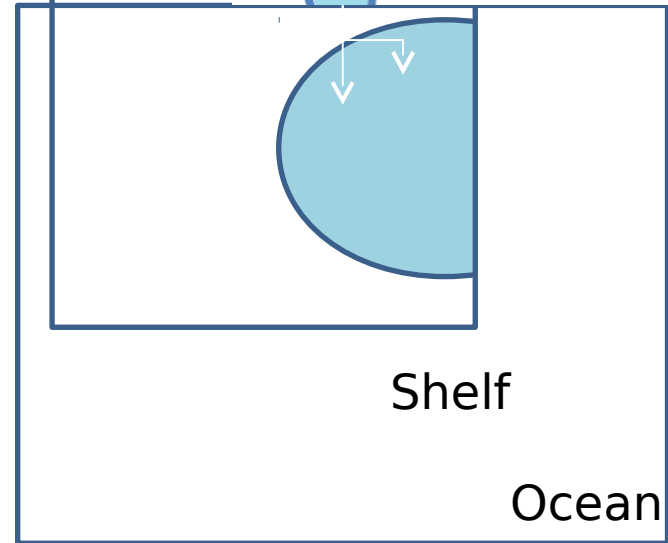
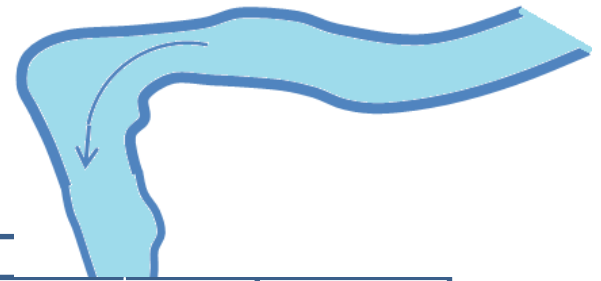
# Um estudo integrado para estudar a dinâmica da pluma estuarina do Douro e da Ria de Aveiro



Caracterization



Estuar  
y

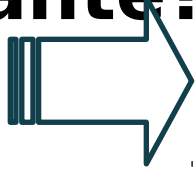


Shelf

Ocean

# De que forma o estudo da pluma do Rio Douro é importante?

**Plumas estuarinas**



estratificação, circulação costeira, fornecimento de nutrientes e sedimentos, transporte de sedimentos, dispersão de poluentes, comunidade de phytoplankton, nascimento e crescimento de peixes, biogeoquímica costeira, etc...

Áreas **Populosas**

Enorme **bacia hidrográfica**

Importante **fornecedor de sedimentos** (problemas de erosão)

Grandes áreas **piscatórias**

**Estuário do Douro**

**A mais importante entrada de água doce** na costa Norte da Península Ibérica

Essencial para a **economia local**

**Episódios de chuvas torrenciais** poderão ser mais frequentes no Sul da Europa (IPCC, 2007)

# Porque razão utilizar os produtos de cor do oceano para estudar as plumas túrbidas?

As plumas estuarinas têm uma grande variabilidade



Difícil de seguir apenas através de dados *in situ*

Necessários para calibrar e validar modelos numéricos

**A salinidade é o traçador natural das plumas estuarinas**

*mas.*  
..

A salidade ainda não pode ser detectada remotamente a **escalas espaciais uteis.**

*Então..* Imagens de cor do oceano têm sido utilizadas para detectar plumas estuarinas em todo o mundo devido à **significante correlação com a salidade**

*Exemplos*  
:  
Nezlin and Digiaco, 2005 - Southern California Bight, EUA  
Jo *et al.*, 2005 - Amazon River, Brazil  
Dzwonkowski and Yan, 2005 - Chesapeake Bay, EUA  
Valente and da Silva, 2007 - Tagus estuary, Portugal  
Saldias *et al.*, 2012 - Chile

# Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)



Instrumento a bordo do satélite Terra (1999) e **Aqua (2002)**

# REFLECTIVA

Band	Wavelength (nm)	Resolution (m)	Primary Use
1	620–670	250	Land/Cloud/Aerosols Boundaries
2	841–876	250	
3	459–479	500	Land/Cloud/Aerosols Properties
4	545–565	500	
5	1230–1250	500	
6	1628–1652	500	
7	2105–2155	500	
8	405–420	1000	Ocean Color/Phytoplankton/Biogeochemistry
9	438–448	1000	
10	483–493	1000	
11	526–536	1000	
12	546–556	1000	
13	662–672	1000	
14	673–683	1000	
15	743–753	1000	
16	862–877	1000	
17	890–920	1000	Atmospheric Water Vapor
18	931–941	1000	
19	915–965	1000	

# EMISSIVAS

Band	Wavelength (μm)	Resolution (m)	Primary Use
20	3.660–3.840	1000	Surface/Cloud Temperature
21	3.929–3.989	1000	
22	3.929–3.989	1000	
23	4.020–4.080	1000	
24	4.433–4.498	1000	Atmospheric Temperature
25	4.482–4.549	1000	Cirrus Clouds Water Vapor
26	1.360–1.390	1000	
27	6.535–6.895	1000	
28	7.175–7.475	1000	Cloud Properties
29	8.400–8.700	1000	
30	9.580–9.880	1000	Ozone
31	10.780–11.280	1000	Surface/Cloud Temperature
32	11.770–12.270	1000	
33	13.185–13.485	1000	Cloud Top Altitude
34	13.485–13.785	1000	
35	13.785–14.085	1000	
36	14.085–14.385	1000	



aot\_869, aerosol optical thickness at 869-nm  
 angstrom, aerosol Angstrom exponent at 443-nm  
 relative to 869-nm

L1

## Remote sensing reflectances

chlor\_a, chlorophyll-a (OC3v5 algorithm)

L2

Kd\_490, diffuse attenuation at 490-nm

pic, particulate inorganic carbon

poc, particulate organic carbon

cdom\_index, colored dissolved organic matter index

L3

par, daily mean photosynthetically available radiation

ipar, instantaneous photosynthetically available

radiation

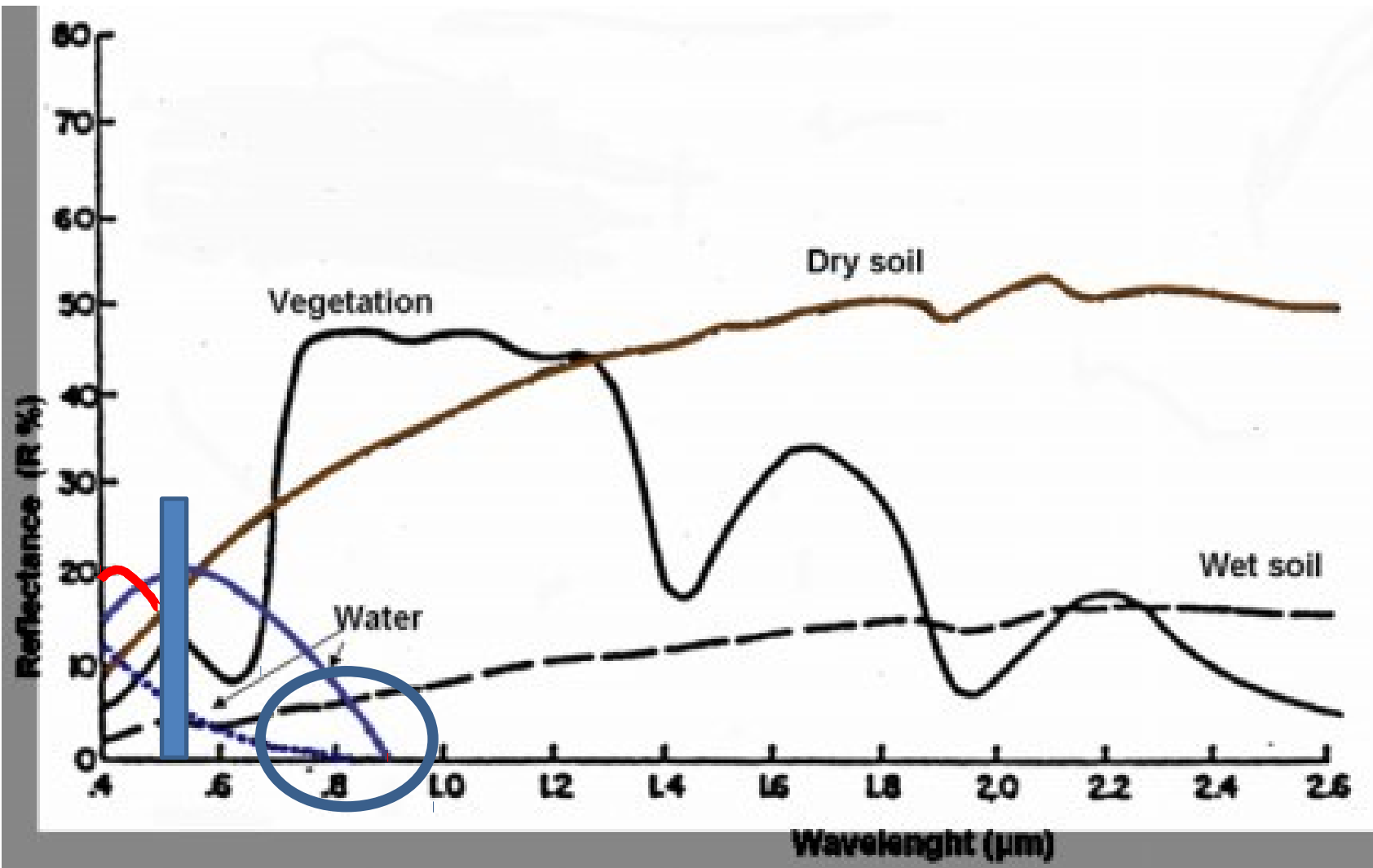
nflh, fluorescence line height

**1km**



Band	Wavelength (nm)	Resolution (m)
1	620–670	250
2	841–876	250
3	459–479	500
4	545–565	500
5	1230–1250	500
6	1628–1652	500
7	2105–2155	500
8	405–420	1000
9	438–448	1000
10	490–500	1000

Bandas  
com  
**MAIOR**  
**RESOLUÇ**  
**ÃO**  
correlação  
com valores  
de  
**TURBIDEZ e**



Problemas com a correcção atmosférica!!!

Wang et al.,  
2009

Algoritmo **"NIR-SWIR"**

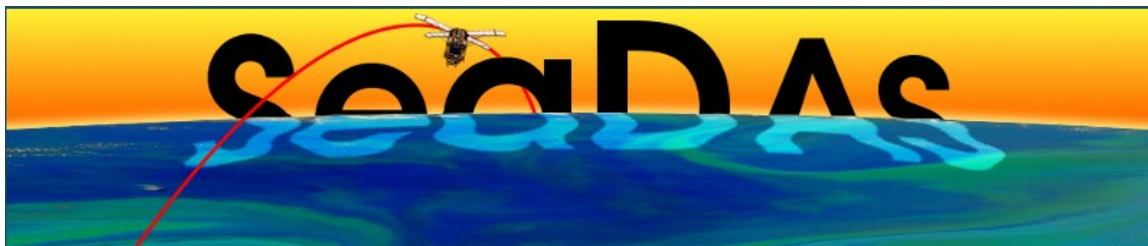
Band	<u>Wavelength</u> (nm)	Resolution (m)	Primary Use
1	620–670	250	Land/Cloud/Aerosols Boundaries
2	841–876	250	
3	459–479	500	Land/Cloud/Aerosols Properties
4	545–565	500	
5	1230–1250	500	
6	1628–1652	500	
7	2105–2155	500	
8	405–420	1000	Ocean Color/ Phytoplankton/ Biogeochemistry
9	438–448	1000	
10	483–493	1000	
11	526–536	1000	
12	546–556	1000	
13	662–672	1000	
14	673–683	1000	
15	743–753	1000	Atmospheric Water Vapor
16	862–877	1000	
17	890–920	1000	
18	931–941	1000	
19	915–965	1000	

Short-Infrared  
Bands

Podem ser utilizadas  
para a correcção  
atmosférica

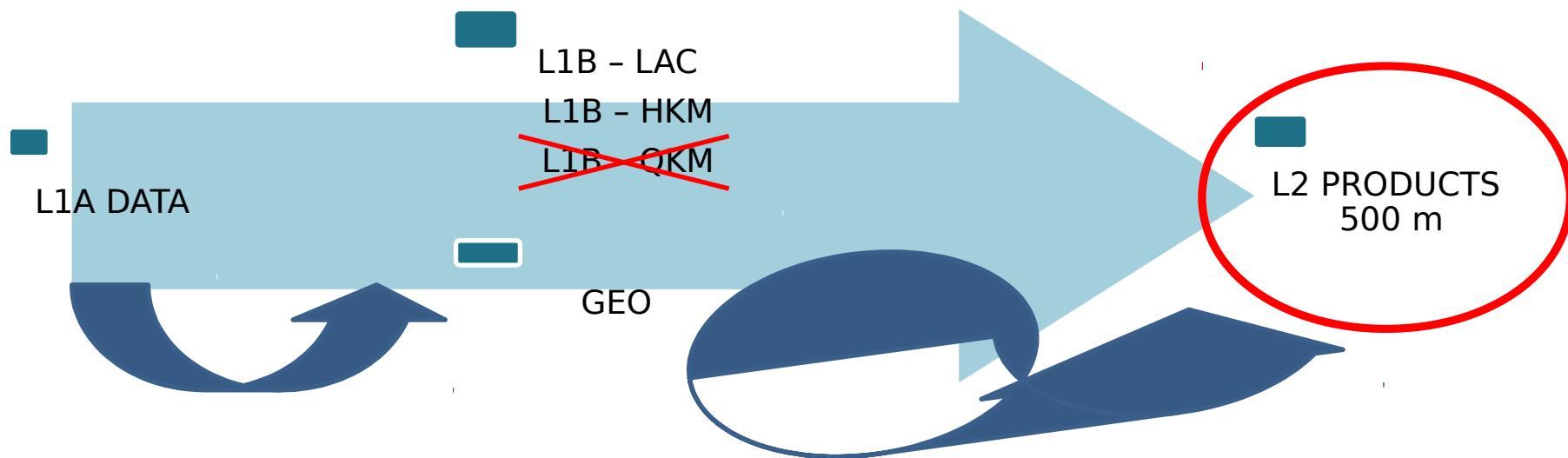
Near-Infrared  
Bands

Utilizado por  
default



SeaWiFS Data Analysis  
System (SeaDAS)

<http://seadas.gsfc.nasa.gov/>



Aplicação do algoritmo **NIR-SWIR**

Escolha da resolução  
Escolho das máscaras  
etc

L2  
PRODUCTS  
500 m

Band 1 - nLw 645

Band 2 - nLw 859 nm

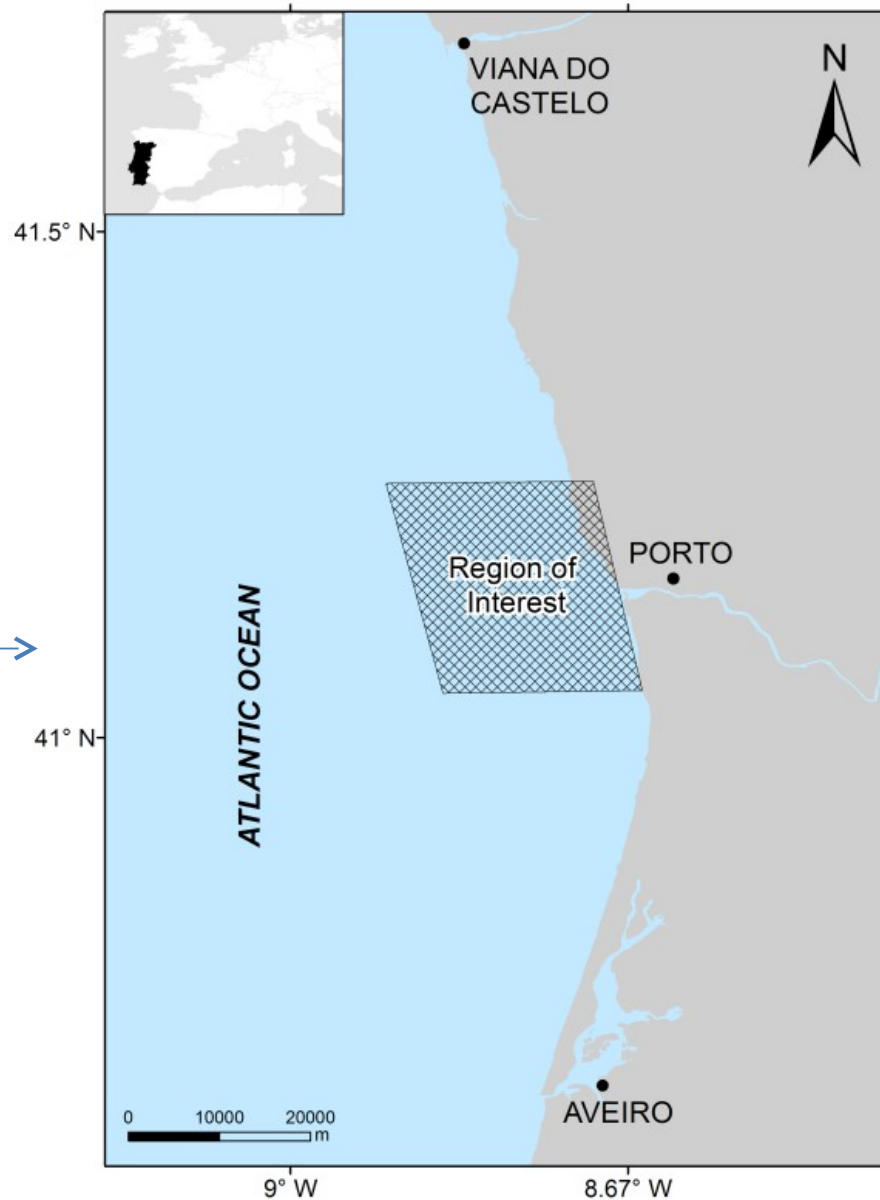
Band 3 - nLw 469 nm

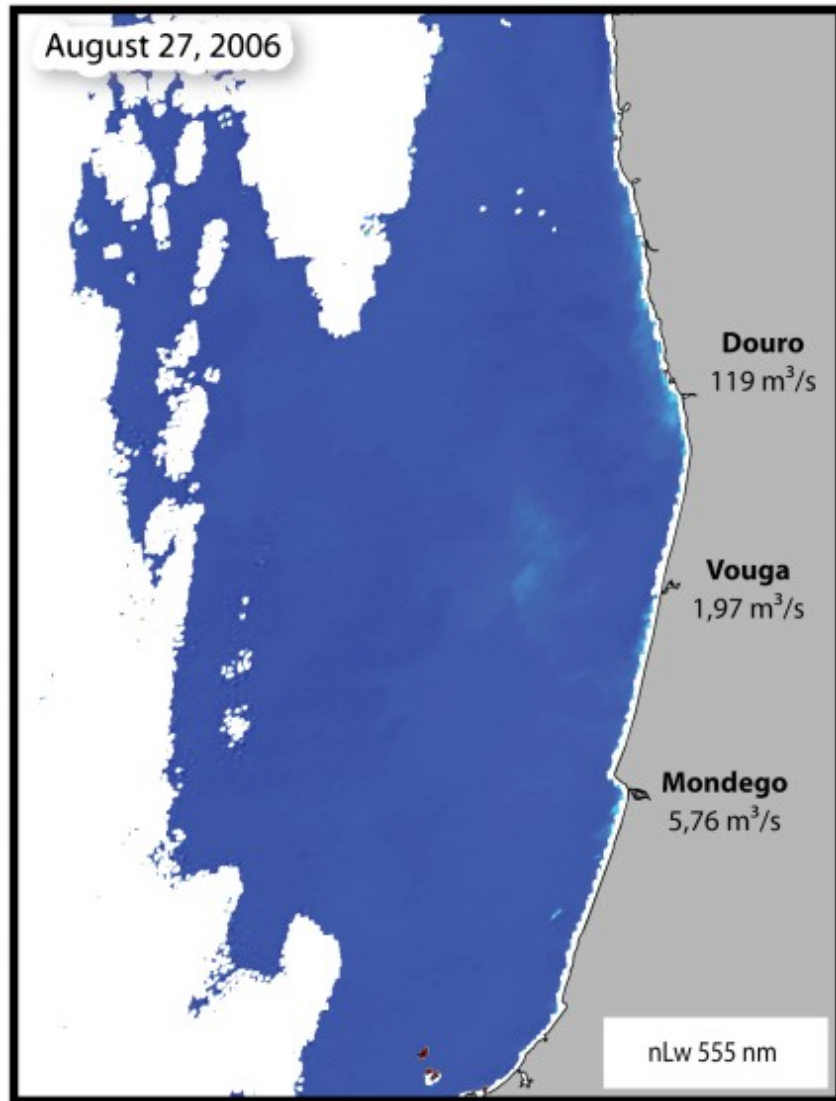
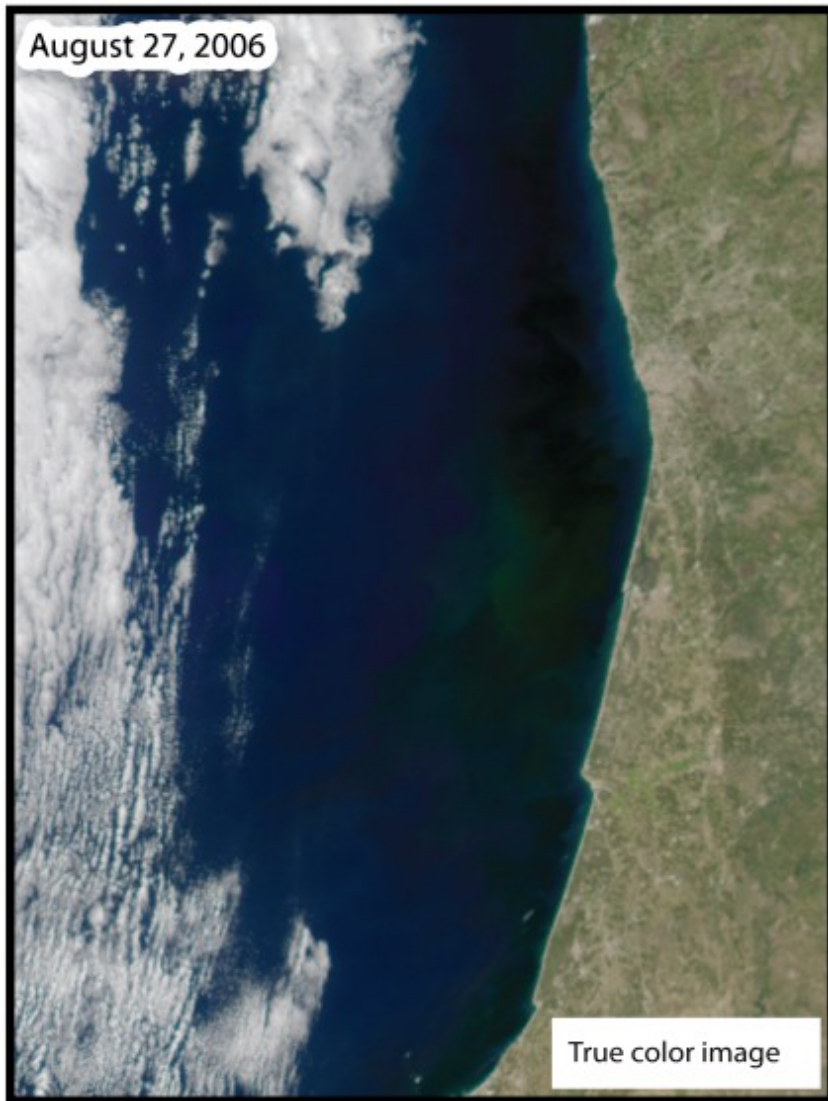
Band 4 - nLw 555

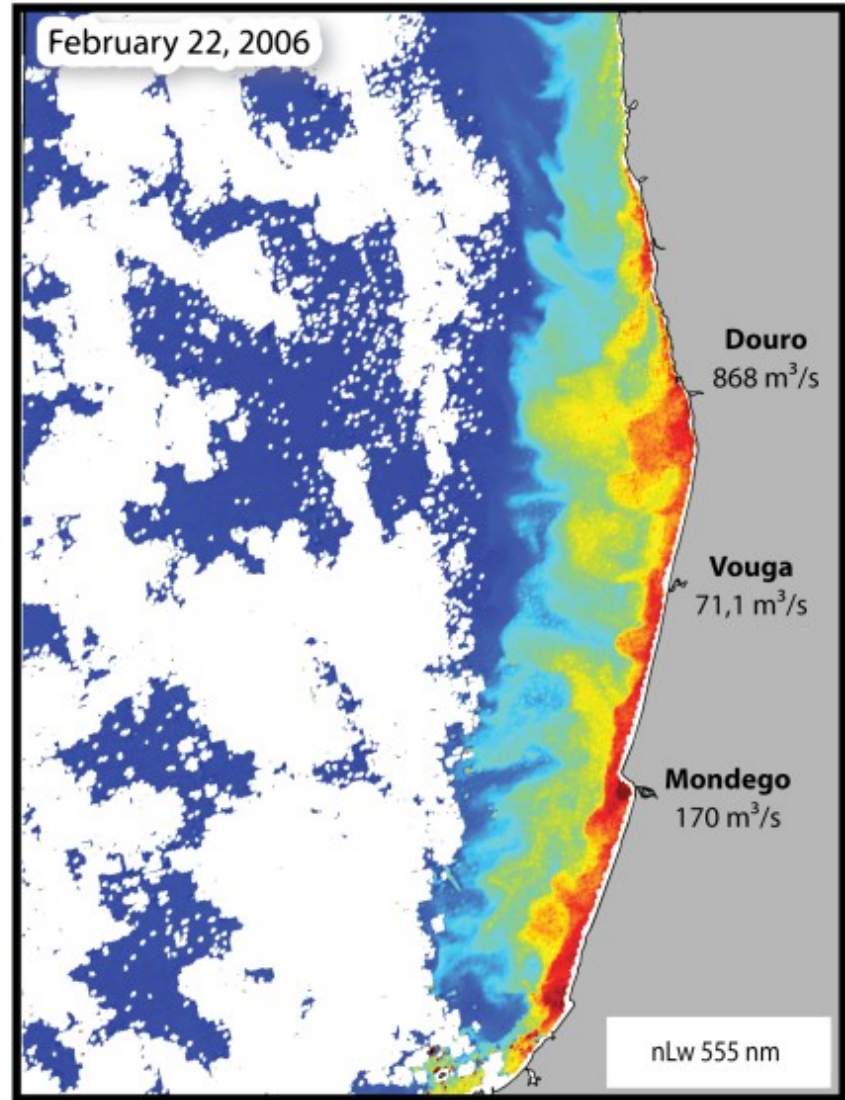
Band 5 - nLw 1240

Band 6 - nLw 1640

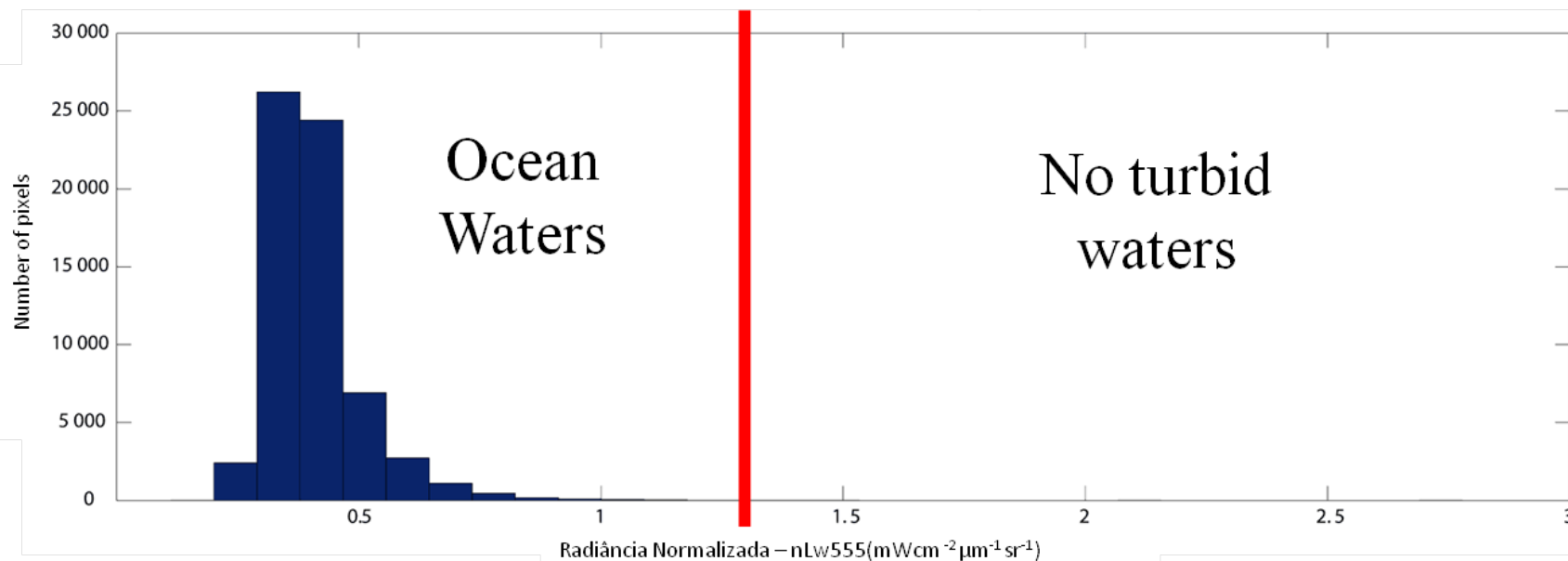
Band 7 - nLw 2130  
nm



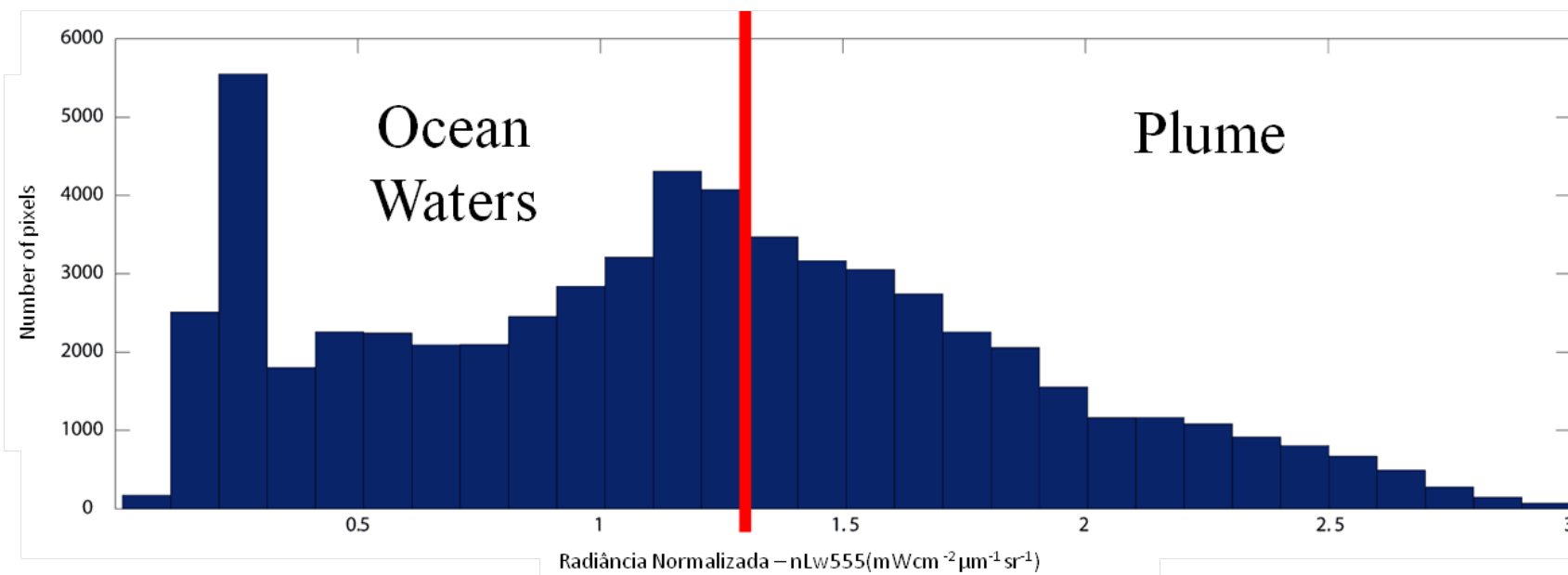




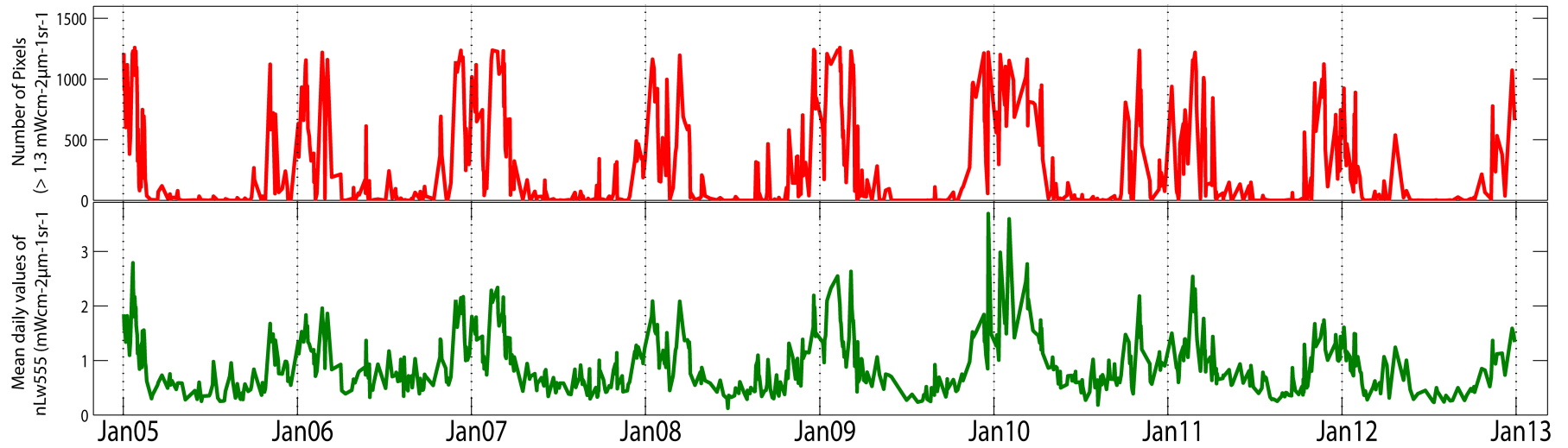
### Threshold



### Threshold



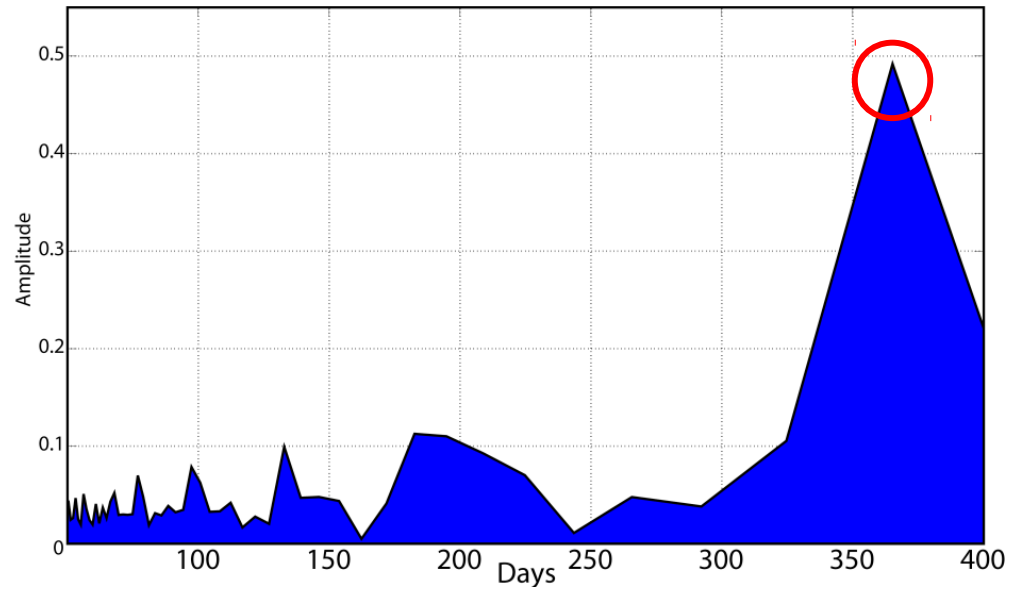




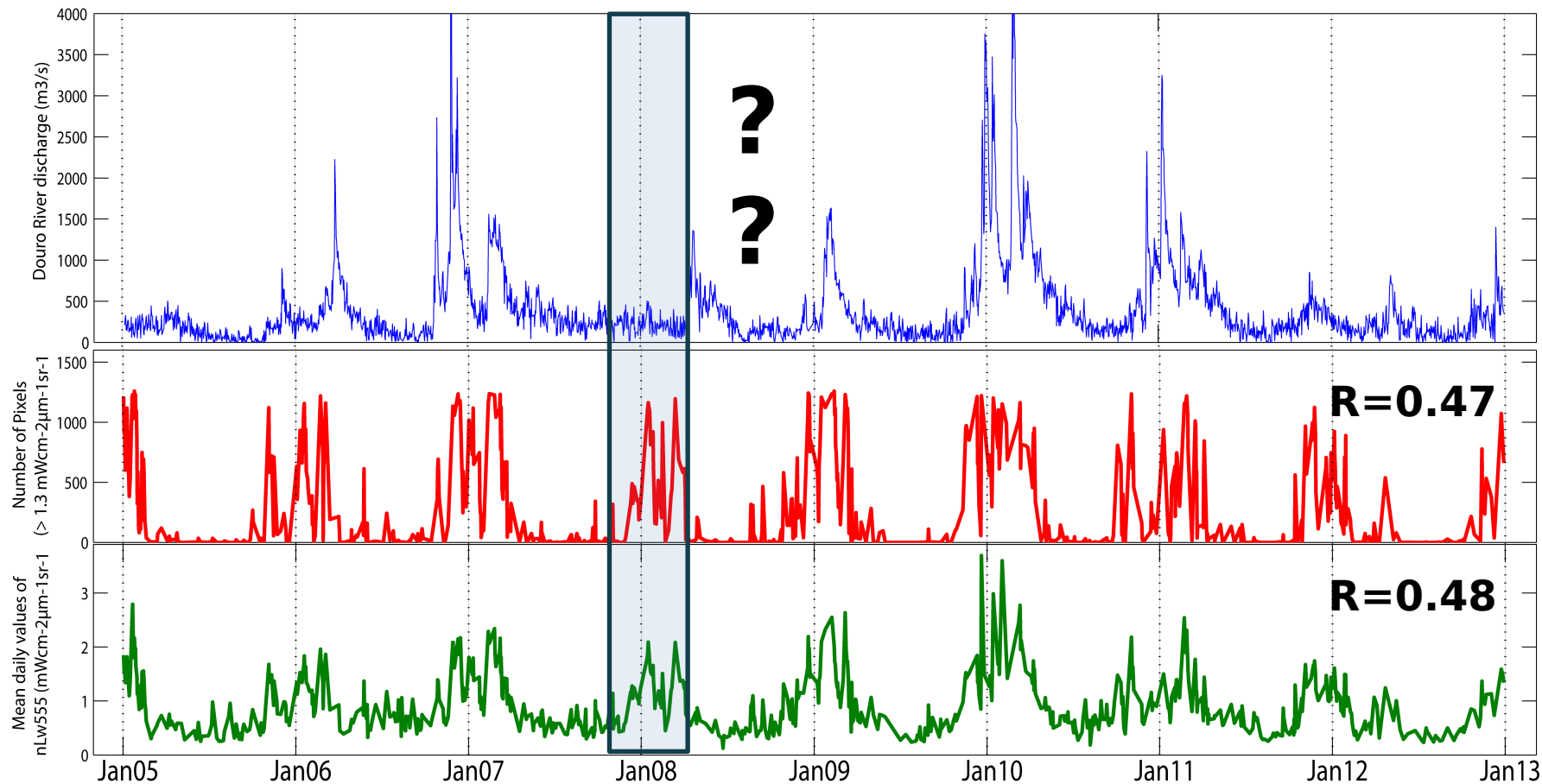
905 dados válidos  
em 2923 casos  
possíveis



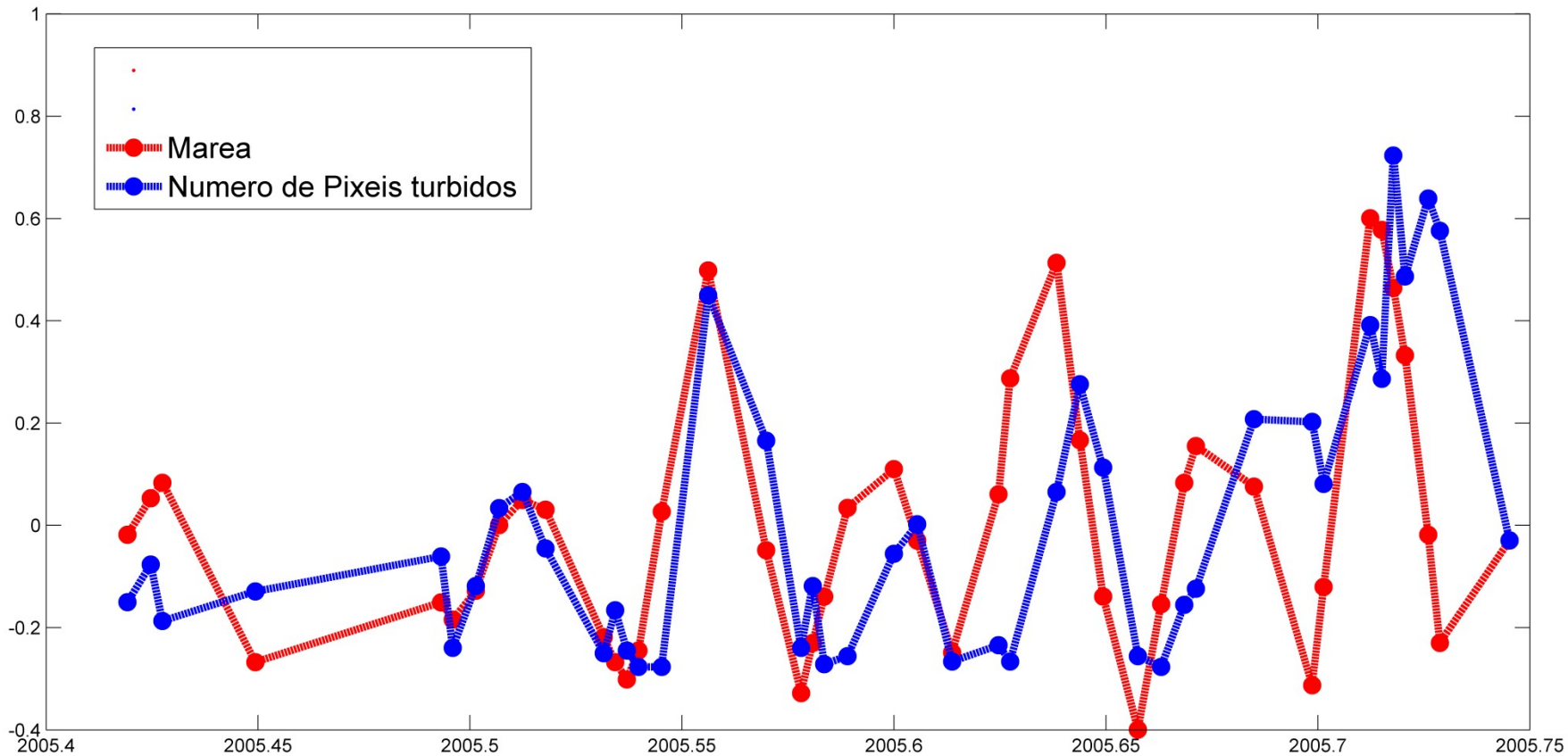
$\approx 31$   
%



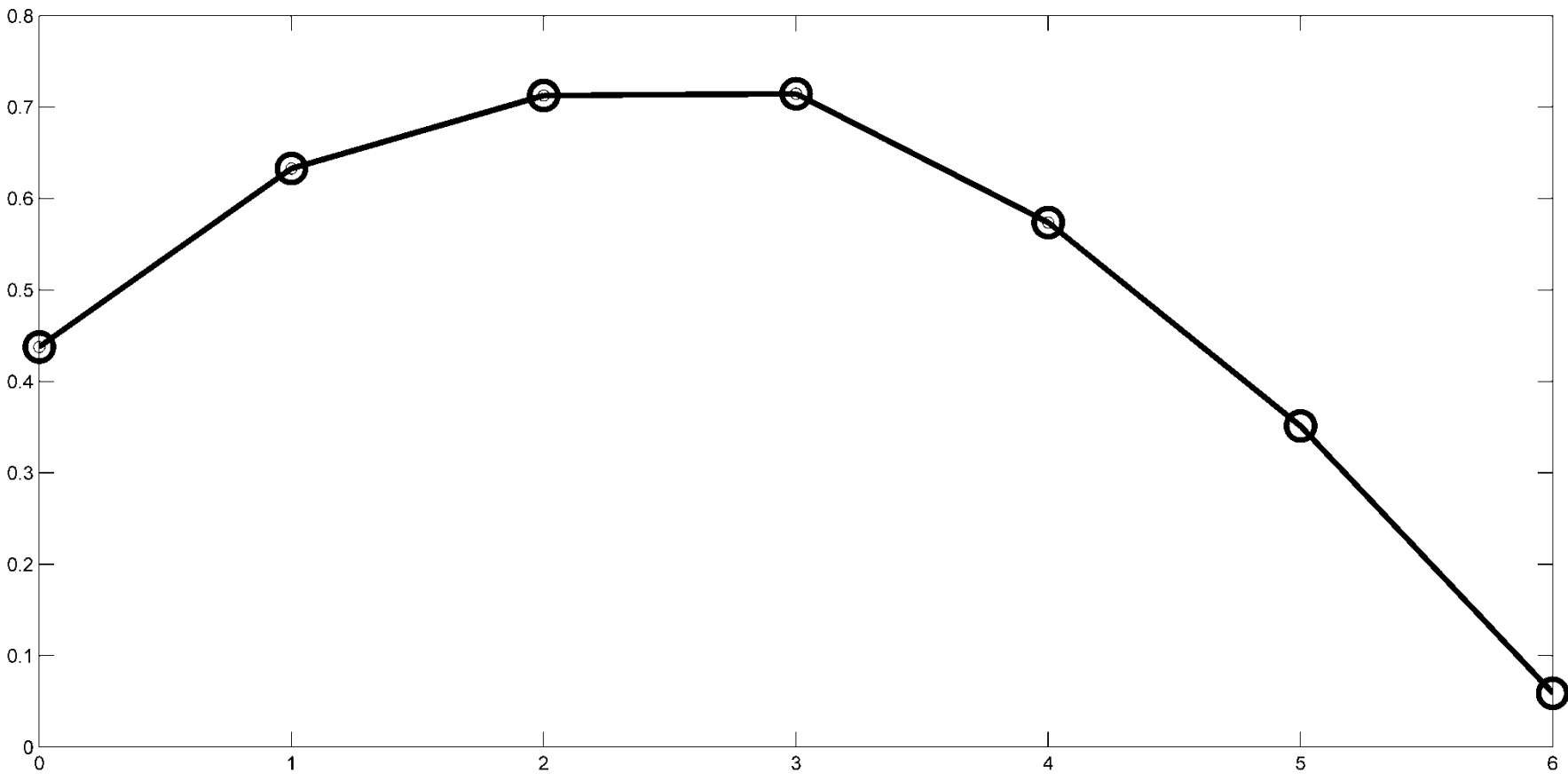
# nLw 555 vs descarga fluvial



# nLw 555 vs marea (TEJO)



# nLw 555 vs marea (TEJO)



Os dados de nLw555 demonstram uma forte **variabilidade sazonal** na área da pluma.

O número de pixéis túrbidos, assim como a média dos valores de nLw555, estão **significativamente correlacionados com o caudal** descarregado pela represa de Crestuma.

O sinal **quinzenal da maré** está significativamente **correlacionado** com o número de pixéis túrbidos em períodos de menor caudal (**Apenas para o TEJO**).

No caso do Rio Douro a quase inexistência do sinal túrbido durante o verão não permite fazer uma correlação com o sinal de maré

A utilização deste produto L2 **revela um grande potencial para caracterizar zonas de águas túrbidas** ao longo da costa portuguesa

Examinar outros produtos L2 como a **clorofila** e **SST**

Analisar a correlação entre o sinal de nLw555 e a **magnitude e direcção do vento**.

**Como?** Mais caixas? Eofs? Upwelling index?

Examinar as **climatologias** para os valores de radiância ao longo da costa (semanal/mensal/sazonal)

Comparar dados *in situ* (T, S e Turbidez) para avaliar a sua relação com os dados de nLw555 (sendo realizado)

Aumentar a resolução espacial para 250 m utilizando a banda 1 (**nLw 645**) do Modis

Testar outras metodologias para a **correção atmosférica**



**Obrigado/  
Gracias/Thank You**



**Renato Mendes - [rpsm@ua.pt](mailto:rpsm@ua.pt)**

Universidade de Aveiro

Centro de Estudos do Ambiente e do Mar  
Núcleo de Modelação Estuarina e Costeira